



HAL
open science

Promotion des comportements actifs d'enfants issus d'un quartier défavorisé : mise en place et évaluation d'une intervention multi-leviers basée sur le modèle socio-écologique et effets de l'activité physique sur les capacités attentionnelles

Caroline Bernal

► To cite this version:

Caroline Bernal. Promotion des comportements actifs d'enfants issus d'un quartier défavorisé : mise en place et évaluation d'une intervention multi-leviers basée sur le modèle socio-écologique et effets de l'activité physique sur les capacités attentionnelles. Sciences de l'Homme et Société. Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2020. Français. NNT : . tel-03105805

HAL Id: tel-03105805

<https://hal.science/tel-03105805>

Submitted on 11 Jan 2021

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.

THÈSE EN CONTRAT DOCTORAL

UNIVERSITE DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR
École doctorale Sciences Sociales et Humanités (ED 481)

Présentée et soutenue le 29 juin 2020

par **Caroline Bernal**

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
(74^{ème} section)

Promotion des comportements actifs chez des enfants
d'école primaire issus d'un quartier défavorisé : mise en
place et évaluation d'une intervention multi-leviers
basée sur le modèle socio-écologique et effets de
l'activité physique sur les capacités attentionnelles

MEMBRES DU JURY

RAPPORTEURS

Fabienne D'ARRIPE-LONGUEVILLE

Professeur des Universités (PU)

Université Côte d'Azur

Julie BOICHE

Maître de Conférences (MCF-HDR)

Université de Montpellier

EXAMINATEUR

Pascal LEGRAIN

Professeur des Universités (PU)

Université de Bordeaux

DIRECTEURS

Julien BOIS

Professeur des Universités (PU)

Université de Pau et des Pays de l'Adour

Léna LHUISSET

Maître de Conférences (MCF)

Université de Pau et des Pays de l'Adour



Ayuntamiento
de **Huesca**



CAPAS
cité - ciudad

*J'ai lancé des chevaux
 À l'assaut des grands jours,
 J'ai gonflé des ruisseaux
 Et jusque-là ils courent,
 J'ai entamé des brasses
 Des manèges à l'audace,
 J'ai filé des étoiles
 Et jusques là elles tracent*

*Je suis de l'eau et je dérive, l'Homme est de trop
 Je suis de l'eau là sur la rive, l'Homme au galop
 Je suis de l'eau, des hauts, des rêves, des idéaux
 Je vois de haut et je me lève, l'Homme nouveau*

*J'ai joué des secousses
 Soufflé des feux de brousses,
 J'ai planté des comètes
 Et jusque-là elles poussent,
 J'ai donné aux rivières
 Le chemin de la mer,
 J'ai détourné le cours
 Et jusque-là j'espère*

*Je suis de l'eau et je dérive, l'Homme est de trop
 Je suis de l'eau là sur la rive, l'Homme au galop
 Je suis de l'eau, des hauts, des rêves, des idéaux
 Je vois de haut et je me lève, l'Homme nouveau*

Jérémy Frérot, « L'Homme Nouveau »

*Activité du jour, cœur battant des sentiers
 Mes jours et mes peines se transforment
 Sous un mental d'acier
 Mes jambes se dérobent et s'emballent
 Prises dans un tourbillon infernal
 Ma tête cesse de tourbillonner
 Dans ce chaos prêt à me cloisonner
 Ma respiration s'anime au gré de mon balancier
 Et c'est tout mon corps qui prend le large
 Loin des amarres de mes pensées ancestrales
 Je quitte une matière dégarnie
 Pour profiter d'un moment sans soucis
 Je vois en moi les étoiles de l'univers
 A jamais gravées dans une folie ouvrière
 Production des atomes et de l'âme
 Je découvre le bonheur du mouvement latéral
 Je joue dans un spectacle flamboyant
 Au milieu des consommateurs exubérants
 Se fondre dans un espace public
 Avec une profonde envie bucolique
 L'effort restera dans l'empreinte de mes atomes
 Et des préjugés noirs verdâtres de fantômes
 Ma sueur reflète ma générosité de l'âme
 En quête d'une paix au bord des larmes
 Je suis prête à affronter mon quotidien incertain
 Avec une foule d'idées bleues perdues dans un monde divin
 Prête à jamais,
 Prête à tout,
 Pour explorer les frontières de ces terribles humains fous.*

Perception(s), Caroline Bernal

Remerciements

Plage d'Hendaye

04 Août 1999 (8 ans)

-Caroline ! On y va ! Sors de l'eau !

Je fais semblant de n'avoir rien entendu. Depuis combien de temps suis-je dans l'eau ?

2 heures ? 3 heures ? Je ne sais pas. Je regarde mes petites mains. Elles sont fripées par l'eau et le froid. J'enchaîne les pirouettes, les piquets. Je vais au fond de l'eau récupérer du sable, que je laisse s'échapper de ma main et le laisser se disséminer dans l'eau. Je construis mon petit monde imaginaire. Je glisse dans les petites vagues. Je vais plus loin, dans les grosses vagues, que je me prends de plein fouet. J'aime cette sensation. J'entends de moins en moins le bruit des humains sur le sable. Je me sens bien, si seule. La tempête arrive, et je crois que les vagues grossissent. Je n'ai pas peur. J'aime bien voir la nature en colère. Pourquoi les adultes restent-ils sur le sable ? Plus grande, je resterai dans les vagues.7

Été entre la licence 2 et la licence 3 STAPS, grande plage de Saint-Jean-de-Luz

3^{ème} saison Maître-Nageur Sauveteur

13 Août 2012 (21 ans)

Le co-pilote ouvre la porte de l'hélicoptère. Le bruit des pales est assourdissant. Tremblante, je me positionne sur le bord, avec les palmes dans mes mains. En avançant sur la dernière petite marche, le vent m'agresse. Et puis, je saute. Je perçois toutes les centièmes de secondes de ma chute et de mon entrée dans l'eau. Après une petite apnée, je remonte à la surface. Je me sens vivante. J'ai envie de crier ma joie, de bouger et de nager pour l'exprimer. Je finis la matinée en nageant des longueurs et des longueurs. Je suis très fatiguée, mais tellement heureuse. Je n'arrêterai jamais de bouger, même adulte lorsque je serais prise dans le tourbillon de la vie. Jamais !

Je déteste l'être humain autant qu'il me fascine. L'« *Anthropocène* » me fatigue, me rend très anxieuse, mais me rend également très curieuse.

Au risque de choquer les lecteurs dès les premières lignes de ces remerciements, j'aimerais faire part d'une phrase que je répète souvent, même encore aujourd'hui, et qui bouleverse mes proches lorsque je la prononce :

« Je n'aime pas les gens ! »

En vérité, j'aime profondément les gens. J'ai juste quelques difficultés à les comprendre.

Pourquoi les gens détruisent-ils le monde ? Pourquoi tuent-ils les animaux ? Pourquoi est-ce que le pouvoir est si important pour eux ? Pourquoi ont-ils besoin tout le temps des écrans ?

Petite, j'avais envie de comprendre le monde dans lequel je vivais : pas seulement la composition de l'Univers et de la Terre, mais aussi de savoir qui étaient les êtres qui peuplaient cette planète. Je croyais pouvoir trouver une notice toute prête. J'ai arpenté des sentiers de physiologie et de biologie, mais je ne comprenais toujours pas l'être humain, ses volontés, ses besoins, ses comportements. J'observais les enfants, les adolescents, les adultes, autour de moi. Mais je n'arrivais pas à comprendre quelque chose sur ces êtres, sur nous, sur moi.

Ce n'est que bien des années plus tard, à mon entrée à l'université en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS), que j'ai découvert la sociologie, la psychologie et les sciences de l'éducation. J'ai enfin pu mettre des mots, des notions sur mes observations. Les livres m'ont aidée une nouvelle fois à mieux comprendre. Mais avais-je compris quelque chose ? Plus les années universitaires avançaient, et plus j'avais envie de comprendre les comportements humains envers la pratique d'activité physique. Pourquoi

avais-je tant besoin de mouvement dans ma vie ? Pourquoi les individus bougent-ils de moins en moins ? Que peut-on faire ?

Je ne pouvais pas m'arrêter en chemin sans, moi aussi, participer, rechercher et faire avancer nos connaissances dans ce domaine. C'était un besoin vital.

Et j'ai eu beaucoup de chance.

Mes professeurs de psychologie, Julien Bois et Léna Lhuisset, ont décidé de m'accorder cette chance, et de me laisser vivre l'expérience de la recherche dans ce domaine que j'affectionnais tant. Bien que j'aime les mots, je crois bien que je n'arrive pas à exprimer ce que j'ai ressenti lorsque j'ai su que j'allais pouvoir réaliser une thèse en STAPS. J'étais vraiment heureuse. Cette expérience n'a pas de prix. Au-delà de m'avoir accordé cette chance, vous avez pu également m'encadrer. Merci pour votre aide, votre soutien, vos conseils. Les expériences de terrain m'ont procurée beaucoup d'émotions, d'émerveillement auprès des enfants, et je suis contente de les avoir vécues. Il y a eu également des phases moins faciles. Toutes les expériences que j'ai vécues au cours de ma thèse m'ont permis de mieux comprendre le monde dans lequel je vis, même si cela a généré encore d'autres questions auxquelles je n'ai pas encore répondu ! Je souhaite également remercier énormément Nicolas Fabre. Sans toi, les phases de mesures dans les écoles et les interventions auraient été très compliquées, peut-être même impossibles. Je pense que beaucoup d'étudiants aimeraient t'avoir comme directeur de thèse. Tu m'as apporté ton aide, mais aussi ton soutien à plusieurs moments, et notamment dans des phases difficiles.

Je remercie également les chercheurs qui m'ont soutenue et apportée leurs grandes connaissances : Eduardo Generelo, Javier Zaragoza, Julien Chanal. Je souhaite remercier tout particulièrement Alberto Aibar, qui m'a beaucoup soutenue à Huesca au court mon année de master 2 pendant les quelques mois de mon double diplôme. Alberto, merci pour tous tes conseils et ton aide ! Je remercie également Noëlle Bru pour les sessions de statistiques.

Noëlle, merci énormément ! Tu m'as accordé un temps précieux. C'est un vrai plaisir de travailler à tes côtés, toujours avec le sourire !

Un grand merci à Lionel Dubertrand et Cyrille Meyer, qui m'ont apporté leur soutien dans ce travail de thèse. C'était un plaisir d'avoir vécu cette expérience à vos côtés lors des réunions et des phases de mesure dans les écoles.

Je souhaite remercier également le professeur Thierry Paillard, directeur du laboratoire « Mouvement, Equilibre, Performance et Santé ». Les cours d'anatomie de la licence 1 m'ont beaucoup marqué ! Je ne suis pas prête de les oublier.

Un grand merci à tous les enseignants et personnels du STAPS de Tarbes. Je pourrais détailler pendant longtemps tout ce que chacun d'entre vous m'a apporté ! Un grand merci à Frédéric Noé. Fréd, merci pour ta bienveillance, ton soutien et tes nombreux conseils : c'est inestimable. Je me souviendrai toujours des cours de musculation en licence et en master pendant lesquels je finissais complétement épuisée d'avoir soulevée à peine 20 kilos en développé couché avec 3-4 ampoules dans les mains ! ;-)

Bruno, je garde de bons souvenirs de l'option pro natation ! Je tiens à dire que j'étais un peu mal partie en licence 1, lorsque j'avais fait un terrible plat à la piscine de Séméac à l'évaluation de plongeon. Heureusement que je me suis rattrapée les années suivantes ! Je tiens à remercier également Martine Travailot. Martine, ce sont tes cours qui m'ont donné envie d'étudier les facteurs sociologiques et psychologiques plus complexes que je n'étais pas allé encore explorer pendant ma jeunesse. J'étais captivée par tes cours et je le suis toujours.

Je souhaite également remercier très chaleureusement Agnès Martin, notre bibliothécaire, qui s'est donnée beaucoup de mal pour assouvir tous mes besoins en livres. Je suis désolée de les avoir kidnappés pendant autant de temps ! Je ne suis pas prête, non plus, d'oublier mes matinées à la Bibliothèque Universitaire, tant j'y ai passé de temps.

Un grand merci aux étudiants de master qui m'ont aidée à faire passer les différents tests aux enfants pendant les phases de mesure et participé aux actions interventionnelles dans les écoles : Jules, Sébastien, Jérôme et Chloé. Je me souviendrais de ces moments passés ensemble ! Vous avez été d'un grand soutien. J'espère que tous vos projets personnels et professionnels aboutiront, et je vous souhaite le meilleur.

Je remercie également les doctorants qui ont vécu l'expérience avec moi : Hervé Farfal, Mohamed Kadri, Betty Hachard, Kévin Baige, Sacha Zéronian. Je me souviendrai toujours de la fête improvisée dans le bureau des doctorants pour mon anniversaire ! Un grand merci à Olivier Cabianca-Martin, qui m'a beaucoup soutenu lors des premières phases de mesure, lorsque j'étais encore étudiante en master 2.

Je remercie également la team « Sport Santé » de la côte basque pour leur soutien dans la dernière ligne droite de ce travail de thèse : Olivier, Rémi, Céline. Il faut garder espoir et continuer nos actions pour promouvoir l'activité physique !

Je remercie également les membres du club « Urkirolak Triathlon » à Saint-Jean-de-Luz. J'ai vécu mes 8 ans en STAPS à vos côtés. Un grand merci aux entraîneurs : Eric, Thierry, Mathieu, Jean-Marc, Peio, Bixente, Samuel. Au-delà des performances, un bon nombre de moments m'auront marquée : les sorties en océan du lundi et du mercredi pendant l'été ; les entraînements de natation en piscine ; les triathlons, notamment ceux de Saint-Pée-sur-Nivelle, au cours desquels j'ai passé des moments inestimables et qui m'ont redonné confiance en moi. Je remercie tout particulièrement Guy Cazaubon, Guy Huet et Christelle Gaucher, les nageurs de l'extrême. Je me souviendrais toujours de la compétition de nage en eau libre à Bermeo où j'ai fini frigorifiée et piquée par une ribambelle de méduses ! Vous m'avez forgé un mental de battante !

Nadège, je souhaite te remercier du fond du cœur. Les personnes comme toi qui sont à l'écoute sont rares. À tes côtés, je peux être moi-même, avec mes particularités. Ça me rend

vraiment très heureuse. Je n'ai pas de mots pour exprimer tout ce que tu m'as apporté au cours de mes années en doctorat. On aura débattu pendant longtemps de la place de l'être humain sur terre et de ses comportements ! C'était génial. Je te souhaite le meilleur.

Je souhaite remercier également mes amis du conservatoire de Tarbes : Dorothee, Laure, Jean-Marie, Coralie, Anne, Etienne, Julien, Anna, Sarah-Jennifer. Ces soirées musicales m'auront calmée, apaisée, mais aussi m'auront revigorée et donnée de l'énergie ! Le pouvoir de la musique est impressionnant. Je souhaite remercier tout particulièrement mes professeurs : Hélène Colin pour la formation musicale, Jean-Philippe Arbus pour le basson et Pierre-Olivier Pouzet pour les percussions. Merci énormément pour tous vos conseils ! J'ai de la chance d'avoir eu autant de soutien.

Je souhaite également remercier l'ensemble des équipes enseignantes des écoles primaires Santa Ana à Huesca, Jules Verne et Jean Jacques Rousseau en France. Vous avez permis la réussite de ce beau projet par votre grand investissement. J'espère que vous garderez un bon souvenir des tests de motricité et des accéléromètres ! C'était un plaisir de travailler avec vous. Je souhaite remercier tout particulièrement Hélène Ocaña : merci pour tes nombreux conseils et ton soutien. Je me souviendrai du 13 février 2019, à la journée de formation des enseignants, quand nous avons pris le micro pour présenter notre intervention ! C'était vraiment bien. Je remercie également Sandrine et Gilles Rome, ainsi que Véronique Duforet de l'Inspection Académique des Hautes-Pyrénées pour leur grand soutien dans ce projet.

Je remercie également les enfants des écoles Jules Verne et Jean Jacques Rousseau... Je pense que vous n'imaginez même pas tout ce que vous m'avez apporté. Je me souviendrais toute ma vie de vous, de vos sourires, des moments difficiles, de vos sprints, de vos sauts en longueurs ! J'ai croisé vos chemins de vie et j'en suis très contente. Vous grandissez tellement vite !

Karim... Que dire pour te remercier de tout ton soutien ? Je ne peux pas l'exprimer. J'ai beaucoup de chance de t'avoir. Je me souviens de tous les moments difficiles de la thèse ou tu as su m'épauler, m'écouter, me calmer. Tu as toujours été présent dans les phases difficiles, que nous avons affrontés ensemble. Je me souviens de ces longues journées de travail, ou je n'arrivais plus à me gérer, de toutes ces crises de panique... et tu étais là, à m'écouter, à m'aider de toutes tes forces. C'est juste exceptionnel... Oui, c'est bien ça, tu es exceptionnel. Je me souviens également de tous les bons moments vécus pendant la thèse : lorsque tu es venu m'aider à faire les mesures dans les écoles, quand on a visité tout Paris en une seule journée après le congrès de l'ACAPS, ... Tous ces moments, ces expériences, on les a vécus pleinement... On a pleins de souvenirs, et on continue à découvrir et à avancer... Je t'aime.

Papa, Maman, Merci pour tout. Merci pour tout ce que vous m'avez apporté pendant mon enfance. Pendant ma thèse, je me suis revue « enfant », quand on allait se promener à la baie de Txingudi, quand on allait à la plage à Hendaye toute la journée et que je mangeais la barquette de frites de l'Hendayaise sous le parasol avant de passer des heures dans l'eau... Quand j'y repense, je me dis que j'étais vraiment chanceuse d'avoir vécu tout cela. Ces choses simples de la vie me rendent très, très heureuse.

Encore aujourd'hui, je me demande pourquoi, à mon âge, j'ai toujours envie de sortir marcher dehors, d'aller me baigner en été quand il pleut des trombes d'eau et quand il y a la tempête. Quand j'étais petite, je croyais qu'en grandissant j'allais passer à autre chose, à des « activités d'adulte », que j'allais me maquiller, me déplacer en voiture et boire du café. Est-ce que j'ai raté des étapes dans ma vie ? Je n'ai pas l'impression d'avoir connu de grande transition. Petite, j'avais déjà la certitude qu'il me fallait des stylos, des livres et de l'activité physique, être en contact permanent avec la nature. Dans ce travail de thèse, je me suis retrouvée moi-même, dans deux de ces univers : l'activité physique et l'écriture. Papa,

Maman, vous m'avez apporté beaucoup de soutien et de bienveillance pendant ce travail de thèse, même quand je ne m'arrêtais plus de rédiger alors qu'il fallait passer à table... Promis, si je continue, j'essayerai de sortir un peu plus de ma bulle ! Je vous aime fort.

Christian... Merci pour ton soutien ! Tu es un grand frère exemplaire. On en a fait du chemin depuis qu'on était petit ! Tu as été le premier à me soutenir, à me donner des conseils. Si j'arrive à faire tout cela, c'est grâce à toi ! Je te souhaite pleins de sessions de bodyboard avec des superbes vagues ;-) Merci aussi à Christelle. Mila, profite de ces belles années d'enfance !

Un grand merci à tous les autres membres de ma famille. J'aurai tellement aimé que mes grands-parents soient encore là... J'aimerais juste vous dire que vous me manquez. Les souvenirs sont dans mon cœur et me donne la force d'avancer. Ces souvenirs vous rendent vivants, à jamais.

Merci à ma belle-famille, notamment Rachid et Christine Korchi, pour leur soutien dans ce long chemin de la thèse. Vous avez toujours été présents et m'avez souvent redonné le sourire dans les phases difficiles. Un grand merci à vous !

Enfin, j'aimerais remercier tous ceux qui contribuent à un monde meilleur pour secourir, diminuer les inégalités, donner de la joie, et qui se reconnaîtront : soignants, pompiers, secouristes, bénévoles de la Société Protectrice des Animaux, bénévoles qui apportent leur aide aux enfants malades. Beaucoup de gens m'ont dit, au cours de ma thèse : « Je ne pourrais pas faire ce que tu fais ! C'est trop dur ! C'est courageux ». Je vous le répète ici : je suis aussi admirative de tout ce que vous faites, de ce que chacun arrive à faire, par ses capacités, pour rendre ce monde meilleur et agréable à vivre. Chacun met sa pierre à l'édifice, à sa manière, et ce sont tous nos efforts, toute notre volonté qui comptent. Lorsque je vois certains humains et l'aide dont ils peuvent faire preuve, alors, j'ai confiance. Je me dis que nous pouvons avancer, dans le bon sens. J'ai espoir.

À vous tous, ce n'est pas facile pour moi de savoir qualifier ce que je ressens par votre soutien, vos conseils, votre générosité. Je ne trouve pas forcément les émotions, les mots corrects pour l'exprimer.

Le plus simple, pour moi, est de l'écrire comme ceci : « 😊 »

Un grand merci à tous.

Explications préalables de l'organisation et du contenu de ce document de thèse

Avant l'introduction générale, ce document de thèse se compose de 6 sous parties :

- Acronymes et noms complets utilisés dans le document.
- Cadre universitaire du travail de thèse effectué.
- Présentation des travaux scientifiques et des congrès réalisés au cours du travail de thèse.
- Présentation d'autres canaux de diffusion des connaissances scientifiques par la vulgarisation scientifique.
- Informations préalables à la lecture de la thèse.
- Résumé (Abstract) de l'ensemble du travail de thèse.

Après ces 6 parties, le corpus de ce document de thèse est composé de 4 grandes parties.

La première partie est l'introduction générale suivie par les objectifs du travail de thèse.

La deuxième partie comprend 7 articles qui ont été rédigés au cours de cette thèse. Cette partie comprend : 1) 1 article de recherche mentionnant de premiers résultats diagnostiques nécessaires à l'élaboration de la méthodologie générale de ce travail; 2) 2 revues de littérature qui complètent les connaissances données précédemment en introduction ainsi que dans le milieu de la recherche en général, et qui ont également participé à l'élaboration à la mise en place de la méthodologie expérimentale effectuée au cours de ce travail de thèse ; 3) 4 articles de recherche constituant les principaux résultats de ce travail de thèse.

La troisième partie de ce document est la discussion/conclusion. Elle se compose d'une synthèse des résultats, des limites, perspectives, recommandations et de propositions pour les futurs chercheurs Les références bibliographiques closent ce document de thèse.

Sommaire

Remerciements	5
Index des tableaux.....	18
Index des figures.....	19
Index des annexes.....	21
Informations préalables au document de thèse.....	23
Résumé	36
Première partie : Introduction.....	38
I - <i>Bienvenue en Anthropocène</i> : inactivité physique et sédentarité des enfants dans la société hypermoderne.....	39
1. Activité Physique (AP) et Inactivité Physique (IP) : définition et recommandations	40
2. Sédentarité : définition, concepts clés et recommandations.....	42
3. Inactivité Physique et Sédentarité : des termes souvent confondus	44
4. Prévalence de l'AP et du TS chez les enfants	47
5. Description supplémentaire des niveaux d'AP et de TS des enfants : l'apport des études transculturelles.....	49
6. Constats d'IP et de TS élevé : des actions nécessaires.....	51
7. Manque d'études interventionnelles.....	53
II -Les enfants issus des quartiers défavorisés en Anthropocène : promouvoir l'AP et diminuer le TS sur le long terme	54
1. Comment faire ? Élaboration de la méthodologie interventionnelle.....	55
2. Étudier l'efficacité d'une intervention.....	57
3. Comprendre les résultats	58
III -Études des relations entre l'activité physique, les habiletés motrices et les capacités attentionnelles.....	59
1. Notions préalables	59
2. Relations entre AP et capacités attentionnelles	62
3. Relations entre les variables : données des études	64
IV -Objectifs généraux.....	67
1. Décrire les niveaux d'AP et de TS d'enfants Français et Espagnols.....	67
2. Concevoir, mettre en œuvre et évaluer les effets d'une étude interventionnelle.....	67
3. Étudier les relations entre l'AP, les habiletés motrices et les capacités attentionnelles	67
Deuxième partie : Présentation des travaux de recherche.....	68

I -Travaux de recherche 1 : Children’s physical and sedentary activity levels in France and Spain at different periods of the school day	69
1. Introduction	72
2. Methods.....	73
3. Results	77
4. Discussion	85
5. Conclusion.....	91
6. References	92
II -Travaux de recherche 2 : Promotion de l’activité physique à l’école primaire : les interventions combinant plusieurs actions sont-elles plus efficaces ?.....	99
1. Introduction	102
2. Méthodologie.....	107
3. Présentation des leviers d’intervention.....	113
4. Efficacité des interventions : les interventions multi-leviers sont-elles plus efficaces que les études uni-leviers ?.....	142
5. Limites et perspectives : recommandations pour les prochaines études interventionnelles. ...	176
6. Conclusion.....	182
III -Travaux de recherche 3 : School-based interventions to reduce children’s sedentary time with objective measure: a systematic review	200
2. Methodology	204
3. Results	225
4. Discussion	227
5. Suggestions to improve experimental design	229
6. Conclusion.....	231
7. References	232
IV -Travaux de recherche 4 : Rationale and design of a randomised controlled multicomponent school-based intervention to promote physical activity and reduce sedentary time of disadvantaged children aged 6-10 years.....	238
1. Introduction	241
2. Methods.....	244
3. Results	262
4. Discussion	262
5. References	265
V -Travaux de recherche 5 : Effects of a school-based intervention combining socio-ecological model and self-determination theory for promoting physical activity and reducing sedentary time in disadvantaged children: randomized trial.....	271
1. Introduction	273
2. Methods.....	275

3. Results	279
4. Discussion	287
5. Conclusion and perspectives	290
6. References	291
VI -Travaux de recherche 6 : Interventions en école primaire pour promouvoir l'activité physique et diminuer le temps sédentaire : bilan des expériences vécues par les enseignants.....	295
1. Introduction	298
2. Cadre théorique	299
3. Méthodologie.....	302
4. Résultats : réponses des enseignants au questionnaire	310
5. Discussion	316
6. Conclusion.....	321
7. Bibliographie	322
VII -Travaux de recherche 7 : Do physical activity, sedentary time, motor skills and aerobic fitness predict the attentional capacities of primary school children from disadvantaged neighbourhoods? Utilisation of data mining strategy	326
1. Introduction	328
2. Methodology	330
3. Results	335
4. Discussion	344
5. Conclusion.....	347
6. Bibliography	348
Troisième partie : Discussion et conclusion générales	355
I. Synthèse et mise en relation des résultats	358
1. Un diagnostic alarmant.....	358
2. Promotion de l'AP et lutte contre le TS auprès d'enfants d'école primaire : étude de la littérature	360
3. Concevoir l'intervention.....	363
4. Efficacité de l'intervention réalisée.....	364
5. Etude prospective sur les liens entre motricité et cognition	372
II- Limites des études réalisées.....	374
1. Limites méthodologiques liées à l'intervention.....	374
2. Limites générales des études	375
3. Réalisation « atypique » de 5 temps de mesures dont 2 diagnostiques	376
III-Perspectives et propositions	378
1. Perspectives d'études à court terme	378

2. Propositions pour de meilleures interventions	378
3. Perspectives méthodologiques	382
IV- Promotion de l'AP et ambiguïtés	384
1. Les études interventionnelles réalisent-elles réellement des actions de « promotion » ?.....	384
2. Nécessité d'une nouvelle définition de la sédentarité	385
V- Conclusion	387
Bibliographie : introduction, discussion et conclusion	388
Annexes	412

Index des tableaux

Travaux de recherche 1

Table 1. Compliance with international MVPA guidelines for weekdays, weekend days and school time..... 78

Table 2. Means scores and standard deviations of MVPA and ST 81

Travaux de recherche 2

Tableau 1. Principaux leviers d'intervention des études interventionnelles réalisant la promotion de l'AP à l'école 114

Tableau 2. Caractéristiques des études interventionnelles uni-leviers 143

Tableau 3. Caractéristiques des études interventionnelles multi-leviers 161

Travaux de recherche 3

Table 1. Keywords used for the search strategy on databases 205

Table 2. Studies characteristics 209

Table 3. Intervention Description and Intervention Effects 218

Travaux de recherche 4

Table 1. Children Participation in baseline, follow-up and final assessments in the two schools 248

Table 2. The different axes of the intervention: content and objectives 256

Travaux de recherche 5

Table 1. Number and characteristics of children with valid accelerometer data integrated into the analysis at each measurement time 279

Table 2. Percentage of children in the four categories of MVPA and ST on weekday and weekend day at each measurement time 280

Travaux de recherche 6

Tableau 1. Taux de participation des enseignants aux actions interventionnelles..... 312

Tableau 2. Effets de l'intervention sur le comportement des enfants d'après les enseignants 314

Tableau 3. Evolution des comportements actifs des enseignants suite à l'intervention 316

Index des figures

Première partie : Introduction générale

Figure 1. Présentation des deux continuums distincts d'AP et de TS et des quatre profils établis.....	46
Figure 2. Relations entre AP, capacité aérobie et capacités attentionnelles : hypothèse de la condition cardiovasculaire.....	62
Figure 3. Relations entre AP, habiletés motrices et capacités attentionnelles : hypothèse de la stimulation cognitive.....	63

Deuxième partie : Présentation des travaux de recherche

Travaux de recherche 1

Figure 1. Time in MVPA during weekdays according to the different periods of the day and as a function of country and grade.....	82
Figure 2. ST during weekdays according to the different periods of the day and as a function of country and grade.....	84

Travaux de recherche 2

Figure 1. Représentation graphique du modèle socio-écologique à 4 niveaux.....	104
Figure 2. Etapes et résultats de la recherche documentaire.....	110
Figure 3. Présentation et caractéristiques des études répertoriées.....	111

Travaux de recherche 3

Figure 1. Steps and results of search strategy.....	206
Figure 2. Components used by the school-based intervention on the 4 levels of socio-ecological model of Sallis (2008).....	214

Travaux de recherche 4

Figure 1. Flow chart of the study.....	246
----------------------------------------	-----

Travaux de recherche 5

Figure 1. Evolution of PA levels of children in school 1 (A) and in school 2 (B) during the school day.....	284
Figure 2. Evolution of ST of children in school 1 (A) and in school 2 (B) during the school day.....	286

Travaux de recherche 6

Figure 1. Leviers d'intervention mobilisés sur les 4 niveaux du modèle socio-écologique dans les deux interventions scolaires.....	307
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Travaux de recherche 7

Figure 1. Conditionnal Inference Tree built for the prediction of RT of sustained attention	337
Figure 2. Random Forest Using Conditional Inference Tree built for the prediction of RT of sustained attention	338
Figure 3. Conditionnal Inference Tree built for the prediction of RT of inhibition.....	341
Figure 4. Random Forest Using Conditional Inference Tree built for the prediction of RT of inhibition.....	343

Troisième partie : Discussion et conclusion générales

Figure 1. Nombre de leviers dans une intervention	380
---------------------------------------------------------	-----

Index des annexes

Toutes les lettres, procédures, documents des ateliers, etc. présentés dans cette partie sont des réalisations personnelles validées par Julien BOIS et Léna LHUISSET. Nicolas FABRE, ingénieur de recherche à CAPAS-Cité, a également aidé à l'élaboration des annexes 14 et 15.

Annexe 1. Lettre d'information à destination des parents au début du projet.....	413
Annexe 2. Exemple de procédure à suivre pour la réalisation correcte des tests de motricité dans les deux écoles (exemple de la procédure écrite pour le tapping test)	415
Annexe 3. Questionnaire distribué aux parents des enfants espagnols (Huesca) pour l'étude sur les niveaux descriptifs d'AP et de TS des enfants français et espagnols	417
Annexe 4. Questionnaire distribué aux parents des enfants français.....	420
Annexe 5. Exemple de documents distribués aux enfants dans le cadre des ateliers de sensibilisation réalisés en classe (exemple pour le 1 ^{er} et 2 ^{ème} atelier pour les enfants en CE2, CM1 et CM2)	425
Annexe 6. Exemple de documents distribués aux enfants dans le cadre des ateliers de sensibilisation réalisés en classe (Frise chronologique avec les résultats d'AP et de TS).....	429
Annexe 7. Lettre rédigée par les enfants de la classe de CE2/CM1 de l'école 1 lors de l'intervention pour la co-construction des aménagements environnementaux dans la cour de récréation.....	431
Annexe 8. Dessins d'enfants recueillis lors de l'intervention dans l'école 1 pour la co-construction des aménagements environnementaux dans la cour de récréation	432
Annexe 9. Document comportant différents aménagements environnementaux possibles pour la cour de récréation (choix de l'aménagement « D » avec l'ensemble de l'équipe enseignante lors d'une réunion)	433
Annexe 10. Exemple de document distribué aux enseignants pendant les sessions de formation continue : évaluation des breaks de sédentarité.....	434
Annexe 11. Photos prises lors d'une session de formation continue des enseignants sur le thème : « Quels sont les facteurs qui influencent les enfants dans leur pratique d'AP ou leur TS » ? Réalisation d'un « modèle socio-écologique » par petits groupes d'enseignants.....	435
Annexe 12. Photos prises dans le quartier lors de l'atelier « photovoix » : les enfants ont identifié les lieux facilitant la pratique d'AP mais également les lieux déconseillés pour la pratique.....	436

Annexe 13. Lettre d'information à destination des parents distribuée pendant l'intervention	437
Annexe 14. Document à destination des parents distribué au cours des années interventionnelles ayant pour objectif de donner un feedback sur les niveaux d'AP et de TS diagnostiques de leur enfant	439
Annexe 15. Document à destination des enfants et parents distribué à la fin du projet ayant pour objectif de donner un feedback sur les performances relevées aux différents tests d'habiletés motrices.....	440
Annexe 16. Résultats complémentaires : description des niveaux d'APMV et de TS de l'échantillon français	441
Annexe 17. Questionnaire à l'attention des enseignants d'école primaire distribué l'année suivant chaque intervention.....	447
Annexe 18. Bilan – Modèle de l'intervention.....	453
Annexe 19. Article pour la revue EPS	454

Informations préalables au document de thèse

Acronymes et noms complets

Afin de faciliter la lecture du document de thèse, des acronymes ont été utilisées pour éviter de répéter des termes très fréquemment utilisés. La liste de ces acronymes ainsi que leurs noms complets en français et en anglais sont présentés ci-dessous.

Acronyme en français	Nom complet français
ANSES	Agence nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AP	Activité Physique
APS	Activités Physiques et Sportives
APMV	Activité Physique Modérée et Vigoureuse
CA	Capacités Attentionnelles
CS	Comportements Sédentaires
EPS	Education Physique et Sportive
IMC	Indice de Masse Corporelle
IP	Inactivité Physique
NSE	Niveau Socio-économique
NT	Nouvelles Technologies
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
RS	Réussite Scolaire
STAPS	Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives
TAD	Théorie de l'auto-détermination
TS	Temps Sédentaire
VMA	Vitesse Maximale Aérobie

Acronyme en Anglais	Nom complet anglais
AA	Academic Achievement
AC	Attentional Capacities
BMI	Body Mass Index
FAS	Family Affluence Scale
MET	Metabolic Equivalent of Task
MVPA	Moderate and Vigorous Physical Activity
PA	Physical Activity
PE	Physical Education
PI	Physical Inactivity
SB	Sedentary Behaviour
SDT	Self-Determination Theory
SES	Socio-economic Status
ST	Sedentary Time
WHO	World Health Organization

Préambule - Cadre de la thèse

Avant tout, quelques informations doivent être citées pour mieux comprendre comment ce travail de thèse a pu être effectué et dans quel cadre celui-ci s'est déroulé.

CAPAS-Cité (Centre pyrénéen pour l'Amélioration et la Promotion de l'Activité physique pour la Santé) est un projet qui a bénéficié d'un financement européen du fonds POCTEFA (acronyme du programme opérationnel INTERREG IVA transfrontalier de coopération territoriale Espagne-France-Andorre, programme destiné à renforcer l'intégration économique et sociale de la zone frontalière). Le projet CAPAS-Cité se destine à améliorer la santé des publics défavorisés et des jeunes (public scolaire) grâce à la pratique de l'AP. Ce projet est doté de 2 antennes : une à Tarbes, et une autre dans sa ville jumelée en Espagne nommée Huesca (région de l'Aragon). Les mairies des deux villes collaborent et participent financièrement à la pérennisation de ce projet à long terme. CAPAS-Cité développe et expérimente des programmes d'AP, des actions de promotion et des interventions spécifiques ayant un impact bénéfique sur la santé des individus. CAPAS-Cité a développé également la collaboration entre deux universités : l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA-Département STAPS) en France ainsi que l'Université de Saragosse en Espagne. Plus précisément, l'équipe de recherche de Julien Bois du laboratoire MEPS (Mouvement, Equilibre, Performance et Santé, e2s) de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) ainsi que le groupe de recherche EFYPAF (Éducation Physique et Promotion de l'Activité Physique) de l'Université de Saragosse s'impliquent pleinement dans ce projet.

En 2016/2017, parallèlement à mon année scolaire de master 2 « Expert en Préparation Physique et Mentale », à l'UPPA en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS), j'ai été recrutée en tant qu'ingénieur de Recherche à CAPAS-Cité. Nous avons construit avec Julien BOIS et Léna LHUISSET le protocole expérimental de ce travail de thèse. Il a été mis en place dès l'année de master 2. Dans le cadre de la collaboration

France-Espagne de CAPAS-Cité, et grâce au dispositif ERASMUS +, le second semestre du master (janvier à mai 2017) a été effectué à Huesca, lieu de la 2^{ème} antenne du projet. Les cours du master ont été suivis à l'Université de Saragosse en « Ciencias del Deporte y de la Salud » (Sciences du Sport et de la Santé) afin d'obtenir le double diplôme. De plus, ce séjour à Huesca a permis de travailler avec l'équipe de recherche engagée dans CAPAS-Cité. C'est dans ce cadre que des mesures, similaires à celles menées en France des mois plus tôt, ont également été effectuées auprès d'enfants d'une école primaire de la ville de Huesca (Espagne) en Février et en Avril 2017. Mon mémoire de master, soutenu en anglais et espagnol, et a fait l'objet d'un premier article qui est actuellement soumis dans la revue « Sciences et Motricité ».

À la fin de mon année de master et de la soutenance de mon mémoire, j'ai obtenu une bourse universitaire attribuée par l'UPPA pour réaliser un travail de thèse sur une durée de 3 ans. Les objectifs de départ et la collaboration avec les équipes de recherche de CAPAS-Cité n'ont pas été modifiés. Le programme d'intervention réalisé dans les écoles dans le cadre de ma thèse a été baptisé « Mouv' dans les écoles ». Dans le cadre de ma thèse, le projet CAPAS-Cité a notamment participé au bon déroulement des actions interventionnelles dans les écoles de Tarbes pour promouvoir l'AP.

Participation au monde de la recherche : Travaux scientifiques et participation aux congrès

Ce travail de thèse a donné lieu à la rédaction de plusieurs articles de recherche et de revues de littérature (total de 9 manuscrits). Les titres des articles -en anglais ou français, selon la langue choisie pour la soumission et la publication- sont disposés ci-dessous. J'ai également participé à plusieurs congrès.

▪ **7 manuscrits (articles) soumis sont présents dans le document de thèse :**

Article 1 (article de recherche) : Bernal, C., Lhuisset, L., Fabre, N., Aibar, A., Chanal., J., Bois, J. Children's physical and sedentary activity levels in France and Spain at different periods of the school day. Soumis dans *Sciences et Motricité* (Mars 2020).

Article 2 (revue de littérature) : Bernal, C., Lhuisset, L., Fabre, N., Bois, J. Promotion de l'activité physique à l'école primaire : les interventions combinant plusieurs actions sont-elles plus efficaces ? Soumis dans *Sciences et Motricité* (Décembre 2019).

Article 3 (revue de littérature) : Bernal, C., Lhuisset, L., Fabre, N., Bois, J. School-based interventions to reduce accelerometer-based children's sedentary time: a systematic review.

Article 4 (article de type méthodologie) : Bernal, C., Lhuisset, L., Fabre, N., Bois, J. Rationale and design of a randomised controlled multicomponent school-based intervention to promote physical activity and reduce sedentary time of disadvantaged children aged 6-10 years. Soumis dans *JMIR Research Protocols* (Janvier 2020).

Article 5 (article de recherche) : Bernal, C., Lhuisset, L., Bru, N., Fabre, N., Bois, J. Effects of a school-based intervention combining socio-ecological model and self-determination theory for promoting physical activity and reducing sedentary time in disadvantaged children: randomized trial. Soumis dans *Journal of School Health* (Avril 2020).

Article 6 (article de recherche) : Bernal, C. Interventions en école primaire pour promouvoir l'activité physique et diminuer le temps sédentaire : bilan des expériences vécues par des enseignants. Soumis dans *eJRIEPS* (Janvier 2020).

Atelier 7 (article de recherche) : Bernal, C., Lhuisset, L., Bru, N., Fabre, N., Bois, J. Do physical activity, sedentary time, motor skills and aerobic fitness predict the attentional capacities of primary school children from disadvantaged neighbourhoods? Utilisation of data mining strategy.

▪ **2 manuscrits (articles) supplémentaires non présentés dans ce document de thèse :**

Deux revues de littérature ont pour objectif principal d'apporter des connaissances et des savoirs théoriques aux enseignants et aux autres professionnels travaillant dans le domaine scolaire, concernant la promotion de l'activité physique à l'école. Ces manuscrits sont soumis dans des revues françaises indexées en Sciences de l'Education.

Article 1 : Bernal, C., Lhuisset, L., Fabre, N., Bois, J. Promouvoir l'activité physique à l'école primaire pour les enfants de milieux défavorisés : enjeux, constats et propositions de leviers d'intervention efficaces. Soumis dans *Recherche et Education* (Décembre 2019).

Article 2 : Bernal, C., Lhuisset, L., Fabre, N., Bois, J. Promotion de l'activité physique et diminution du temps sédentaire à l'école primaire : actions et éducation à la santé. Soumis dans *Education, Santé, Société* (Janvier 2020).

▪ **Mémoire de master 2 :**

Ce mémoire, réalisé au cours de l'année de Master 2 « Expert en Préparation Physique et Mentale » / « Evaluación y Entrenamiento Físico para la Salud », avait pour objectif d'effectuer une première comparaison des niveaux d'activité physique et de sédentarité des enfants français et espagnols (prémices de l'article 1) :

Bernal, C. (2017). Análisis descriptivo de los niveles de actividad física y actividad sedentaria en niños/as de 2 y 5 de Educación Primaria de Tarbes (Francia) y Huesca (España).

Il a été rédigé en espagnol et soutenu en anglais, et est disponible sur les archives ouvertes :

<https://pdfs.semanticscholar.org/fa4a/2ed8f25ea0dbf736231f7de987a40c778029.pdf>

▪ **Participations en congrès :**

Au cours de mon travail de thèse, j'ai participé à plusieurs congrès dans le but de partager mes connaissances et de faire connaître les résultats de mes études auprès d'un public issu du monde de la recherche et/ou politique.

Nom du congrès	Date et lieu	Format
I congreso Internacional en Ciencias de la Salud y del Deporte	2017, Huesca (Espagne)	Communication affichée
Congrès de l'ACAPS	2017, Dijon (France)	Communication orale
Jordanas doctorales de Campus Iberus	2018, Jaca (France)	Communication affichée
Congrès international de Capas-Cité « Promotion de l'activité physique : des connaissances pour agir »	2019, Tarbes (France)	Communication orale
Congrès de l'ACAPS 2019 *	2019, Paris (France)	Deux communications orales
Congrès international de Capas-Cité Liderazgo en la promoción de la actividad física	2019, Huesca (Espagne)	Une communication orale et une communication affichée

*Lors du congrès de l'ACAPS à Paris (Octobre 2019), j'ai obtenu une 2^{ème} place au prix du Jeune Chercheur.

J'ai également eu l'occasion de communiquer à l'oral lors de la journée d'étude « Promotion de l'activité physique pour la santé à l'école » organisé par CAPAS-Cité le 13 Février 2019, à l'amphithéâtre du STAPS de Tarbes : le cadre théorique et la méthodologie de mon expérimentation ont été décrits. Pendant cette journée, j'ai également animé un atelier auprès des participants afin de présenter et de réaliser les pauses actives que j'ai eu l'occasion de mettre en place dans les classes des deux écoles engagés dans l'intervention.

Participation à la diffusion des connaissances scientifiques : Vulgarisations scientifiques

▪ Article dans une revue professionnelle

Un article court a été soumis dans une revue destinée à un large public d'enseignants d'EPS :

Bernal, C. Interventions en milieu scolaire pour promouvoir l'activité physique et diminuer le temps sédentaire à l'école primaire : propositions pour améliorer l'efficacité des interventions. Soumis dans *Revue EPS*, Décembre 2019.

Les propositions effectuées dans cet article sont décrites dans la partie « Conclusion » de la présente thèse. Cet article est consultable dans les annexes.

▪ Concours de vulgarisation scientifique

Lors de ma première année de thèse, j'ai participé au concours de vulgarisation scientifique national nommé « Ma thèse en 180 secondes ». Une présentation scénique a été réalisée en mars 2018 à Pau lors de la finale régionale.

De plus, j'ai participé au concours interne à l'université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) « La thèse de mon parrain ». Ce concours consistait à expliquer son travail de thèse à deux lycéens afin qu'ils présentent les travaux, à l'aide de la doctorante, en 180 secondes maximum. Eléa et Eloïse, deux lycéennes en 1^{ère} Scientifique et 1^{ère} Littéraire au lycée Palois « Louis Barthou » ont présenté mon thème de thèse sur scène en mars 2018 et ont obtenu la première place au concours.

La participation à ces deux concours ont été comptabilisées parmi les formations de l'Ecole Doctorale en Sciences Humaines et Sociales de l'UPPA.

▪ Enseignements et formations

- Formations pour les professeurs des écoles primaires

Lors de la deuxième année d'intervention, j'ai réalisé et animé quatre sessions de formation de 3 heures pour les professeurs des écoles primaires comptabilisés parmi leurs formations continues et validées par l'Inspection Académique (IA). Un représentant de l'IA des Hautes-Pyrénées était présent lors de chaque session de formation.

- Enseignements dispensés en STAPS

Au total, 52 heures d'enseignements ont été réalisées au STAPS de Tarbes :

2017-2018 : *TD Psychologie de la performance* (20h)- Licence 2

2017-2018 : *TD Outils d'évaluation psychologique des athlètes* (24h)- Licence 2

2019-2020 : *TD Tutorat d'Excellence - Méthodologie de la recherche* (4h)- Licence 1, 2 et 3

- Encadrement des étudiants

J'ai également participé à l'encadrement d'étudiants de Master « Expert en Préparation Physique et Mentale » dans le cadre de la promotion de l'activité physique et de leur mémoire.

Jules Ruelloux. « Le rôle bénéfique de l'activité physique sur les capacités cognitives des élèves d'école primaire. » Soutenu en 2017.

Sébastien Martin. « Intervention en milieu scolaire pour promouvoir l'activité physique et diminuer le temps sédentaire auprès d'enfants de quartiers défavorisés. » Soutenu en 2018.

Jérôme Nouqueret. « Étude de l'effet d'un programme de promotion de l'activité physique dans deux écoles primaires de la ville de Tarbes. » Soutenu en 2019.

Chloé Delaplace. « Effets d'une intervention visant à réduire les niveaux d'activité sédentaire chez les enfants de 2^{ème} et 5^{ème} année d'école primaire. » Soutenu en 2019.

Informations préalables à la lecture de la thèse

L'auteur de la thèse a tenu à respecter plusieurs règles et à les expliquer ci-joint.

▪ Données protégées : loi Informatique et Liberté

Les études réalisées dans le cadre de cette thèse ont impliqué des enfants. La gestion de l'ensemble des données récoltées auprès des enfants ou recueillies auprès de l'Inspection Académique des Hautes-Pyrénées ont respecté la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, afin de sécuriser au maximum le traitement des données personnelles. Préalablement au travail de thèse, tous les points de cette loi ont été étudiés avec l'« Observatoire des Étudiants » (ODE) de l'université, qui s'occupe de la protection des données individuelles. Plusieurs points importants ont donc été appliqués concernant les données pour appliquer la loi :

- Dès le début de l'expérimentation, un code a été attribué à chaque enfant. Ce code, figurant sur le fichier de données, est aléatoire.
- Les lettres d'informations et questionnaires destinées aux parents ont mentionné la loi « Informatique et Liberté » en mentionnant le paragraphe suivant :
« Votre participation ainsi que celle de votre enfant est entièrement volontaire. Si vous désirez ne pas prendre part à cette recherche, aucune justification n'est à fournir. L'identité de l'élève est supprimée des données dès que le lien entre questionnaire d'enquête et données recueillies par le biais de l'accéléromètre est réalisé. Les autres données recueillies seront conservées pour la durée du projet (4 ans), elles feront l'objet d'un traitement informatique de manière confidentielle et conformément à la loi Informatique et Liberté, vous disposer d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des informations vous concernant en vous adressant à julien.bois@univ-pau.fr. »

- Les questionnaires complétés par les parents ont été conservés au sein de l'université.

▪ **Noms des écoles réels et noms attribuées dans la thèse**

Les actions de promotion de l'activité physique se sont déroulées dans deux écoles de la ville de Tarbes. Elles se nomment : « Ecole Jean Jacques Rousseau » et « Ecole Jules Verne ». Ces noms apparaissent dans ce travail de thèse. Néanmoins, dans le corpus de la thèse, ainsi dans l'article 5 présentant les effets des interventions, elles sont nommées, respectivement, « École 1 » et « École 2 ».

Il convient également de mentionner que cette thèse présente également une étude descriptive des niveaux d'activité physique et de sédentarité entre les enfants français et espagnols : une collaboration a donc été réalisée avec une autre école primaire en Espagne. Cette école se nomme « Santa Ana », mais à aucun moment dans ce travail de thèse, un autre nom n'a été attribué à cette école.

▪ **Temps de mesure effectués**

Au cours de ce travail de thèse, 5 périodes de mesures ont été réalisées pour recueillir des variables d'activité physique, de temps sédentaire, d'habiletés motrices et de capacités attentionnelles :

-T1 (Novembre/Décembre 2016) ;

-T2 (Mai/Juin 2017) ;

-T3 (Novembre/Décembre 2017) ;

-T4 (Mai/Juin 2018) ;

-T5 (Mai/Juin 2019).

Ces 5 temps de mesure ont été rapportés dans un article scientifique expliquant la méthodologie générale de ce travail (article 3). Cependant, le T3 (Novembre/Décembre 2017) n'a pas été utilisé dans les analyses statistiques effectuées dans l'étude rapportant les effets

des interventions destinées à promouvoir l'activité physique (article 5). De ce fait, dans l'article 5 présenté dans ce travail de thèse, le T3 (Novembre/Décembre 2017) est inexistant. Afin de faciliter la compréhension de l'article pour les lecteurs et pour respecter la logique numérique, le T4 et le T5 sont donc devenus respectivement T3 et T4 dans l'article 5:

- T1 (Novembre/Décembre 2016) ;
- T2 (Mai/Juin 2017) ;
- T3 (Mai/Juin 2018) ;
- T4 (Mai/Juin 2019).

Dans la partie « discussion » le format T1, T2, T3 et T4 de l'article 5 est conservé. Toute ambiguïté sera évitée grâce à une note de bas de page concernant les dénominations des temps de mesure.

Les mesures expérimentales ont tout de même été réalisées en Novembre/Décembre 2017 : par conséquent, l'article 6 et l'article 7 mentionnent donc ces mesures qui ont été effectuées à ce T3 (Novembre/Décembre 2017). Les analyses statistiques de l'article 7 prennent en considération les données de T3 (Novembre/Décembre 2017).

Résumé

Le risque d'inactivité physique est plus important chez les enfants qui sont les plus défavorisés au cours de leurs premières années de vie. L'une des stratégies les plus prometteuses pour promouvoir l'activité physique (AP) et réduire le temps sédentaire (TS) est la mise en place d'interventions en milieu scolaire. Les chercheurs ont relevé un faible nombre d'études concernant les relations entre les capacités motrices et cognitives pendant l'enfance et en particulier pour les enfants défavorisés. Cette thèse avait donc 4 objectifs principaux : 1) Analyser l'AP et le TS des enfants de 8 à 11 ans à différents moments de la journée en France et en Espagne ; 2) Réaliser et évaluer l'efficacité d'une intervention en milieu scolaire visant à promouvoir l'AP et à réduire la ST chez les enfants de 6 à 10 ans d'un quartier défavorisé. Cette intervention était composée de plusieurs leviers d'intervention : sensibilisation des enfants avec des ateliers théoriques et pratiques, sensibilisation des parents, formations pour les enseignants, aménagement de la cour de récréation, partenariat avec l'Inspection Académique des Hautes-Pyrénées et avec la mairie de Tarbes ; 3) Analyser les expériences vécues par les enseignants au cours de cette intervention ; 4) Explorer les relations entre l'AP, la motricité et les capacités attentionnelles des enfants défavorisés. Plusieurs résultats ont été obtenus : 1) Les enfants espagnols étaient plus actifs avant et après l'école, mais de manière égale aux enfants français pendant les heures scolaires; l'école a contribué à réduire les différences culturelles ; 2) Des effets positifs semblent s'être produits avant l'intervention dans chaque école et se sont maintenus en post intervention ($p < 0,05$); 3) Les enseignants ont adhéré au projet d'intervention et ont proposé des breaks de sédentarité et des ateliers d'AP supplémentaires ; 4) Deux arbres d'inférence conditionnelle ont révélé que les capacités attentionnelles étaient prédites par les habiletés motrices, notamment la vitesse et la coordination du membre supérieur. Ainsi, ce travail fournit de nouvelles orientations dans la promotion de l'AP.

Mots clés : enfant, activité physique, temps sédentaire, intervention, école, attention

Abstract

The risk of physical inactivity is increased among children who are the most socially disadvantaged in their early years of life. One of the most promising strategies to promote physical activity (PA) and reduce sedentary time (ST) is the implementation of school-based interventions. Researchers highlighted the lack of studies investigating relationships between motor skills and cognition during childhood and especially on disadvantaged children. This thesis had also 4 main objectives: 1) To analyse PA and ST of 8-to-11 year-old children during different periods of the day in France and in Spain; 2) To set up and evaluate the effectiveness of a duplicated school-based intervention designed to promote PA and reduce ST in 6-to-10-years-old children of a disadvantaged neighbourhood. This intervention included several interventional components: theoretical and practical workshops for children, letters for parents, training for teachers, playground equipment, partnership with the regional education authority and with the Tarbes town hall; 3) To analyse the experiences of the teachers during this intervention; 4) To explore the relationships between PA, motor skills and attentional capacities for disadvantaged children. Some results were obtained with respect to these objectives: 1) Spanish children were more active before and after school, but similarly active during school hours; school contributed to reduce the cultural differences; 2) Positives effects seems to have occurred before the intervention in each school and have been maintained at post-intervention ($p < 0.05$). These results seem to be linked to a Hawthorne effect; 3) Teachers adhered to the intervention project and proposed sedentary breaks and additional PA workshops; 4) Two conditional inference trees revealed that attentional capacities were predicted by motors skills, including specially speed and coordination of the upper limb. Thus, this work provides new directions in the advancement of PA promotion.

Keywords: children, physical activity, sedentary time, school-based intervention, attention

Première partie :

Introduction

I -*Bienvenue en Anthropocène*¹ : inactivité physique et sédentarité des enfants dans la société hypermoderne

Il y a plus de 2 millions d'années, depuis le développement de la bipédie au cours de l'évolution, les hominidés ont développé des caractéristiques anatomiques et physiologiques leur permettant de marcher et de courir (Bramble et Lieberman, 2004). Ces caractéristiques ont permis à l'*Homo* de survivre et de s'adapter au cours du temps (Delson, Tattersall, Van Couvering, et Brooks, 2000). Les premières expériences de sédentarisation ont eu lieu il y a 30 000 ans avant notre ère. Notre espèce moderne nommée *Homo Sapiens Sapiens*², se caractérisant par une capacité de pensée abstraite et de planification, a franchi au cours des deux derniers siècles des étapes décisives telles que la révolution agricole et la révolution industrielle (Clark et Clark, 1977 ; Cregan-Reid, 2019). Au fil de ces périodes, des révolutions culturelles très fortes se sont déroulées. Un tournant décisif s'est produit lors de la transition de la vie agraire à une vie urbaine au cours du 18^{ème} siècle (Cregan-Reid, 2019). Ainsi, dans les périodes plus récentes, au cours du 19^{ème} siècle, les emplois liés au secteur primaire sont passés de 65% à 4% alors que ceux du secteur tertiaire de 14% à 72% (Grélot, 2016). Une autre révolution encore plus récente est l'émergence des nouvelles technologies. Cette révolution technologique a contribué au développement des loisirs passifs, notamment ceux impliquant les écrans. Ces loisirs se sont multipliés et sont venus concurrencer et remplacer les activités et jeux en pleine nature et de manière plus globale la pratique d'activité physique (AP) (Biddle et al., 2018 ; Jones, Hinkley, Okely et Salmon, 2016). Actuellement, près de 50% des 6-10 ans, 70% des 11-14 ans, 71% des filles et 87% des 15-17 ans passent 3 h/jour ou plus devant un écran. En 10 ans, cette durée moyenne a augmenté de 30 minutes chez les

¹ *Anthropocène* : *anthropos* (« être humain », « homme »), *kainos* (« nouveau ») : « ère géologique actuelle qui se caractérise par des signes visibles de l'influence de l'être humain sur son environnement, notamment sur le climat et la biosphère » (dictionnaire).

² « *Sapiens* », venant du latin « *sage* ».

6-10 ans, de 1h15 chez les 11-14 ans et de 2h chez les 15-17 ans (Santé Publique France, 2015). Ainsi, les modifications drastiques des modes de vie, caractéristiques de l'Anthropocène, ont mené à une augmentation cruciale des niveaux de sédentarité et à une diminution de l'AP qui s'avèrent préjudiciables pour la santé des enfants, des adolescents et des adultes (Cregan-Reid, 2019 ; Jones et al., 2016).

1. Activité Physique (AP) et Inactivité Physique (IP) : définition et recommandations

Avant tout, il convient de définir ce que constitue le terme « activité physique » (AP) : elle se définit comme « tout mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques entraînant une augmentation de la dépense énergétique au-dessus de la dépense énergétique de repos dont l'intensité varie de faible à élevée » (Caspersen, Powell et Christenson, 1985). Ainsi, l'AP comprend non seulement la pratique de sports institutionnalisés, comme par exemple jouer au football, ou danser dans un club, mais également toutes les autres activités quotidiennes tels que les activités domestiques (exemple : jardiner, bricoler, passer l'aspirateur...), les déplacements actifs (exemple : marcher, se déplacer en vélo ou en trottinette jusqu'au lieu de travail), certaines activités professionnelles ainsi que les loisirs actifs. Elle se caractérise par différentes intensités : légère (<3 METs ; Metabolic Equivalent of Task³), modérée (entre 3 et 6 METs), vigoureuse (entre 6 et 9 METs) ou très vigoureuse (> 9 METs). Les Activités Physiques d'intensité Modérée et Vigoureuse sont regroupées sous le terme d'APMV.

L'AP est un élément clé du bien-être, entraînant de nombreux bienfaits sur la santé physique, mentale et sociale des enfants (Warburton et Bredin, 2017). Elle prévient l'apparition et le développement de plus de 25 pathologies chroniques tels que les pathologies cardiovasculaires et métaboliques, notamment le diabète de type 2 (Warburton et Bredin,

³ Le « Metabolic Equivalent of Task » (ou Equivalent métabolique) est défini comme le rapport de la dépense énergétique liée à l'AP sur le métabolisme de base (Ainsworth et al., 1993).

2017). Globalement, elle entraîne des effets positifs sur le système cardiovasculaire, respiratoire, musculaire, hormonal, et osseux (Rhodes, Janssen, Bredin, Warburton et Bauman, 2017). Les symptômes anxieux et dépressifs sont atténués et la perception de bien-être est augmentée (Dale, Vanderloo, Moore et Faulkner, 2019 ; McMahon et al., 2017). L'AP améliore également le sentiment d'auto-efficacité des enfants et leur estime de soi (Dale et al., 2019). Par conséquent, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande pour les enfants et adolescents jusqu'à l'âge de 17 ans de pratiquer au minimum 60 minutes d'APMV par jour et notamment des activités d'endurance (World Health Organization, 2010). Le fait de pratiquer une AP pendant plus de 60 minutes apporte des bénéfices supplémentaires pour la santé. De plus, l'enfant devrait réaliser au moins 30 minutes d'activité physique modérée et vigoureuse (moitié des recommandations journalières) pendant la journée scolaire (Pate, Davis, Robinson, Stone et Young, 2006). Lorsque les recommandations de l'OMS ne sont pas atteintes, le terme d'« inactivité physique » (IP) est utilisé. Ce terme définit les individus dont la pratique d'AP quotidienne se situe en dessous des recommandations : ainsi, les enfants qui pratiquent moins de 60 minutes d'APMV par jour sont considérés comme inactifs.

Alors que l'AP entraîne des effets positifs sur la santé de l'enfant, l'inactivité physique (IP) entraîne des répercussions négatives ayant des conséquences dramatiques. En effet, l'IP est la quatrième cause de mortalité au niveau mondial (Kohl et al., 2012). Elle diminue l'espérance de vie et est responsable de plus de 5,3 millions sur les 57 millions de décès répertoriés en 2008 toutes populations confondues (Lee et al., 2012). L'IP a été reconnue, dans la dernière décennie, comme étant une cause majeure de maladies non transmissibles : ainsi, il est estimé que 6 à 10% de la mortalité due à des maladies non transmissibles peuvent être attribuées à l'IP, et ce pourcentage peut monter jusqu'à 30% pour les pathologies cardiovasculaires (Lee et al., 2012). L'OMS a déclaré en 2011, que « l'augmentation des maladies non transmissibles est une catastrophe imminente pour la santé, représentant l'un des

principaux défis pour le développement au 21^{ème} siècle (World Health Organization, 2011). Or, comme nous venons de le voir, le non-respect des recommandations de l’OMS est en partie responsable de cette augmentation et s’accompagne de répercussions négatives non seulement pendant l’enfance, mais également sur la future vie adulte de l’enfant (Jones et al., 2016).

2. Sédentarité : définition, concepts clés et recommandations

Indépendamment de l’IP, l’augmentation du niveau de sédentarité est de plus en plus alarmante depuis le début de ce siècle (Santé Publique France, 2016). Au départ, deux publications majeures ont permis de distinguer la sédentarité de l’IP (Levine, Eberhardt et Jensen, 1999 ; Levine et Kotz, 2005). Ces études ont utilisé le terme « NEAT » (« Non-Exercise Activity Thermogenesis ») pour qualifier des mouvements de gigotements, de posture debout, de déplacement et de marche avec une très faible intensité d’effort, caractérisée par une faible dépense énergétique. Plus récemment, le NEAT a été remplacé par le terme « sédentarité ». Plus précisément, la « sédentarité » se définit comme « une situation d’éveil caractérisée par une dépense énergétique très faible <1,5 METs en position assise ou allongée » (Sedentary Behaviour Research Network, 2012 ; Pate, O’neill et Lobelo, 2008 ; Tremblay et al, 2017). Avant tout, il convient de lever des ambiguïtés face à plusieurs termes utilisés pour qualifier la sédentarité. En effet, le terme « sédentarité » (« sedentarity » en anglais) est un terme général peu utilisé dans les articles scientifiques et les revues de littérature. En effet, ces articles mentionnent plus couramment les termes « Comportements Sédentaires – CS » (Sedentary Behaviour – SB en anglais), et le « Temps Sédentaire - TS » (Sedentary Time - ST). Un des CS les plus étudiés et les plus ciblés est le temps passé à regarder les écrans (téléphones, ordinateur, tablettes) (Chevance, Foucaut et Bernard, 2016). Cependant, les CS au cours d’une journée ne se limitent pas seulement au temps passé devant

les écrans : il est également indispensable de citer le temps de transport véhiculés, le temps passé assis au cours des repas, à l'école ou dans un bureau, le temps de lecture, de devoirs, etc. Chaque CS prend un certain temps : le TS se caractérise ainsi par le cumul de temps passé dans des positions assises ou allongées qui requièrent une faible dépense énergétique (Tremblay et al., 2017).

Or, de manière comparable à l'IP, des revues et études ont indiqué qu'un TS élevé entraînait des répercussions négatives sur la santé des enfants et des adultes. Le TS serait ainsi responsable d'une augmentation de la prévalence de pathologies cardiaques, du diabète de type 2 et de plusieurs cancers tels que le cancer du sein et du colon (Biswas et al., 2015). Après avoir analysé les données de 54 pays, Rezende et al. (2016) ont estimé que le temps passé assis expliquait 3,8 % de décès par jour, soit près de 433 000 décès quotidien. Chez les enfants, plus le temps de visionnage de la télévision est élevé et plus les enfants ont de risques de développer des troubles cardio-métaboliques et d'avoir une plus faible estime de soi (Carson et al., 2016 ; Salmon, Tremblay, Marshall et Hume, 2011). Cependant, les effets délétères du TS chez les enfants sont peu connus (Chinapaw, Altenburg et Brug, 2015). Il semblerait que les longues périodes de sédentarité non entrecoupées de pauses actives (marche, étirements, etc.) expliqueraient davantage les effets délétères sur la santé des enfants comparativement au volume de TS total cumulé dans la journée (Belcher et al., 2015). Par conséquent, il est recommandé de diminuer autant que possible le TS au cours de la journée, mais également de réaliser des pauses en mouvements pour casser les longues périodes de TS (Tremblay et al., 2011). De nombreuses recommandations concernant spécifiquement le TS ont été incluses dans les guides de santé internationaux. Ainsi, par exemple, en Allemagne comme en Angleterre, il est recommandé de diminuer les longues périodes de temps passé en position assise, notamment pour les adultes (Fuezeki, Vogt et Banzer, 2017 ; Department of Health, 2011). En Nouvelle-Zélande, il est uniquement conseillé des rester moins souvent

assis (New Zealand Ministry of Health, 2015). Ces recommandations ne proviennent pas des mêmes acteurs et diffèrent selon les pays (Stamatakis et al., 2019). Actuellement, l'OMS n'a pas spécifié de recommandations précises à propos du TS. Or, ce sujet est très sensible actuellement car ces recommandations pourraient avoir des répercussions sur la législation concernant l'organisation du temps de travail.

3. Inactivité Physique et Sédentarité : des termes souvent confondus

Les termes « IP » et « TS » ont été très longtemps confondus. En effet, les différences entre l'IP et le TS ont été seulement abordées dans la littérature au cours des deux dernières décennies (Pate et al., 2008). Hamilton, Healy, Dunstan, Zderic et Owen (2008) ont présenté une série de preuves sur les effets délétères de la sédentarité indépendamment de l'IP/AP. Cet article a constitué un tournant décisif car il présente la sédentarité comme un problème de santé publique important dans notre société occidentale qui devrait être pris en considération par les instances sanitaires indépendamment de l'IP/AP. Dès lors, les recherches au sujet de la sédentarité se sont multipliées afin de mieux la caractériser et de mieux connaître ses propres répercussions sur la santé.

De ce fait, lorsqu'il est question de l'IP et du TS, il faut désormais les distinguer à l'aide de deux continuums bien distincts l'un de l'autre. Ces deux continuums matérialisent respectivement le temps passé à pratiquer de l'AP et le TS. Sur les extrémités d'un continuum propre à l'AP, le niveau d'AP oscille de faible (AP -) à élevé (AP +). De manière similaire pour le TS, le temps passé en position de repos peut être faible (TS -) ou élevé (TS+). Ces deux continuums peuvent interagir et se croiser, permettant de différencier 4 profils d'enfants au cours d'une journée éveillée (figure 1) :

- Enfant avec un niveau d'AP faible et un TS élevé : il est considéré comme inactif et sédentaire. A titre d'exemple, il peut s'agir d'un enfant qui reste assis toute la journée à

l'école, se fait transporter jusqu'à l'école en voiture et s'adonne à des loisirs passifs sur les temps extrascolaires (jeux vidéo, lecture, devoirs). L'enfant type de ce profil cumule les répercussions négatives sur sa santé de l'IP et d'autre part du TS élevé. Ce type de profil est celui qui croît dans la société hypermoderne et qui entraîne des risques sanitaires majeurs.

- Enfant avec un niveau d'AP élevé et un TS élevé : il est considéré comme actif et sédentaire. A titre d'exemple, il peut s'agir d'un enfant qui reste assis toute la journée à l'école, se fait transport jusqu'à l'école en voiture mais qui va pratiquer 1h30 de football le soir dans un club avant de s'adonner à des loisirs passifs. L'enfant type de ce profil cumule les bienfaits liés à la pratique d'AP et les répercussions négatives du TS élevé. L'émergence des innovations technologiques a augmenté considérablement le nombre d'individus correspondant à ce profil.

- Enfant avec un niveau d'AP faible et de TS faible : ce profil est le moins commun.

- Enfant avec un niveau d'AP élevé et un TS faible : il est considéré comme actif et peu sédentaire. A titre d'exemple, il peut s'agir d'un enfant qui, malgré le temps passé assis à l'école, va pratiquer de l'AP sur les temps de récréation, ainsi que pendant les heures extrascolaires (sorties au parc, vélo, pratique de sports institutionnalisés). L'enfant type de ce profil obtient les bienfaits liés à la pratique d'AP et évite les répercussions négatives d'un TS élevé. Ce profil est celui qui est recommandé car il entraîne peu de risque sanitaire.

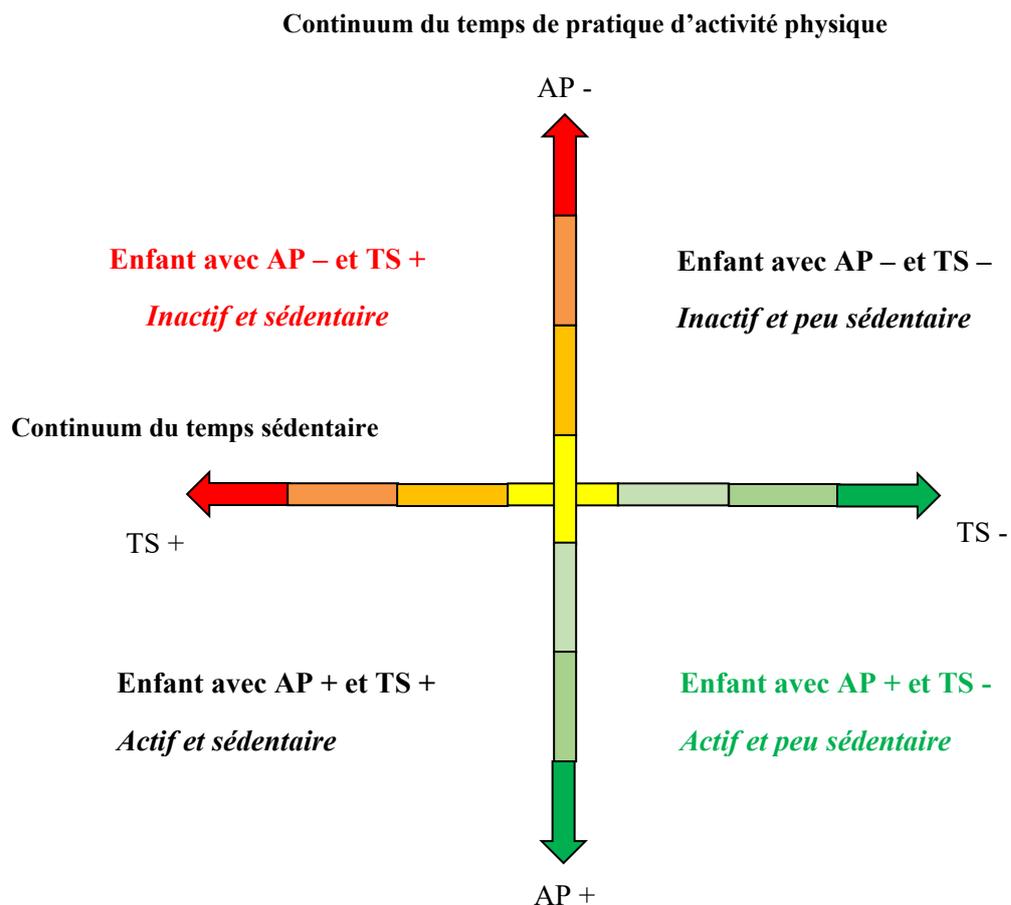


Figure 1. Présentation des deux continuums distincts d'AP et de TS et des quatre profils établis

Des études indiquent que le TS, et notamment le temps passé assis, aurait des effets délétères sur la santé indépendamment de l'AP réalisée quotidiennement par les individus (Koster et al., 2012 ; Hamilton et al., 2008) : à partir de 7 heures passées en position assise par jour, chaque heure de sédentarité supplémentaire augmenterait le risque de mortalité de 5 % sans être compensé par l'APMV réalisée (Chau et al., 2013). Cependant, les effets indépendants du temps passé assis sur la santé sont largement remis en question actuellement (Stamatakis et al., 2019). Des problèmes de définition de la sédentarité et de ses liens avec l'IP, ainsi que des incohérences dans les méthodologies expérimentales ont notamment été mises en évidence (Stamatakis et al., 2019).

Dans une récente méta-analyse, il a été relevé que la pratique d'AP d'intensité modérée semble atténuer le risque de mortalité dû à un TS élevé chaque jour. Cet effet protecteur se produit uniquement pour des niveaux d'AP quotidiens importants (60-75 minutes) visibles seulement chez une petite proportion de la population (Ekelund et al., 2016). Par conséquent, afin de diminuer l'ensemble des risques sanitaires liés à l'IP et au TS, des stratégies d'intervention doivent être menées d'une part pour augmenter le niveau d'AP, et d'autre part pour diminuer le TS.

4. Prévalence de l'AP et du TS chez les enfants

Au niveau mondial, une étude réalisée aux Etats-Unis a indiqué que 100 % des enfants en grades 1, 2 et 3 (équivalent de CP, CE1 et CE2) respectent les recommandations des 60 minutes d'APMV ; ce chiffre passait à 89,7% pour les grades 4 et 5 (CM1 et CM2), 58,3% aux grades 6, 7 et 8 (6^{ème}, 5^{ème} et 4^{ème}) puis enfin 29,4% dans les années de lycée (Trost et al., 2002). L'AP décroît ainsi significativement entre 6 et 12 ans, c'est-à-dire sur la période passée à l'école primaire. Dans les pays européens, l'étude IDEFICS rapporte en moyenne 49 minutes d'APMV pour les garçons et 36 minutes pour les filles dans une cohorte d'enfants âgés de 2 à 10,9 ans (Konstabel et al., 2014). L'étude Esteban (Etude de santé sur l'environnement, la bio-surveillance, l'activité physique et la nutrition) a indiqué qu'en France, 72% des garçons et 82% des filles de 6 à 17 ans ne respectent pas les recommandations des 60 minutes d'APMV par jour (Santé Publique France, 2015). Cette étude indique également que le niveau global d'AP des enfants de 6 à 10 ans a diminué au cours de la dernière décennie : le pourcentage d'enfants inactifs a été multiplié par 5 chez les garçons et par 3 chez les filles (Santé Publique France, 2015). Il semble que pour les filles, cette baisse d'AP soit liée à une diminution de la pratique sportive en club qui n'est pas compensée par la pratique de jeux libres (Santé Publique France, 2015). En Espagne, pays

frontalier de la France, l'étude nationale ANIBES (Estudio de Antropometría, Ingesta y Balance Energético en España) menée en 2013 a relevé que 39% des garçons et 62% des filles âgés de 9 à 12 ans n'atteignent pas les recommandations de l'OMS (Mielgo-Ayuso et al., 2016). De plus, l'influence des normes sociales au quotidien, des attentes évoquées ou implicites des adultes ainsi que la phase hormonale pubertaire favorisent le déclin de l'AP pendant l'adolescence (Kriemler et al., 2011).

Concernant le TS, une étude réalisée auprès de 213 enfants au Portugal indique un taux moyen de 4,13 heures passées en position sédentaire par jour (Lopes, Santos, Mota, et Lopes, 2017). Aux Etats-Unis, une étude réalisée incluant 811 enfants âgés de 6 à 11 ans indique un total de 6,07 heures de TS par jour (Matthews et al., 2008). Au Canada, ce taux quotidien moyen s'élève à 8,6 heures pour 5844 enfants âgés en moyenne de 10,4 ans (Leblanc et al., 2015).

Étant donné la rapidité de l'évolution de la prévalence de l'IP et de l'augmentation du TS chez les enfants au cours des dernières décennies, il est opportun de mesurer régulièrement ces variables afin de voir comment elles évoluent dans le temps. Il est nécessaire de mentionner que les données descriptives ainsi que les taux de respect des recommandations obtenus restent sujet à discussion en France et ailleurs dans le monde du fait de disparités méthodologiques concernant les méthodes de mesure de l'AP et du TS tels que les questionnaires ainsi que l'accélérométrie. Ainsi, Guinhouya et al. (2013) ont indiqué que le taux de respect des recommandations oscille entre 9 et 87% concernant les enfants d'école primaire en fonction du paramétrage de l'accéléromètre ainsi qu'en fonction de l'analyse de données effectuée.

La mesure de l'AP peut être réalisée par des questionnaires distribués aux parents et/ou aux enfants (Kriemler et al., 2011). Or, cette mesure indirecte ne permet pas de

connaître de manière suffisamment précise et objective le temps passé par l'enfant en position sédentaire et à pratiquer de l'AP au cours d'une journée, ce qui a constitué un frein à une surveillance indispensable des populations. Par conséquent, des études supplémentaires utilisant l'accélérométrie ainsi que les paramètres de mesure les plus consensuels se sont révélés nécessaires. En effet, la mesure objective du niveau d'AP habituel de l'enfant s'effectue par le port d'un accéléromètre (Janz, Witt et Mahoney, 1995). L'accéléromètre est un instrument qui enregistre tous les mouvements que le sujet effectue dans les 3 plans de l'espace, et permet d'avoir des repères quantitatifs, notamment l'APMV chiffrée en minutes. Il enregistre un signal d'accélération à partir duquel on peut déduire la durée et l'intensité de l'AP effectuée. Divers paramètres sont importants à prendre en considération, comme la localisation de l'accéléromètre sur le sujet, la fréquence d'échantillonnage des données (appelés « epoch »), les valeurs seuils (appelés « cut-points ») et le temps de portage quotidien de chaque enfant. Pour éviter les disparités méthodologiques et décrire convenablement les niveaux d'AP et de TS des enfants, il est recommandé d'utiliser des fréquences d'échantillonnage élevées de l'ordre de 15 secondes voire moins (Aibar et Chanal, 2015 ; Fabre, Lhuisset, Bernal, et Bois, 2020). Par rapport aux valeurs seuils, les valeurs d'Evenson, Catellier, Gill, Ondrak et McMurray (2008), exprimées en « counts » permettent une mesure plus précise d'APMV. Ce sont ces valeurs que nous avons utilisé dans les travaux de cette thèse.

5. Description supplémentaire des niveaux d'AP et de TS des enfants : l'apport des études transculturelles

Le mode de vie peu actif que nous connaissons s'est brusquement accéléré avec la révolution industrielle et technologique. Les aspects éducatifs, culturels et sociaux de chaque pays sont des éléments déterminants qui peuvent orienter le comportement des enfants vers

les comportements de santé souhaités (Aibar, Bois, Generelo, Zaragoza Casterad et Paillard, 2013). L'étude de données comparatives entre plusieurs pays, c'est-à-dire dans une perspective transculturelle, permet de clarifier les similitudes et les différences entre plusieurs populations bien spécifiques (Beardsley et Pedersen, 1997). Ainsi, outre la nécessité de disposer de données descriptives localement dans différents pays, la recherche transculturelle permet d'éviter que des informations relevées uniquement au niveau national soient biaisées par une culture propre et soient diffusées au niveau international, donnant de fausses pistes à suivre dans d'autres pays ayant des modes de vie très différents (Duda et Allison, 1990). Ainsi, l'analyse de variables culturelles et éducatives peut apporter des éléments intéressants afin de promouvoir par la suite les comportements d'AP et de TS dans des contextes nationaux précis. Peu d'études transculturelles ont été menées jusqu'à présent concernant les niveaux d'AP et de TS (Rütten et Abu-Omar, 2004 ; Pollard, Hornby-Turner, Ghurghurrin et Ridgers, 2012 ; Guthold, Cowan, Autenrieth, Kann et Riley, 2010 ; Verloigne et al., 2012). Entre la France et l'Espagne, Aibar et al. (2013) ont comparé les niveaux d'AP des adolescents de la ville de Tarbes (France, Région Midi-Pyrénées) et de Huesca (Espagne, province de l'Aragon). Ces auteurs ont indiqué que 35,9% de l'échantillon respectaient les recommandations de l'OMS. Les adolescents espagnols étaient plus actifs que les adolescents français : 74,24% des garçons espagnols atteignaient les recommandations contre 24,81% des garçons français et 46,58% des filles espagnoles contre 11% des filles françaises.

En ce qui concerne les enfants, il n'y a pas d'indicateurs chiffrés en France et Espagne sur les niveaux d'AP et de TS mesurés objectivement à différents moments de la journée, ce qui limite les conclusions des rapports établis concernant l'évolution des niveaux d'AP et de TS des enfants. Les niveaux de sédentarité sont décrits, pour les enfants, en France comme en Espagne, par le temps passé devant les écrans. Il serait nécessaire d'effectuer un état des lieux descriptif des niveaux d'APMV et de TS analysés par accéléromètre afin d'avoir une

estimation la plus proche de la réalité (Trost, Mciver et Pate, 2005). Ainsi, élaborer une nouvelle étude transculturelle comparant les niveaux d'AP et de TS chez l'enfant, entre la France et l'Espagne semble nécessaire. L'article 1 de ce travail présente les résultats d'une étude comparant les données d'AP et de TS d'enfants d'écoles primaires français et espagnols.

6. Constats d'IP et de TS élevé : des actions nécessaires

6.1. L'enfance : une période vulnérable

Les chiffres précédemment évoqués ont permis de constater que les enfants présentent des taux d'IP et de TS élevés. Par conséquent, il est essentiel d'agir dans le but de modifier les comportements inactifs et sédentaires qui se montrent délétères pour la santé. En effet, l'enfance est une période déterminante. Les bonnes habitudes de vie engagées à cette période ont plus de chances de perdurer à l'âge adulte (Jones, Hinkley, Okely, et Salmon, 2013 ; Telama et al., 2014). Une étude a indiqué qu'il faudrait agir avant l'âge de 11 ans car le risque de développer une obésité persistante serait déterminée dès l'enfance et se maintiendrait à l'âge adulte (Wardle, Brodersen, Cole, Jarvis et Boniface, 2006).

6.2. Les enfants issus de niveaux socio-économiques défavorisés : une vulnérabilité augmentée

Pour définir le terme « défavorisé », il faut faire appel à la notion de Niveau Socio-Economique (NSE) (Bradley et Corwyn, 2002). Celui-ci peut être catégorisé comme faible, moyen ou haut. Il est susceptible de varier selon les groupes ethniques et peut avoir des effets distincts sur les différents types de population. Les enfants habitant dans un quartier prioritaire pour la politique d'une ville peuvent être considérés comme une population ayant un caractère « défavorisé ». Il est courant de parler de « populations vulnérables »,

correspondant à des individus d'une catégorie sociale défavorisée qui ont plus de chances de développer des conduites à risque (Frohlich et Potvin, 2008). Cheval et al. (2018) ont étudié les associations entre le NSE en bas âge et à l'âge adulte avec l'évolution de l'IP au travers des âges, sur une durée de 10 ans et sur 22846 individus. Cette étude a révélé que le risque d'IP augmente chez les individus qui sont le plus socialement défavorisés lors de leurs premières années de vie et en particulier pour les femmes. D'autre part, les enfants ayant un NSE faible sont plus enclins à développer des pathologies chroniques telles que la dépression, l'obésité ou le diabète (Everson, Maty, Lynch et Kaplan, 2002). Une étude a également indiqué que les enfants qui vivent dans la précarité pendant les 3 premières années de vie ont plus de problèmes de santé, de croissance, des problèmes attentionnels et comportementaux comparativement aux autres enfants (Bradley et Corwyn, 2002). Dans une étude réalisée à Genève auprès d'enfants immigrés ayant un NSE faible, il a été indiqué que le surpoids et l'obésité se développaient davantage dans ces quartiers (Jeannot, Mahler, Elia, Cerruty et Chastonay, 2015). Le rapprochement entre un NSE faible et les conséquences sur la santé justifient de promouvoir très tôt l'AP chez les jeunes enfants de milieux défavorisés afin de prévenir l'apparition de ces problèmes de santé (King et Ling, 2015 ; Taylor, Baranowski et Young, 1998).

De nombreuses barrières peuvent expliquer la plus forte prévalence d'IP chez les enfants de milieux défavorisés. Tout d'abord, l'argent est perçu par les familles comme étant un facteur pouvant affecter la participation aux AP. Ainsi, ils sont moins susceptibles d'apporter une aide financière et logistique pour la pratique de sports institutionnalisés après l'école ou d'activités payantes le week-end comparativement à des familles aisées. De même, plusieurs déterminants environnementaux influencent la pratique d'AP des enfants (King, Stokols, Talen et Killingsworth, 2002). Ainsi, certains facteurs de stress (trafic de drogue violence dans le quartier) peuvent amener à réduire la pratique d'AP récréative dans le

quartier (Cohen, Evans, Stokols et Krantz, 1986) alors que le fait de se trouver dans un environnement favorable et rassurant va réduire les niveaux subjectifs de stress et augmenter la pratique d'AP dans le quartier (Kaplan, 1995). De plus, le climat d'insécurité (dégradations, présence de graffitis) peut réduire l'usage des espaces libres dans le quartier (Perkins, Meeks et Taylor, 1992). La réduction des interactions directes entre les individus amène les enfants à s'engager dans des espaces virtuels (jeux vidéo, etc.) aboutissant à une réduction de la pratique d'AP dans le quartier (Montero et Stokols, 2003). D'autres facteurs liés à la qualité de l'environnement, tels que des problèmes de logement ainsi qu'un faible accès aux services de santé peut affecter négativement le développement cognitif, affectif et social de l'enfant (Bradley et Corwyn, 2002). Ces résultats indiquent clairement l'influence de l'environnement proche sur le comportement des individus.

Localement, le quartier Laubadère de la commune de Tarbes correspond à l'adjectif « défavorisé » que nous venons d'évoquer. Dans ce quartier, le taux de chômage est de 26% alors que dans l'ensemble de la ville de Tarbes il atteint 18%. Ce quartier est composé à 49% des logements sociaux alors que ce taux s'élève à 23% pour le reste de la commune. Le contexte social et économique de ce quartier est ainsi défavorable ce qui a d'ailleurs conduit à ce qu'il soit classé quartier prioritaire pour la politique de la ville. Les deux écoles primaires situées dans ce quartier sont placées en Réseau d'Éducation Prioritaire (REP). C'est au sein de ces deux écoles que s'est déroulée la partie interventionnelle de ces travaux de recherche.

7. Manque d'études interventionnelles

L'école accueille tous les enfants et permet de les sensibiliser en appliquant plusieurs types d'actions (Kriemler et al., 2011). Ainsi, l'une des stratégies les plus prometteuses pour promouvoir l'AP ainsi que diminuer le TS est la mise en place d'interventions dans le cadre scolaire (Kriemler et al., 2011 ; Van Sluijs, McMinn et Griffin, 2007). De manière générale,

les interventions sont effectuées sur 6 mois, 1 année ou 2 années scolaires complètes (Kriemler et al., 2011). Au cours des dernières années, plusieurs revues de littérature ont été conduites sur les études interventionnelles en milieu scolaire (Biddle, Petrolini et Pearson, 2014 ; Kriemler et al., 2011 ; Van Sluijs et al., 2007). Les conclusions de ces synthèses montrent que les études visant seulement à promouvoir l'AP sont majoritaires alors que les études cherchant à promouvoir l'AP et à diminuer le TS étaient clairement minoritaires. De plus, dans leurs conclusions, les revues de littérature ont également indiqué un manque crucial d'études interventionnelles auprès d'enfants issus de milieux défavorisés (Kriemler et al., 2011 ; Hegarty, Mair, Kirby, Murtagh et Murphy, 2016). De manière générale, deux objectifs mondiaux ont été récemment fixés par l'OMS (WHO, 2019):

- 1) Réduire la prévalence de l'IP, notamment de 15% chez les enfants et adolescents en 2030 ;
- 2) Diminuer drastiquement les inégalités sociales de santé.

Ainsi, tant pour des raisons scientifiques que pour répondre aux enjeux de santé publique prioritaires, il apparaît nécessaire de réaliser des actions de promotion de l'AP et de diminution du TS auprès d'enfants français issus de quartiers défavorisés. Ces actions ont été réalisées dans le présent travail de thèse.

II -Les enfants issus des quartiers défavorisés en Anthropocène : promouvoir l'AP et diminuer le TS sur le long terme

Agir pour la promotion de l'AP et la diminution du TS constitue une tâche complexe. Il ne s'agit pas uniquement de faire appliquer les recommandations dans le cadre d'un programme d'éducation à la santé, mais de modifier les comportements des enfants de manière durable. Les facteurs individuels doivent être ainsi modifiés, alors même qu'ils

subissent l'influence de facteurs interpersonnels, environnementaux et sociaux (Sallis, Owen et Fisher, 2008). Dans l'objectif de réaliser des actions de promotion de l'AP efficaces et innovantes auprès des enfants, il est donc indispensable de savoir *comment agir efficacement*. Il faut ainsi étudier les stratégies d'intervention réalisées antérieurement. Ces informations serviront de base à la conception d'une intervention visant des modifications comportementales en termes de pratique d'AP et de TS chez les enfants.

1. Comment faire ? Élaboration de la méthodologie interventionnelle

Outre le fait d'avoir identifié le besoin de nouvelles études interventionnelles en milieu scolaire avec les enfants issus de quartiers défavorisés, les revues de littérature ont également analysé leur efficacité. Pendant longtemps, les travaux scientifiques utilisaient peu d'actions interventionnelles auprès des enfants et leur efficacité était limitée à très court terme (Kriemler et al., 2011) et ne se sont pas montrées efficaces dans l'optique de modifier durablement les comportements actifs.

Au cours de la dernière décennie, les interventions se sont développées et améliorées en prenant en considération divers éléments théoriques comme par exemple la théorie de l'auto-détermination (Deci et Ryan, 2002). Définie comme une macro-théorie de la motivation humaine, cette théorie cherche à agir sur les besoins psychologiques fondamentaux, innés et universels propres aux enfants : le sentiment de compétence (White, 1959), le sentiment d'autonomie (Decharms et Carpenter, 1968) et le sentiment d'affiliation sociale (Baumeister et Leary, 1995). Marshall et Ramirez (2011) ont signalé l'importance de prendre en considération l'enfant, mais également ses sources d'influence au niveau interpersonnel telles que les parents, les amis, les enseignants ainsi que l'ensemble de son environnement (Heath et al., 2012 ; Temmel et Rhodes, 2013). Tous ces facteurs peuvent être regroupés dans plusieurs niveaux situés autour des facteurs individuels, dans un modèle

appelé le modèle socio-écologique, d'abord proposé par Bronfenbrenner en 1979 avant d'être adapté par Sallis et al. (2002). Les interventions qui agissent sur plusieurs niveaux du modèle socio-écologique sont appelées communément interventions multi-leviers. Elles ont pour but d'agir sur une somme de facteurs d'influence auprès des enfants. L'objectif final est ainsi d'agir sur les facteurs individuels des enfants (psychologiques, physiques, sociaux) par le biais de ces multiples influences, afin de promouvoir l'AP et de diminuer le TS. D'après les revues de littérature précédentes publiées à ce sujet, les interventions multi-leviers obtiennent des résultats prometteurs comparativement aux études uni-leviers (Kriemler et al., 2011 ; Hegarty et al., 2016). Cependant, il y a un manque de preuves de leur efficacité qui est d'autant plus important pour les études réalisées auprès d'enfants défavorisés. Pour ces populations, l'utilisation de leviers d'interventions spécifiques au contexte de vie serait le plus adapté et le plus efficace (Kriemler et al., 2011 ; Hegarty et al., 2016). Ainsi, il devient essentiel d'utiliser une méthodologie interventionnelle innovante et plus efficace et de réaliser une intervention multi-levier auprès d'enfants issus de milieux défavorisés. Cela est d'autant plus nécessaire qu'il semble, comme vu précédemment, que la qualité de l'environnement impacte le développement et le comportement des enfants issus de ces quartiers défavorisés.

Il semble également pertinent de réaliser un état des lieux des recherches interventionnelles en milieu scolaire depuis la parution des dernières revues de littératures. En effet, depuis 2011, comparer l'efficacité des études interventionnelles visant à promouvoir l'AP entre une approche uni-leviers et une approche multi-leviers n'a pas été fait (Kriemler et al., 2011). Il en est de même depuis la dernière revue parue en 2016 pour les études interventionnelles scolaires multi-leviers et uni-leviers ayant pour objectif de diminuer le TS (Hegarty et al., 2016). Ce travail permettrait également de voir si de nouvelles études interventionnelles ont été réalisées auprès d'enfants issus de quartiers défavorisés et quelles nouvelles études ont été les plus efficaces. Par ailleurs, l'analyse de ces études pourrait

permettre de répertorier les leviers d'interventions qui semblent les plus efficaces pour promouvoir l'AP et diminuer le TS. Pour ces raisons, l'article 2 de cette thèse est une révision systématique des études traitant de la promotion de l'AP chez l'enfant, en milieu scolaire. L'article 3, quant à lui, passera en revue les études cherchant à diminuer le TS des enfants, en milieu scolaire.

2. Étudier l'efficacité d'une intervention

Lors de la mise en place d'une intervention, il est nécessaire d'en mesurer les effets afin d'évaluer son efficacité. Les dernières revues de littératures conseillent de réaliser des essais randomisés contrôlés (Kriemler et al. 2011 ; Hegarty et al., 2016). Les études interventionnelles utilisent ce type de plan de recherche afin de comparer une ou plusieurs écoles « expérimentales » à une ou plusieurs écoles qualifiées de « contrôle ». Les écoles dites « expérimentales » bénéficient des actions de promotion de l'AP et de réduction du TS alors que les écoles « contrôles » n'en bénéficient pas. De plus, les études effectuent une ou plusieurs mesures de l'AP et du TS en pré et post-intervention. Dans l'objectif de modifier les comportements d'AP et de TS à long terme, les revues de littérature soulignent l'intérêt de réaliser un suivi précis des enfants avant, pendant, après l'intervention et également plus tardivement (Van Sluijs et al., 2008). Or, il a été constaté qu'une faible partie des études interventionnelles réalisent des mesures avec un suivi longitudinal pendant et après la fin de l'intervention (Kriemler et al., 2011 ; Hegarty et al., 2016). Tout comme pour les études descriptives des données d'APMV et de TS, les règles relatives à l'utilisation et l'analyse des données d'accélérométrie sont hétérogènes, diminuant les comparaisons possibles entre les différentes études (Guinhouya et al., 2013). Dans l'objectif de mesurer convenablement les effets des interventions, la méthodologie de l'étude interventionnelle optimale doit prendre en considération ces points méthodologiques. La rédaction d'un article exposant la méthodologie

utilisée permet de présenter les éléments novateurs et susceptibles de mener à une plus grande efficacité des interventions. Elle peut apporter des informations essentielles aux chercheurs, futurs intervenants, directeurs et concepteurs de projets et aux professeurs des écoles s'intéressant à la promotion de l'AP. Par conséquent, la méthodologie de l'étude interventionnelle que nous avons réalisée est développée dans l'article 4 de ce travail de thèse, tandis que l'article 5 présentera les résultats de cette étude.

3. Comprendre les résultats

Les données d'AP et de TS obtenues ainsi que les données des questionnaires sont des reflets des comportements des enfants qui ont été modifiés ou non par l'intervention. Bien que ces chiffres permettent d'avoir un regard quantitatif concernant l'efficacité de l'intervention, ils ne peuvent expliquer à eux seuls les phénomènes sous-jacents qui ont donné lieu à une augmentation de l'AP ou non. Il est important de tenter de connaître les facteurs pouvant expliquer les résultats obtenus (Hegarty et al., 2016). L'utilisation d'approches plus qualitatives peut permettre d'identifier des facteurs explicatifs des résultats obtenus. Ces analyses apportent ainsi des informations complémentaires aux futurs intervenants et chercheurs pour promouvoir l'AP et diminuer le TS plus efficacement. Par conséquent, le regard des enseignants, parties prenantes de ces interventions réalisées en milieu scolaire, peut être particulièrement précieux.

Il est donc essentiel d'évaluer leurs perceptions et leurs expériences vécues concernant les actions qui ont été mise en place (Martin et Murtagh, 2017). Cependant, la littérature indique que les études interventionnelles n'effectuent pas suffisamment de bilan des expériences vécues par les enseignants afin de mieux comprendre les résultats obtenus (Kriemler et al., 2011 ; Hegarty et al., 2016). A titre d'exemple, peu d'études reportent les taux de participation des enseignants à ces actions (Altenburg, Kist van Holthe et Chinapaw,

2016 ; Kriemler et al., 2011). Ainsi, questionner les enseignants peut également permettre de connaître leur degré d'implication au cours des différentes actions interventionnelles. Par conséquent, recueillir les perceptions des enseignants à la suite des interventions réalisées s'avère nécessaire dans le cadre de la promotion de l'AP à l'école. L'article 6 présente les données recueillies auprès des enseignants durant notre étude interventionnelle.

Par ailleurs, une façon de convaincre les enseignants de s'impliquer est de leur apporter des arguments en faveur des bénéfices de l'AP et de la réduction du TS non seulement pour la santé, mais également pour les apprentissages scolaires. Ainsi, de manière plus exploratoire, ce travail s'est également intéressé aux interrelations entre l'AP, la motricité et certaines variables attentionnelles. La littérature relative à ces questions va être brièvement présentée dans la partie suivante.

III -Études des relations entre l'activité physique, les habiletés motrices et les capacités attentionnelles

1. Notions préalables

Le mouvement occupe une place centrale dans le développement de l'être humain. Pendant des dizaines de milliers d'années, les comportements moteurs involontaires ont joué un rôle fondamental pour la survie de l'espèce humaine (Llinás, 2001). Les aires sensorielles cérébrales, à l'origine de ces comportements moteurs, étaient alors prédominantes. Au cours de l'évolution, le cerveau humain a subi de profondes modifications. En effet, des aires cérébrales non spécifiques se sont développées et ont remplacées un nombre considérable d'aires sensorielles. Par conséquent, les mouvements de type réflexe des humains ont diminué (Tomporowski, Lambourne et Okumura, 2011) et ont laissé place à l'émergence des mouvements contrôlés et volontaires guidée par une intentionnalité (Llinás, 2001 ; Tomporowski et al., 2011). Les aires non spécifiques, devenues proéminentes, se sont

développées dans la zone préfrontale du cerveau nommée néocortex. Plus précisément, les études actuelles montrent que l'augmentation croissante du volume de matière blanche dans cette zone, correspondant à la myéline entourant les axones, a permis une augmentation de la plasticité cérébrale et de l'adaptabilité humaine. Ainsi, l'être humain moderne a la capacité de s'acclimater et de transformer son environnement au travers de ses actes réfléchis : c'est l'émergence de la cognition humaine (Tompsonski et al., 2011). Celle-ci est une fonction complexe et multiple regroupant un ensemble d'activités mentales permettant à l'être humain, dans sa relation avec l'environnement, d'acquérir des connaissances (Best, Miller et Jones, 2009 ; Kiefer et Trumpp, 2012). Parmi les processus cognitifs, les fonctions exécutives permettent de s'adapter à chaque situation par la mise en jeu du langage, la résolution de problèmes, la prise de décision, ainsi que par l'attention (Tompsonski et al., 2015). Plus précisément, l'attention est définie comme une habileté à résister aux distractions et régule le flux d'informations sensorielles (Léger et al., 2016 ; Masquetiaux, 2017). Ainsi, elle concerne tout particulièrement l'inhibition et la flexibilité mentale (Best et al., 2009). L'inhibition se définit comme la suppression des cognitions qui perturberait le bon aboutissement d'un objectif, c'est-à-dire le fait de ne pas se laisser distraire par des éléments perturbateurs dans une tâche (Dagenbach et Carr, 1994 ; Houdé, 2000). La flexibilité mentale, appelée « shifting », est la capacité de changer de tâche ou de stratégie mentale et de passer d'une opération cognitive à une autre (Scott, 1962).

L'inhibition et la flexibilité mentale, mis en jeu dans les fonctions exécutives, sont déterminants pour l'adaptation du comportement de l'enfant et du futur adulte à son environnement (Bell et Wolfe, 2004 ; Best et al., 2009 ; Tompsonski et al., 2015). Ils commencent à se former dès la petite enfance et continuent à évoluer au cours de l'adolescence, parallèlement au développement très lent des aires cérébrales non spécifiques qui s'établit au cours de ces années de vie (Best et al., 2009 ; Khan et Hillman, 2014). Plus

précisément, le pic développemental de l'inhibition et de la flexibilité mentale est estimé entre 7 et 11 ans (Roy, Le Gall, Roulin et Fournet, 2012). Ainsi, il est important de les stimuler au cours de l'enfance et de l'adolescence. L'entraînement et l'utilisation de feedbacks permet de les faire évoluer de façon continue.

Des études plus récentes montrent un effet positif de la pratique d'AP sur les capacités d'inhibition et de flexibilité mentale (Booth et al., 2013; Donnelly et Lambourne, 2011 ; Fisher et al., 2011 ; Hillman et al., 2014). Les recherches contemporaines se sont notamment intéressées aux effets chroniques de la pratique d'AP pendant l'enfance et l'adolescence, c'est-à-dire aux répercussions à long terme qu'elle peut entraîner sur l'inhibition et la flexibilité mentale (Kiefer et Trumpp, 2012 ; Tomporowski, McCullick, Pendleton et Pesce, 2015). Plus précisément, des études récentes ont montré un effet positif de l'AP chronique pratiqué pendant l'enfance sur ces deux fonctions exécutives (Booth et al., 2013 ; Donnelly et Lambourne, 2011 ; Fisher et al., 2011 ; Hillman et al., 2014). Afin de mieux comprendre les effets de l'AP sur le fonctionnement et le développement cortical, des recherches animales ont été effectuées. Ces études ont indiqué que l'AP favoriserait la neurogénèse, la production de facteurs neurotrophiques, la plasticité synaptique ainsi que la production de neurotransmetteurs spécifiques dans des aires impliqués dans les fonctions exécutives (Vivar et Potter, 2012). De plus, il semble que l'AP, au cours des premières années de vie, optimise les réseaux neuronaux qui sont impliqués dans les fonctions exécutives et crée une réserve de cellules précurseurs qui influenceront les capacités d'apprentissage des individus pendant leur vie (Donnelly et al., 2016 ; Tomporowski et al., 2011).

D'autre part, il apparaît que l'AP peut influencer les fonctions exécutives (dont l'inhibition et la flexibilité mentale, liées à l'attention) par deux moyens principaux : 1) son aspect quantitatif (son intensité, sa durée et sa fréquence) : c'est l'hypothèse de la condition

physique cardiovasculaire (« cardiovascular fitness hypothesis ») ; 2) son aspect qualitatif, par les caractéristiques de l'AP qui peuvent générer un effort mental particulier (traduit par un engagement mental, « mental engagement ») : c'est l'hypothèse de la stimulation cognitive (« stimulation cognitive hypothesis »).

2. Relations entre AP et capacités attentionnelles

2.1. Hypothèse de la condition physique cardiovasculaire

Hypothèse de la condition physique cardiovasculaire

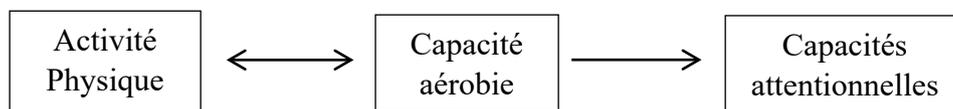


Figure 2. Relations entre AP, capacité aérobie et capacités attentionnelles : hypothèse de la condition physique cardiovasculaire.

D'après cette hypothèse, les effets positifs sur les fonctions exécutives et plus précisément sur l'inhibition et la flexibilité mentale seraient liés à une augmentation du niveau de condition physique (Booth et al., 2013 ; Hillman, Erickson et Kramer, 2008) avec la pratique accrue d'AP (voir figure 2). Ainsi, la condition physique serait un élément médiateur (Pindus et al, 2016). Cette hypothèse suivrait un modèle dose-réponse (Donnelly et al., 2016). En effet, les enfants ayant une condition physique plus élevée bénéficieraient de modifications au niveau de P3-ERP, un composant généré par un réseau de structures neuronales incluant le lobe frontal, le cortex cingulaire antérieur (ACC) ainsi que le lobe temporal inférieur, toutes impliquées dans les opérations cognitives et notamment dans les tâches attentionnelles. L'amplitude de P3 serait augmentée, démontrant une allocation de ressources attentionnelles plus importante, et aurait une plus grande latence, preuve d'un traitement cognitif plus rapide

(Hillman, 2014). Les études utilisant la neuro-imagerie fonctionnelle ont montré que cette augmentation était plus marquée dans des groupes d'enfants ayant bénéficié d'actions de promotion de l'AP et ayant augmenté significativement leur niveau de condition physique (Khan et Hillman, 2014). De plus, avec cette même technique, il a été observé que les enfants ayant une condition physique plus élevée présentaient des structures cérébrales plus développées comparativement aux enfants ayant une moindre condition physique, notamment des ganglions de la base et de l'hippocampe (Chaddock et al., 2010 ; Donnelly et al., 2016 ; Khan et Hillman, 2014).

Ainsi, cette première hypothèse permet d'expliquer comment la pratique d'AP, selon un modèle dose-réponse, peut influencer positivement les fonctions exécutives des enfants. Cependant, cette hypothèse prend uniquement en considération l'aspect quantitatif de la pratique d'AP pour expliquer ses liens avec les fonctions exécutives. Or, il est possible également que les contenus des séances d'AP, qui engagent un effort mental particulier, puissent avoir des effets bénéfiques sur les fonctions exécutives. Ainsi, l'hypothèse de la stimulation cognitive a été proposée pour étudier les effets qualitatifs de la pratique d'AP.

2.2. Hypothèse de la stimulation cognitive

Hypothèse de la stimulation cognitive

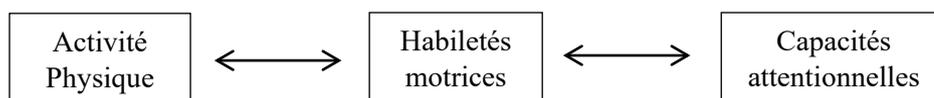


Figure 3. Relations entre AP, habiletés motrices et capacités attentionnelles : hypothèse de la stimulation cognitive.

Plus les enfants pratiquent d'AP, plus les performances aux tests d'habiletés motrices sont élevées (Fisher et al., 2005 ; Zeng, Ayyub, Sun, Wen, Xiang et Gao, 2017). Les habiletés motrices ont à leur tour des répercussions positives sur les capacités attentionnelles comme cela est illustré par la figure 3 (Diamond, 2012 ; Rigoli, Piek, Kane et Oosterlaan, 2012). En effet, de la naissance jusqu'à l'âge de 2 ans, l'enfant explore le monde au travers du mouvement et des expériences sensorielles vécues (Piaget, 1980). Lors de cette phase, la motricité va permettre le développement cérébral de l'enfant et du futur adulte (Diamond, 2000). Or, plus tardivement pendant l'enfance, le mouvement réalisé, notamment par la pratique d'AP, continue d'être déterminant. Les expériences motrices réalisées influencent les perceptions qu'a l'enfant de son environnement ainsi que la manière dont il interagit avec lui. Ainsi, la réalisation des jeux et des AP requérant des aspects réflexifs favorise l'émergence et le développement des fonctions exécutives : c'est le cas des exercices de type « qualitatifs », tels que par exemple la danse et divers jeux et sports collectifs (Crova, Marchetti, Struzzolino, Forte et Pesce, 2014 ; Pesce, 2012). Ces exercices engagent des stratégies de résolution de problème, permettent l'acquisition de connaissances déclaratives et procédurales ainsi que les stratégies de réponses pouvant favoriser le développement des habiletés intellectuelles (Pesce, 2012 ; Tomporowski et al., 2015). Le type d'entraînement est un facteur déterminant dans le transfert par lequel les connaissances liées à la pratique d'AP peuvent être généralisées à l'environnement académique (Lakes et Hoyt, 2004). Il y aurait donc un effet médiateur de la motricité entre la pratique d'AP et les capacités attentionnelles et intellectuelles dans l'hypothèse de la stimulation cognitive.

3. Relations entre les variables : données des études

Plusieurs revues de littérature et méta-analyses ont étudié les effets de la pratique d'AP et ont montré les liens positifs existants entre la pratique d'AP, la condition physique et

les fonctions exécutives d'un côté, ainsi qu'entre la pratique d'AP, les habiletés motrices et les fonctions exécutives de l'autre (Aadland et al., 2017 ; Donnelly et al., 2016 ; Fedewa et Ahn, 2011 ; Sibley et Etnier, 2003). Ainsi, ces revues confirment l'existence d'effets positifs de la pratique d'AP par ses aspects quantitatifs et qualitatifs. De plus, ces revues ont également montré les liens positifs entre les indicateurs précédemment cités et la réussite scolaire des enfants (Aadland et al., 2017 ; Donnelly et al., 2016 ; Fedewa et Ahn, 2011 ; Sibley et Etnier, 2003). Ainsi, la pratique d'AP peut aboutir à augmenter les performances académiques des enfants, par le biais des deux hypothèses.

Certaines études ont spécifiquement analysé les relations entre les fonctions exécutives, les habiletés motrices et l'AP d'enfants issus de milieux socio-économiquement défavorisés. Ainsi, Chang et Gu (2018) ont indiqué que les fonctions exécutives, dont la capacité d'inhibition, étaient une variable médiatrice entre les habiletés motrices et la capacité à lire correctement un texte sur un échantillon de 145 enfants. De plus, Draper, Achmat, Forbes et Lambert (2012) ont étudié l'impact d'un programme de développement moteur sur le développement cognitif de 83 enfants : comparativement au groupe contrôle, les enfants ayant bénéficié de ce programme ont amélioré leur score d'habiletés motrices et leurs scores liés aux fonctions exécutives, dont les capacités attentionnelles. Ainsi, les enfants issus de milieux défavorisés qui auraient pratiqué de l'AP favorisant le développement de la motricité obtiendraient également des modifications favorables en termes de capacités attentionnelles. Ces relations ont été étudiées avec une approche méthodologique transversale, c'est-à-dire à un instant t pendant l'enfance, mais ont été peu étudiées selon une approche longitudinale, c'est-à-dire en évaluant les effets des habiletés motrices à 6 ans sur les capacités attentionnelles des enfants à 8 ans (Donnelly et al., 2016). C'est ce que nous proposons de faire dans l'article 7 de ce travail de thèse.

Face au fort taux d'IP et de TS des enfants, la promotion de l'AP est actuellement un sujet central au cœur des problématiques sanitaires mondiales. Elle s'imbrique dans la nécessité de participer au développement moteur et cognitif de l'enfant. Des preuves manquent et des études supplémentaires sont nécessaires. Au travers des 7 articles scientifiques de ce travail de thèse, l'objectif est d'apporter de nouvelles connaissances sur cette thématique. L'organisation de ces sept articles et leur articulation avec les principaux objectifs de cette thèse sont présentées sur la page suivante.

IV -Objectifs généraux

1. Décrire les niveaux d'AP et de TS d'enfants Français et Espagnols

- Article 1 : étude des données descriptives d'AP et de TS des enfants en France et en Espagne

2. Concevoir, mettre en œuvre et évaluer les effets d'une étude interventionnelle

2.1. Réaliser une révision systématique de la littérature sur les interventions en milieu scolaire visant à promouvoir l'AP et à diminuer le TS des enfants

- Article 2 : étude de l'efficacité des interventions visant à promouvoir l'AP
- Article 3 : étude de l'efficacité des interventions visant à diminuer le TS

2.2. Concevoir une étude interventionnelle multi-levier adaptée au public visé

- Article 4 : description de la méthodologie utilisée

2.3. Evaluer les effets de cette intervention

- Article 5 : étude des effets de l'intervention dans les deux écoles primaires en REP
- Article 6 : étude qualitative sur la perception de l'intervention par les enseignants

3. Étudier les relations entre l'AP, les habiletés motrices et les capacités attentionnelles

- Article 7 : étude des liens entre ces variables

Deuxième partie :
Présentation des travaux de recherche

I -Travaux de recherche 1 :

Children's physical and sedentary activity levels in France and Spain at different periods of the school day

Caroline BERNAL¹, Lena LHUISSET¹, Nicolas FABRE¹, Alberto AIBAR², Julien CHANAL³,
Julien BOIS¹

¹ Université de Pau & des Pays de l'Adour, e2s UPPA, MEPS, Tarbes, France STAPS

² University of Zaragoza, Research Group EFYPAF

³ Department of psychology, University of Genève

Contribution des auteurs :

Caroline Bernal a rédigé l'article. Léna Lhuisset, Nicolas Fabre et Julien Bois ont participé aux corrections de l'article et à des modifications de son contenu. Alberto Aibar a permis le bon déroulement du protocole expérimental en Espagne, a aidé sur les périodes de récoltes des mesures d'activité physique et de sédentarité en Espagne et a également corrigé les premières versions de cet article. Julien Chanal a apporté son aide dans le domaine des analyses statistiques.

Cet article a été soumis dans la revue « Sciences et Motricité » (mars 2020). Il est en cours d'expertise.

Children's physical and sedentary activity levels in France and Spain at different periods of the school day.

Abstract (153 words):

In industrialized countries, there has been a decrease in physical activity (PA) and an increase in sedentary time (ST), especially in children. To promote active behaviours in young people, it is important to understand better their physical activity patterns and how they can be affected by differences in culture. This study analysed the moderate to vigorous physical activity (MVPA) and ST of 2nd and 5th grade children during different periods of the day in France and in Spain. For the study, 179 children wore accelerometers for a week. Children spent 67.20 ± 17.83 minutes in MVPA and 606.14 ± 37.39 minutes in ST per day. Overall 55.40% and 15.57% of the children complied, respectively, with the daily MVPA and the school guidelines. Spanish children were more active before and after school, but both groups were similarly active during school hours. These results show significant differences in PA levels and ST in two different countries ($p < 0.05$) with school reducing these differences.

Key words: cross cultural study; children; school; accelerometry.

Acknowledgements:

The authors would like to thank all the children for their participation, the teachers for their availability and Jules Ruelloux for his help during data collection.

Niveaux d'activité physique et de sédentarité des enfants en France et en Espagne à différents moments de la journée.

Résumé (186 mots) :

Dans les pays industrialisés, le niveau d'activité physique (AP) des enfants diminue alors que le temps sédentaire (TS) augmente. Pour promouvoir les comportements actifs des enfants, il est important de mieux comprendre les comportements liés à la pratique d'AP et la manière dont ils peuvent être affectés par cultures différentes. Ainsi, cette étude a analysé l'activité physique modérée et vigoureuse (APMV) et le TS d'enfants en 2^{ème} et 5^{ème} année d'école primaire à différents moments de la journée en France et en Espagne. Au total, 179 enfants ont porté des accéléromètres pendant une semaine. Les enfants ont effectué $67,20 \pm 17,83$ minutes d'APMV et $606,14 \pm 37,39$ minutes de TS par jour. Dans l'ensemble, 55,40 % des enfants respectaient les recommandations des 60 minutes d'APMV quotidiennes et 15,57% respectaient les recommandations des 30 minutes d'APMV sur le temps scolaire. Les enfants espagnols étaient plus actifs sur le temps extrascolaire. Cependant, les niveaux d'AP des enfants français et espagnols étaient similaires sur le temps scolaire. Ces résultats montrent ainsi des différences significatives entre les niveaux d'APMV et de TS dans deux pays différents ($p < 0.05$), l'école contribuant à la réduction des différences.

Mots clés : étude transculturelle ; enfants ; école ; accélérométrie.

Remerciements :

Les auteurs tiennent à remercier tous les enfants pour leur participation, les enseignants pour leur disponibilité et Jules Ruelloux pour son aide lors de la collecte des données.

1. Introduction

Personal energy expenditure is at its lowest since the post-war period (Ng & Popkin, 2012). It is also well documented that physical activity (PA) has decreased drastically in the 21st century in developed and industrialized societies, and ST has increased at the same time (Warburton & Bredin, 2017). PA has numerous benefits on physical, psychological and social health (Ekelund et al., 2016) whilst ST is a major contributor to multiple diseases, such as diabetes (Biswas et al., 2015). Thus, promoting PA and reducing ST is important for adults and particularly for children since healthy habits that are adopted during childhood will last throughout life and affect adult health (Jones, Hinkley, Okely, Salmon, & Hence, 2013). For children, 60 minutes of moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) per day are recommended in public health guidelines (World Health Organization, 2010) and it is recommended to minimise the ST during the day (Tremblay et al., 2011).

School play a critical role in fostering a more active (or inactive) day. Although time spent in the classroom is mostly sedentary, various periods of time at school provide opportunities for children to participate in PA. International guidelines recommend 30 min of MVPA per day during school time, which accounts for 50% of the internationally recommended 60 minutes of daily MVPA (United States Department of Health and Human Services, 2000). A few studies have focused on the measurement of PA during school time (Nettlefold et al., 2011; Ridgers et al., 2012). However, only a small number of studies focus on PA levels outside school, which is also important to achieve the daily 60 minutes of MVPA (Troost, Rosenkranz, & Dzewaltowski, 2008). For example, time before school can be an opportunity to increase PA in children, through active transportation (Chillón, Evenson, Vaughn, & Ward, 2011). After-school hours and weekend time can also be very useful for carrying out active leisure which can be either structured sports or unstructured activities

(Trost et al., 2008). Therefore, analysing the different periods of the day inside and outside the school can help to understand children's PA and ST pattern.

Variations in cultural context, as well as in environmental and material characteristics, may influence children's PA patterns during the day as demonstrated in adolescents (Aibar et al., 2015). Cross-cultural studies make it possible to vary such parameters. In such studies, comparing various periods of the day can show if schools contribute to other differences. Since few studies have analysed PA and ST from a cross-cultural perspective in youth, our study has been designed to fill this knowledge gap (Melkevik, Torsheim, Iannotti, & Wold, 2010).

Another issue in children's PA and ST is the method of assessment of these behaviours. Existing results concerning PA levels and compliance rates with recommended levels differ drastically between studies. This is mainly due to the wide diversity in the measurement methods (United States Department of Health and Human Services, 2000). Although PA and ST questionnaires have been widely used, they are prone to subjectivity. As a consequence, the goal of this study was to analyse, in a cross-cultural perspective, accelerometer-based PA and ST levels for the whole day and at different periods of the day in children from two medium-size European cities.

2. Methods

2.1. Participants and Procedure

This study was conducted in the framework of a Pyrenean cross-cultural structure called "Center for the Promotion of Physical Activity and Health" (CAPAS-City) (Zaragoza Casterad et al., 2019). Data was collected in two medium-sized European cities selected for their geographical and demographical similarities: Tarbes (France, 304m altitude, 46,433 inhabitants, 2,775.8 inhabitants/km²) and Huesca (Spain, 490m altitude, 51,117 inhabitants,

and 8,317.4 inhabitants/km²). In this study, children of Tarbes will be labelled as "French" and those of Huesca as "Spanish" to facilitate the reader's understanding, without implying that the results can be generalised to the countries.

More specifically within this framework, three primary schools were contacted to participate in the study: two public schools in Tarbes (France) and one state-integrated school in Huesca (Spain). All three agreed to participate in the study. Only children in 2nd grade and 5th grades were recruited. Parents/guardians were informed of the project through an information meeting and provided an informed consent form to authorise their children's participation. A sample of 179 children (n=89 in France; n=90 in Spain; mean age: 7.6 years for 2nd grade; 10.2 years for 5th grade) was authorized to participate. PA and ST data were collected in November-December 2016 in France and in March-April 2017 in Spain. This study has been approved by the "Comité de Protection des Personnes Sud Méditerranée III" in France and by the Spanish Ethic Committee. It has been registered at ClinicalTrials.gov under the Identifier: NCT03983447.

2.2. Instrumentation

2.2.1. Socioeconomic Data.

The four-item scale "Family Affluence Scale II" (FAS II) was used in order to measure the socioeconomic status of the families and to identify the possible social inequalities between children. This scale is validated for comparing the Socioeconomic Status of adolescents in 35 countries, including France and Spain (Boyce, Torsheim, Currie, & Zambon, 2006).

2.2.2. Physical and Sedentary Activity.

The tri-axial GT3X accelerometer (Actigraph, Pensacola, FL, USA) was used for the assessment of PA and ST. The reliability and validity of this instrument has been demonstrated for both PA (Evenson, Catellier, Gill, Ondrak, & McMurray, 2008) and ST (Lubans et al., 2011). The accelerometer records a signal pre-processing that is expressed in “counts”, which varies according to the frequency and intensity of the acceleration. The GT3X accelerometer was attached to an adjustable elastic belt which the children wore on the right side of the hip. They had to wear it from waking to bedtime and were instructed to take it off to sleep, during showering and for water activities, according to the existing guidelines (Troost, McIver, & Pate, 2005). Children wore the accelerometers during eight consecutive days: the first day was excluded from the analysis and data was recorded on five weekdays and two weekend days. Since epochs shorter than 15 seconds allow a more accurate detection of rapid PA changes and higher intensities of movement, we have used an epoch of 1 second (Aibar & Chanal, 2015; Rowlands, Powell, Humphries, & Eston, 2006)

2.2.3. Accelerometer data processing.

Actilife v-6.13.3 software (Actigraph, Pensacola, FL, USA) was used to process the accelerometer data. We used established and appropriate categories for children (Evenson et al., 2008; Ridley, Ridgers, & Salmon, 2016): ST 0-300 counts, light PA 301-2295 counts, moderate PA 2296-4011 counts, vigorous PA 4012 counts and more. Daily wear time had to be more than 10 hours on a weekday and 8 hours on a weekend day to be considered as valid (Ridgers & Fairclough, 2011). A valid wear time for at least three weekdays and one weekend day was required (Troost et al., 2005). Wear time was calculated after excluding time intervals of at least 10 consecutive minutes with an activity of 0 counts, allowing 1 to 2 minutes in this interval between 0 and 100 counts. Children without a valid wear time were excluded.

To analyse the different periods of the school day, six different segments of time were defined according to the specific cultural schedule of each country: time before school, (08:00-8:30 in France, 08:30-9.00 in Spain); school time (08:30-12:00 and 14:00-16.00 in France; 09:00-12:00 and 15:00-17.00 in Spain); lunch time (12.00-14.00 in France, 13.00-15.00 in Spain); after-school time (16.00-19.00 in France; 17.00-20.00 in Spain) and evening time (19.00-21.00 in France, 20.00-22.00 in Spain). For these periods, the 70/80 criterion was applied for wearing validation (Catellier, Hannan, Murray, Addy, & Conway, 2005). Children who didn't respect the requirement for a valid wear time were considered as having incomplete data and were excluded from the study. They were also not considered among the 179 participants. Only children having valid accelerometer data among the 179 participants were included in each segment of time. We calculated that, on average, 23.93% of French children and 13.28% of Spanish children were excluded from the original sample due to this lack of data.

2.2.4. Data analysis

Descriptive statistics were used to determine the time in minutes spent in MVPA and ST during week days and week-end days, as well as the percentages of compliance with international guidelines on school time and daily levels. ANOVAs contrasting 2 countries x 2 grades x 2 genders with socioeconomic status as a control variable were performed for each period of time on MVPA and ST expressed in minutes and in percentage of the period of time. Since the results were similar for the absolute and relative times, we only presented the results for the absolute times. It is worth noting that no socioeconomic status effect was found on MVPA and ST. Newman-Keuls post-hoc analysis was used to identify the specific differences observed in the interactions. Software Statistica 12.5 for Windows was used to perform statistical analyses ($p < 0.05$).

3. Results

3.1. Compliance with international MVPA guidelines

In general (weekdays and week-end days), a total of 55.40% of children complied with the MVPA guidelines. As can be noticed in Table 1, a greater percentage of children fulfilled these guidelines during weekdays than during weekend days. Furthermore, the youngest children (2nd grade) were the most likely to comply with international MVPA guidelines, and this is even more pronounced during the weekend. Overall 70.96 % of the children of 2nd grade complied with the MVPA guidelines compared to 38.94% of children of 5th grade. However, the compliance with MVPA guidelines during school time was poor, with only 16.67% of French children and 14.47% of Spanish children complying with these guidelines. It should be pointed out that these percentages are independent of the children's grade.

Table 1. Compliance with international MVPA guidelines for weekdays, weekend days and school time.

Recommendations	Period	All	France		Spain	
		% (<i>n</i>)	2 nd grade % (<i>n</i>)	5 th grade % (<i>n</i>)	2 nd grade % (<i>n</i>)	5 th grade % (<i>n</i>)
> 60 minutes MVPA (W.H.O., 2010)	Weekday	68.31 (157)	81.08 (39)	46.87 (33)	77.50 (40)	65.90 (46)
	Weekend	42.49 (159)	70.27 (35)	25.00 (39)	55.00 (35)	18.18 (46)
> 30 minutes MVPA (U S Department of Health and Human Services, 2000)	School time	15.57 (164)	26.82 (41)	5.40 (37)	0.00 (40)	30.43 (46)

3.2. Analysis of the different periods of the weekday

3.2.1. MVPA levels

Subjects accumulated on average 67.20 ± 17.83 minutes of MVPA on weekdays (France: 64.80 ± 16.52 ; Spain: 71.72 ± 19.38) and 64.54 ± 29.44 minutes on weekend days (France: 62.98 ± 11.16 ; Spain: 68.14 ± 41.68). MVPA by country and grade for each period of the day are shown in Table 2. Before school, the ANOVA revealed significant main effects for country, $F(1, 133) = 62.96$ $p = 0.000$ and grade, $F(1, 133) = 24.27$, $p = 0.036$. Spanish children were more active than French ones. Children of 5th grade were more active (4.16 minutes) than those of 2nd grade (3.21 minutes). During school time, a significant main grade effect, $F(1, 157) = 5.30$ $p = 0.022$ was present. A country*grade interaction effect was also found, $F(1, 157) = 46.63$ $p = 0.000$. As illustrated in Figure 1, it appeared that children of 2nd grade were significantly more active than those of 5th grade in France, while the opposite occurred in Spain. It is worth noting that French children of 2nd grade were significantly more active than those of 2nd grade in Spain ($p = 0.000$). During lunch time, a significant country main effect $F(1, 161) = 32.62$ $p = 0.000$ emerged as well as a grade*country effect, $F(1, 161) = 11.39$ $p = 0.000$. As illustrated in Figure 1, it revealed that children of 2nd grade were significantly more active than those of 5th grade in France, while the opposite occurred in Spain ($p = 0.000$). It is worth noting that Spanish children of 5th grade were significantly more active than French children of 5th grade. After school, two main effects were identified: country $F(1, 147) = 17.13$ $p = 0.000$ and grade $F(1, 147) = 6.37$ $p = 0.012$, demonstrating that Spanish children were more active than French ones and that children of 2nd grade were more active than those of 5th grade (21.51 vs. 18.46 minutes in MVPA). Finally, in the evening period, a significant main grade effect, $F(1, 92) = 15.41$ $p = 0.000$ indicated that 2nd grade children were more active than 5th grade ones (9.04 vs. 6.29 minutes). The gender*country interaction effect was also

significant, $F(1, 92)=5.83$ $p=0.017$ and revealed that French boys were more active than French girls whereas there was no differences between Spanish boys and girls.

Table 2. Means scores and standard deviations of MVPA and ST2nd gr = children of 2nd grade; 5th gr = children of 5th grade

Variables	Time before school (30 min)		School time (Sp: 300 min ; Fr: 330 min)				Lunch time (120 min)		After-school time (180 min)				Evening time (120 min)							
	France		Spain		France		Spain		France		Spain		France		Spain					
n	66		75		78		86		82		87		72		80		45		55	
MVPA min ± SD	2.93 ± 1.60		4.47 ± 2.90		24.62 ± 6.56		22.04 ± 6.70		11.69 ± 3.84		17.03 ± 7.20		17.55 ± 6.22		22.74 ± 10.30		8.04 ± 3.68		7.23 ± 3.55	
ST min ± SD	22.34 ± 2.57		20.18 ± 3.78		261.92 ± 27.45		231.80 ± 26.63		91.20 ± 6.62		88.69 ± 36.27		135.87 ± 10.09		127.21 ± 15.82		97.10 ± 6.99		99.40 ± 7.26	
Variables	France		Spain		France		Spain		France		Spain		France		Spain		France		Spain	
	2 nd gr	5 th gr	2 nd gr	5 th gr	2 nd gr	5 th gr	2 nd gr	5 th gr	2 nd gr	5 th gr	2 nd gr	5 th gr	2 nd gr	5 th gr	2 nd gr	5 th gr	2 nd gr	5 th gr	2 nd gr	5 th gr
n	34	32	35	40	41	37	40	46	44	38	41	46	38	34	40	40	23	21	24	31
MVPA min ± SD	2,65 ±1,2	3,25 ± 1,62	3,78 ±2,43	5,07 ±3,1	27,02 ±6,85	22,67 ±4,67	17,99 ±4,30	25,57 ±6,45	13,40 ±3,62	10,20 ±3,93	15,36 ±7,68	18,53 ±6,47	18,41 ±5,62	16,02 ±5,07	24,62 ±10,84	20,91 ±9,53	10,02 ±4,16	6,00 ±2,83	8,06 ±3,90	6,58 ±3,17
ST min ± SD	22.67 ±2.13	21.54 ±2.51	20.23 ±3.81	20.14 ±3.80	260.29 ±12.72	270.04 ±7.53	251.54 ±8.06	214.64 ±25.21	88.52 ±6.13	93.21 ±6.95	84.39 ±12.24	93.00 ±3.77	134.18 ±10.38	137.87 ±9.26	119.68 ±14.86	134.56 ±13.16	94.49 ±8.11	99.69 ±7.08	97.32 ±8.59	101.00 ±5.67

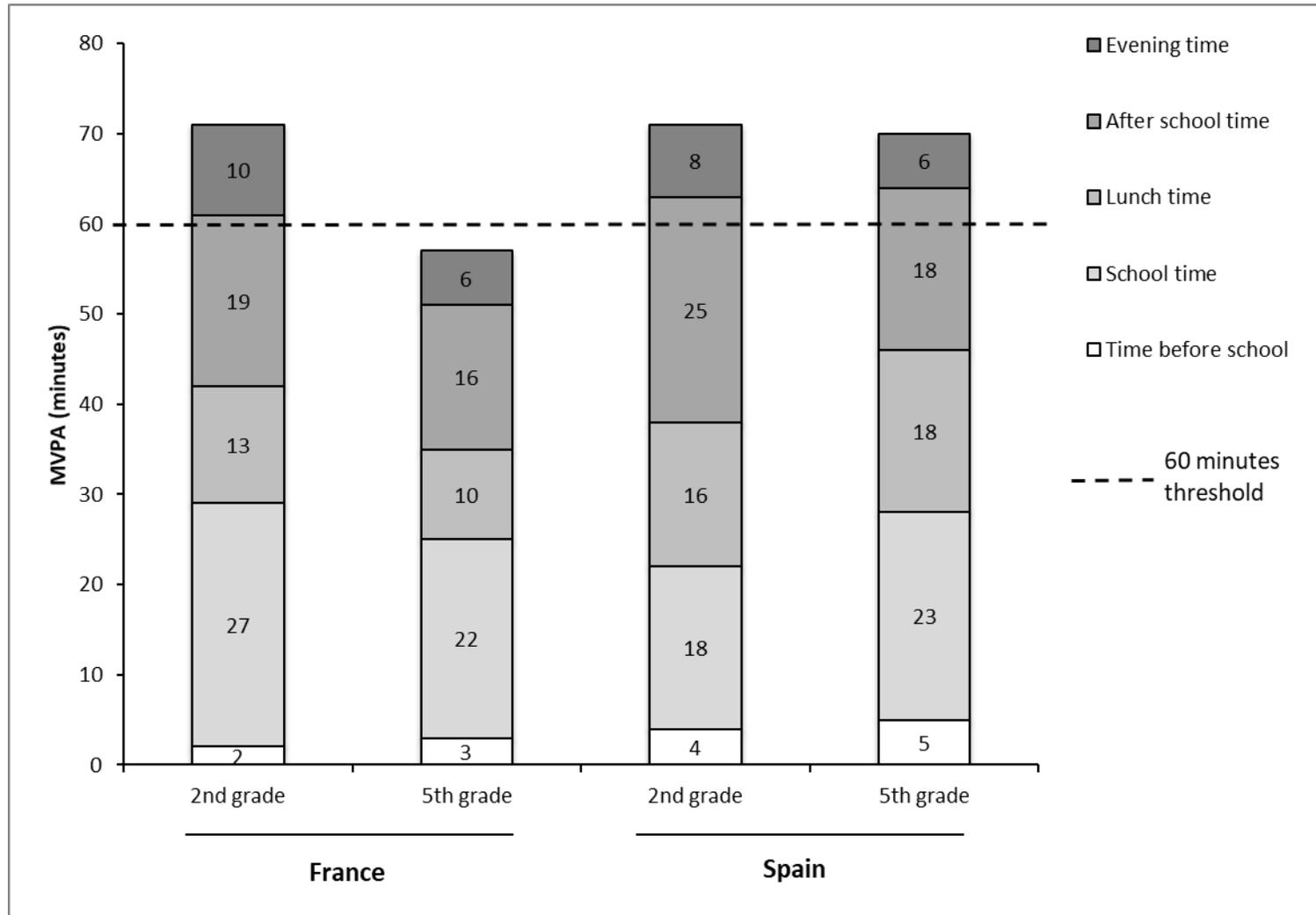


Figure 1. Time in MVPA during weekdays according to the different periods of the day and as a function of country and grade.

3.2.2. ST levels

Children accumulated on average 606.14 ± 37.39 minutes of ST on weekdays (France: 602.97 ± 36.32 ; Spain: 612.13 ± 38.85) and 583.18 ± 64.00 minutes on weekend days (France: 586.89 ± 56.64 ; Spain: 574.61 ± 78.24). ST by country and grade for each period of the day are shown in Table 2. Before school, a significant country main effect, $F(1, 133) = 10.49$ $p = 0.001$, revealed that Spanish children were less sedentary than French children. During the school time period, two significant main effects were identified: country, $F(1, 157) = 7.61$ $p = 0.006$ and grade, $F(1, 157) = 7.04$ $p = 0.008$, completed by a significant country*grade interaction, $F(1, 157) = 24.08$ $p = 0.008$. This interaction is illustrated in Figure 2. Post-hoc analyses revealed that in Spain the children of 2nd grade spent more ST than children of 5th grade while in France they did not differ. Furthermore, it is worth noting that in 5th grade, Spanish children spent less ST than French ones ($p = 0.008$). During lunch time, a significant main grade effect, $F(1, 161) = 27.42$ $p = 0.000$, revealed that children of 2nd grade spent less ST than children of 5th grade (86.45 vs. 93.10 minutes). After-school, there were significant main effects of country, $F(1, 147) = 19.36$ $p = 0.000$ and grade, $F(1, 147) = 22.19$ $p = 0.000$ as well as a country by grade interaction, $F(1, 147) = 7.34$ $p = 0.007$. It revealed that in Spain, children in 2nd grade spent less ST than 5th grade children, while in France they did not differ. In addition, it was found that for the 2nd grade children, the ST for Spanish children was lower than for French ones ($p = 0.007$) (see Figure 2). Finally, in the evening period, a significant grade effect, $F(1, 92) = 9.82$ $p = 0.002$ was completed by two significant interactions: country*gender, $F(1, 92) = 6.25$ $p = 0.0014$, and country by grade by gender, $F(1, 92) = 4.36$, $p = 0.039$ in which it appeared that French boys of 2nd grade spent less ST than the other groups of subjects in the whole sample.

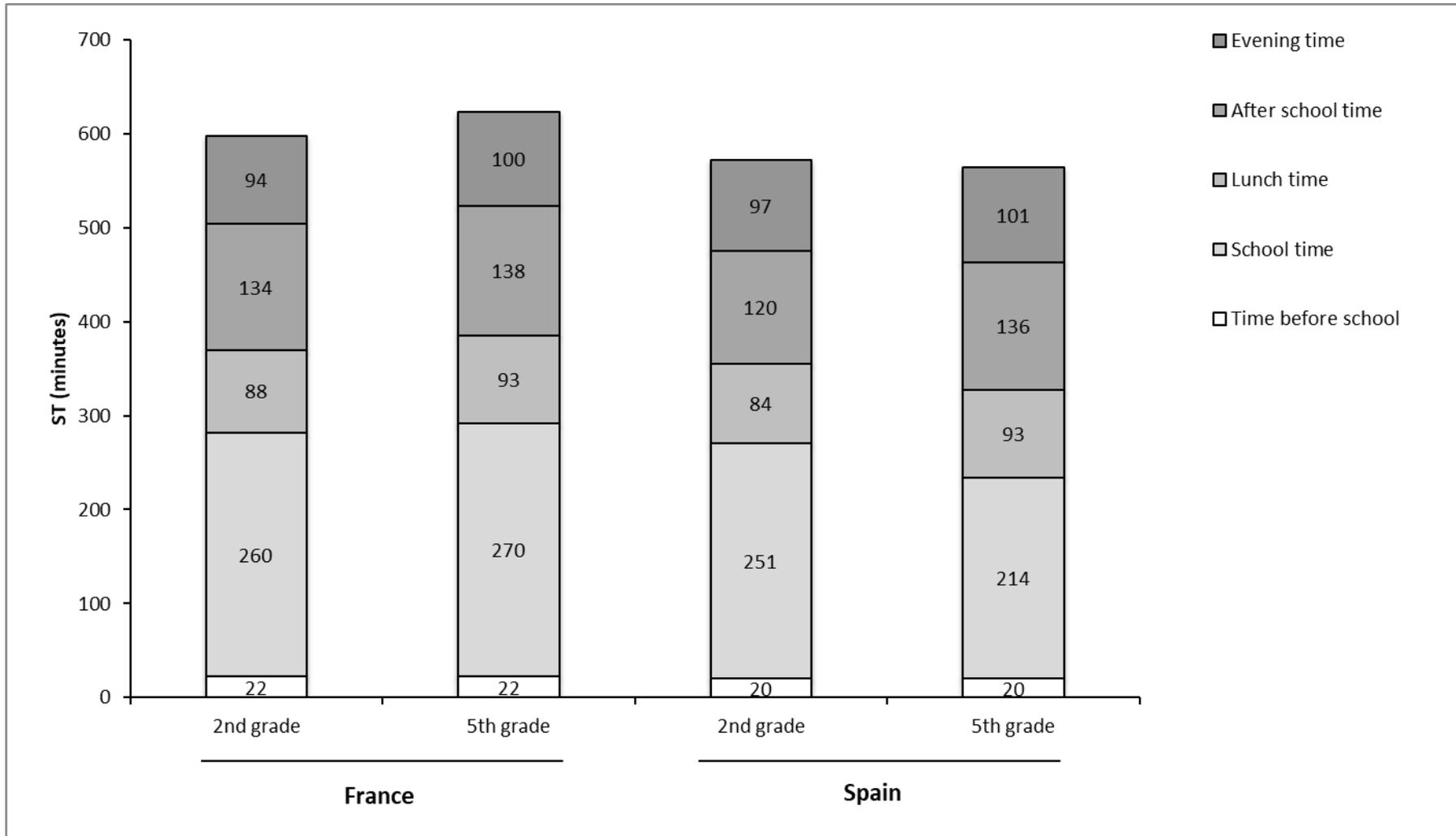


Figure 2. ST during weekdays according to the different periods of the day and as a function of country and grade.

4. Discussion

The aim of the current study was to provide and compare descriptive values of primary school children's PA and ST at different periods of the day, from two European cities.

4.1 Compliance with international MVPA guidelines

During weekdays, 71.70% of the Spanish children and 63.97% of the French children complied with the international recommendations, lower levels than has been previously observed in Spain where 89.9% of a sample of 6-12 year-old children fulfilled the recommendations, but higher than the rate previously observed in 8-11 year-old French children with only 24% of the boys and 2% of the girls complying with international MVPA guidelines (Calvo, 2014; Guinhouya et al., 2009). However, as highlighted by one report, comparisons of data across studies are complicated because of the use of a wide variety of epochs and cut-points to define MVPA (Guinhouya et al., 2009). This can explain some of the differences between the values obtained in our study and in other studies.

During the weekend days, consistent with the literature, children complied less with the MVPA guidelines than during the weekdays (Aibar, Bois, Generelero, Zaragoza Casterad, & Paillard, 2013). This demonstrates the need to include family and public policies to promote PA adequately (Aibar et al., 2013). Results also revealed that younger children were more likely to achieve the recommended levels of PA than older ones, as it is very often reported in the literature (Ortega et al., 2013). This decrease in PA with age needs to be considered and addressed since our results suggest it happens at an early age, before adolescence.

Regarding compliance with 30 minutes school guidelines for MPVA, less than two children out of ten (15.57%) reached the recommended level. This alarmingly low score is supported by other accelerometer studies with compliance rates of 7% in Europe and 24.1%

in Spain (Grao Cruces et al., 2014; van Stralen et al., 2014) Since school represents an important part of day time, it seems necessary to evaluate and promote PA at school, particularly in PE lessons and recess. The way school are organised can influence compliance with the recommendations and could be an important factor in determining compliance.

4.2 Analysis of the different periods of the weekdays

4.2.1. General MVPA and ST levels

The total time devoted to MVPA reached 72 minutes for boys and 64 minutes for girls during weekdays while they both remained around 600 minutes in ST. A study using 15s-epoch recorded the activity of 9-11 years old children from 12 countries and reported less MVPA (60.3 minutes) (Silva et al., 2018). Another US study reported 366 minutes of ST in 6-11 year-old children using 60s-epoch and Herman reported 445 minutes of ST in a cohort of 8-10 year-old children, using 15s-epoch (Hernan, Sabison, Mathieu, Tremblay, & Paradis, 2014; Matthews et al., 2008) Aibar and Chanal showed that using a 1s-epoch to describe ST could lead to higher levels of ST since time is more finely analysed (Aibar & Chanal, 2015).

Overall, the results indicated that Spanish children accumulated more MVPA than French ones (72 vs. 65 minutes), younger children were more active and less sedentary than older ones (72 minutes of MVPA and 591 of ST for 2nd grade children vs.64 minutes of MVPA and 621 of ST for 5th grade ones) and that girls spent more ST than boys (614 vs. 593 minutes). Finally, children were less sedentary during weekend days as reported in another study, but also less active (Nilsson et al., 2009).

4.2.2. Time before school

French children spent only 10% of this period of time in MVPA and 75% of it in ST while it represented 15 % and 67% respectively in Spanish children. The fact that Spanish children in this study were more active and less sedentary could be due to the configuration of

the neighbourhoods within the city which favours active transportation to school. Furthermore, in France, children must go to school in their neighbourhood, so home-school distances are probably smaller than in Spain, which could also explain some of the differences. However, it is worth noting that active transportation is related not only to MVPA but also to light PA (Chillón et al., 2011). Thus, in this study, active transportation patterns are probably only partially taken into consideration. Children in 5th grade were the most active in this period. It is possible that older children are more independent and likely to use active transportation, while younger ones are transported by their parents. Taken together these results suggest that active transportation to school should be promoted in two ways: first, through development of secure pathways to school which allow children to walk or cycle to school on their own; second, through educating parents to encourage them to walk their children to school or to let them walk to school.

4.2.3. School time

In both France and Spain, around 7% of school time was spent in MVPA while more than 76% of school hours were spent in ST. Our MVPA values ranging from 18 to 27 minutes are consistent with other studies on the segmented day (Weaver et al., 2016). It is worth noting that these average times of MVPA did not reach the 30 minutes internationally-recommended levels (United States Department of Health and Human Services, 2000). School organisation seems to differ between France and Spain and this could have different effects on the PA of French and Spanish children. It seems that in Spain the recess time can be spent indoors or outdoors to carry out various activities, which is not the case in France where the recess time is exclusively in the schoolyard. Moreover, in France, some changes in classroom activities are accompanied by an active break in contrast to Spain. This organisation leads the youngest Spanish children in particular to be less active. Since school

time represents a significant part of the day (6 hours) and most of this time is sedentary, it appears important (1) to promote PA as well as (2) to decrease ST (Kriemler et al., 2011).

(1) Different factors can affect PA at school such as time dedicated to recess, PE classes (frequency, duration, content) as well as play equipment in schoolyards (Nilsson et al., 2009). Thus, PA promotion at school should include promotion of an active recess through schoolyard layouts adapted to all age groups, both genders and different types of interest. This suggests a diversity of equipment, and floor paintings and material should be provided to allow each child to engage in PA. Furthermore, school teachers should be made aware of the benefits of PA and encouraged to favour involvement in PA during recess and during classes.

(2) ST can be minimised through classroom organisation and pedagogy that would favour light to moderate PA (i.e. displacements in the class room, active pause, active learning session...) usually labelled as “active classroom”, or by the use of standing desks (Minges et al., 2016).

4.2.4. Lunch time

French children were less active and more sedentary (10% of the time in MVPA and 76% in ST) than Spanish ones (14% in MVPA and 74% in ST). Observed values ranging from 10 to 18 minutes were higher than another American study reporting 2 to 2.8 minutes of MVPA during lunch time (Weaver et al., 2016). It is possible that the school organization in France favours a significant lunch time instead of PA participation during this time period, compared to the Spanish school organization.

In France and Spain, children can stay at school during this specific time or eat at home. For children who eat at home, this period is suitable for active transportation. This could explain the differences between both countries as discussed above for the time before school. For children staying at school, as for school time, schoolyard layout can potentially

affect PA participation, but this probably does not explain all the difference between Spain and France since this difference did not exist during school time. The organisation of lunch time can also play a role. Thus, time spent for lunch should not be too long in order to allow children to have free time that includes PA. This last factor is more likely to explain the differences between countries. Since ST represents an important proportion of lunch time in both countries (around 75%), it seems important to inform the school employees that supervise lunch and to encourage them to organise time and space to reduce ST and promote PA.

4.2.5. After-School time.

After-school time remains the most favoured time period for PA participation, compared to the school-time (Mota et al., 2005). However, Spanish children were more active and less sedentary than French ones (12% vs. 10% of the time in MVPA and 70% vs. 75% in ST). Furthermore, children of 2nd grade were more active and less sedentary, which is in line with the classical PA decline with age partly linked to the increasing access to sedentary leisure and to the decreasing influence of parents with the child's age (McDavid, Cox, & Amorose, 2012; Trost et al., 2002).

Some factors may explain the country differences. The configuration of the neighbourhood and the accessibility and proximity of places adapted for PA participation are part of these environmental factors determining children's PA according to the socio-ecological model (Owen, Leslie, Salmon, & Fotheringham, 2000). Neighbourhood security and fear of crime can affect PA outside of school, and this factor probably had a stronger effect in France than in Spain since French children were located in a more disadvantaged neighbourhood where security preoccupations are likely to create important barriers to PA (Ferreira et al., 2007). Furthermore, in these disadvantaged neighbourhoods, access to PA

could be less frequent because this population is less likely to enrol their children in a sport activity either for cultural or financial reasons, and will not look for activities beyond their close neighbourhood. In addition, after-school time could be used, especially by older children, for screen-based leisure. These activities (videogames, television, computers...) might reassure some parents since they know where their children are, but are highly sedentary by nature and should be limited. Finally, due to socio-cultural differences, French children have less time between the end of class and dinner time to practice PA since dinner is taken much earlier in France than in Spain.

Thus, after-school time provides opportunities for voluntary PA under certain conditions. First, since parents play an important role in the way their children use this time, they have to be aware of the importance of PA and the risks of ST (Baranowski & de Moor, 2000). Second, public policies should provide a wide range of sports opportunities and sports equipment even in disadvantaged neighbourhoods, and feelings of security should be reinforced. They should also offer financial help to the most disadvantaged families in order to support the cost of a sport activity.

4.2.6. Evening time

In both countries, the major part of evening time (80%) was ST. There are no studies that have revealed PA levels of children in the evening time, which makes the comparison with our study difficult. However, one study indicated that boys used after school time and the period before bedtime to move more than school time (Mota et al., 2005). However, this study dates from 2005. More than fifteen years later, the use of screens by the youngest has become more common. Then, it is likely that children were less active and more sedentary related due to the increasing use of technology, especially by older children.

5. Conclusion

This study has revealed that during weekdays, 8-to-11 years old Spanish children were more active than French ones, especially before and after school, probably for cultural as well as for organisational reasons. During school time French children were more active than the Spanish ones. This suggests that school participates in the reduction of cultural differences. However, both in France and in Spain, school remains a highly sedentary place (more than 75% of ST) and does not allow children to reach the 30 minutes of recommended MVPA (only 14-16% reached the recommended levels). Educational teams should implement concrete actions, like the daily mile and sedentary breaks to increase PA and decrease ST (Salmon, 2010). These changes might be more efficient and less expensive than environmental changes of the classroom and playground.

6. References

- Aibar, A., Bois, J. E., Generelo, E., Bengoechea, E. G., Paillard, T., & Zaragoza, J. (2015). Effect of weather, school transport, and perceived neighborhood characteristics on moderate to vigorous physical activity levels of adolescents from two European cities. *Environment and Behavior, 47*(4), 395-417.
- Aibar, A., Bois, J. E., Generelo, E., Zaragoza Casterad, J., & Paillard, T. (2013). A cross-cultural study of adolescents' physical activity levels in France and Spain. *European Journal of Sport Science, 13*(5), 551-558.
- Baranowski, T., & de Moor, C. (2000). How many days was that? Intra-individual variability and physical activity assessment. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 71*(sup2), 74-78.
- Boyce, W., Torsheim, T., Currie, C., & Zambon, A. (2006). The family affluence scale as a measure of national wealth: validation of an adolescent self-report measure. *Social Indicators Research, 78*(3), 473-487.
- Catellier, D. J., Hannan, P. J., Murray, D. M., Addy, C. L., Conway, T. L., Yang, S., & Rice, J. C. (2005). Imputation of missing data when measuring physical activity by accelerometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 37*(11 Suppl), S555.
- Calvo, J. M. F. (2014). *Niveles de actividad física en escolares de educación primaria: actividad física habitual, clases de educación física y recreos* (Doctoral dissertation, Universidad de Zaragoza).
- Chillón, P., Evenson, K. R., Vaughn, A., & Ward, D. S. (2011). A systematic review of interventions for promoting active transportation to school. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 8*(1), 10.

- Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W. J., Fagerland, M. W., Owen, N., Powell, K. E., ... Lancet Sedentary Behaviour Working Group. (2016). Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *The Lancet*, 388(10051), 1302-1310.
- Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., & McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sports Sciences*, 26(14), 1557-1565.
- 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*, 8(2), 129-154.
- Grao-Cruces, A., Sánchez-Oliva, D., Segura-Jiménez, V., Cabanas-Sánchez, V., Martínez-Gómez, D., Rodríguez-Rodríguez, F., ... Castro-Piñero, J. (2019). Changes in compliance with school-based physical activity recommendations in Spanish youth: The UP&DOWN longitudinal study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(4), 554-565.
- Guinhouya, B. C., Lemdani, M., Apété, G. K., Durocher, A., Vilhelm, C., & Hubert, H. (2009). How school time physical activity is the “big one” for daily activity among schoolchildren: a semi-experimental approach. *Journal of Physical Activity and Health*, 6(4), 510-519.
- Herman, K. M., Sabiston, C. M., Mathieu, M. E., Tremblay, A., & Paradis, G. (2014). Sedentary behavior in a cohort of 8-to 10-year-old children at elevated risk of obesity. *Preventive Medicine*, 60, 115-120.

- Jones, R. A., Hinkley, T., Okely, A. D., & Salmon, J. (2013). Tracking physical activity and sedentary behavior in childhood: a systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 44(6), 651-658.
- Kriemler, S., Meyer, U., Martin, E., van Sluijs, E. M., 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.
- Lubans, D. R., Hesketh, K., Cliff, D. P., Barnett, L. M., Salmon, J., Dollman, J., ... & Hardy, L. L. (2011). A systematic review of the validity and reliability of sedentary behaviour measures used with children and adolescents. *Obesity Reviews*, 12(10), 781-799.
- Matthews, C. E., Chen, K. Y., Freedson, P. S., Buchowski, M. S., Beech, B. M., Pate, R. R., & Troiano, R. P. (2008). Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003–2004. *American Journal of Epidemiology*, 167(7), 875-881.
- McDavid, L., Cox, A. E., & Amorose, A. J. (2012). The relative roles of physical education teachers and parents in adolescents' leisure-time physical activity motivation and behavior. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(2), 99-107.
- Melkevik, O., Torsheim, T., Iannotti, R. J., & Wold, B. (2010). Is spending time in screen-based sedentary behaviors associated with less physical activity: a cross national investigation. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 46.
- Minges, K. E., Chao, A. M., Irwin, M. L., Owen, N., Park, C., Whittemore, R., & Salmon, J. (2016). Classroom standing desks and sedentary behavior: a systematic review. *Pediatrics*, 137(2), e20153087.

- Mota, J., Silva, P., Santos, M. P., Ribeiro, J. C., Oliveira, J., & Duarte, J. A. (2005). Physical activity and school recess time: differences between the sexes and the relationship between children's playground physical activity and habitual physical activity. *Journal of Sports Sciences*, 23(3), 269-275.
- Nettlefold, L., McKay, H. A., Warburton, D. E. R., McGuire, K. A., Bredin, S. S. D., & Naylor, P. J. (2011). The challenge of low physical activity during the school day: at recess, lunch and in physical education. *British Journal of Sports Medicine*, 45(10), 813-819.
- Nilsson, A., Anderssen, S. A., Andersen, L. B., Froberg, K., Riddoch, C., Sardinha, L. B., & Ekelund, U. (2009). Between-and within-day variability in physical activity and inactivity in 9-and 15-year-old European children. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(1), 10-18.
- Ng, S. W., & Popkin, B. M. (2012). Time use and physical activity: a shift away from movement across the globe. *Obesity Reviews*, 13(8), 659-680.
- Ortega, F. B., Konstabel, K., Pasquali, E., Ruiz, J. R., Hurtig-Wennlöf, A., Mäestu, J., ... & Veidebaum, T. (2013). Objectively measured physical activity and sedentary time during childhood, adolescence and young adulthood: a cohort study. *PLoS ONE*, 8(4).
- Owen, N., Leslie, E., Salmon, J., & Fotheringham, M. J. (2000). Environmental determinants of physical activity and sedentary behavior. *Exercise and Sport Sciences Review*, 28(4), 153-158.
- Pate, R. R., Davis, M. G., Robinson, T. N., Stone, E. J., McKenzie, T. L., & Young, J. C. (2006). Promoting physical activity in children and youth: a leadership role for schools: a scientific statement from the American Heart Association Council on

- Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation*, 114(11), 1214-1224.
- Ridgers, N. D., & Fairclough, S. (2011). Assessing free-living physical activity using accelerometry: Practical issues for researchers and practitioners. *European Journal of Sport Science*, 11(3), 205-213.
- Ridley, K., Ridgers, N. D., & Salmon, J. (2016). Criterion validity of the activPAL TM and ActiGraph for assessing children's sitting and standing time in a school classroom setting. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1), 75.
- Rowlands, A., Powell, S. M., Humphries, R., & Eston, R. G. (2006). *The effect of accelerometer epoch on physical activity output measures* (Doctoral dissertation, Elsevier).
- Sallis, J. F., Bull, F., Guthold, R., Heath, G. W., Inoue, S., Kelly, P., ... Lancet Physical Activity Series 2 Executive Committee. (2016). Progress in physical activity over the Olympic quadrennium. *The Lancet*, 388(10051), 1325-1336.
- Salmon, J. (2010). Novel strategies to promote children's physical activities and reduce sedentary behavior. *Journal of Physical Activity and Health*, 7(s3), S299-S306.
- Silva, D. A. S., Chaput, J. P., Katzmarzyk, P. T., Fogelholm, M., Hu, G., Maher, C., ... Tudor-Locke, C. (2018). Physical education classes, physical activity, and sedentary behavior in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(5), 995-1004.
- Trost, S. G., Mciver, K. L., & Pate, R. R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(11), S531-S543.

- Trost, S. G., Pate, R. R., Sallis, J. F., Freedson, P. S., Taylor, W. C., Dowda, M., & Sirard, J. (2002). Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(2), 350-355.
- United States. Dept. of Health. (2000). *Healthy people 2010: Understanding and improving health* (Vol. 41). US Department of Health and Human Services.
- van Stralen, M. M., Yildirim, M., Wulp, A., Te Velde, S. J., Verloigne, M., Doesseger, A., ... Chinapaw, M. J. (2014). Measured sedentary time and physical activity during the school day of European 10-to 12-year-old children: the ENERGY project. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 201-206.
- Warburton, D. E., & Bredin, S. S. (2017). Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*, 32(5), 541-556.
- Weaver, R. G., Crimarco, A., Brusseau, T. A., Webster, C. A., Burns, R. D., & Hannon, J. C. (2016). Accelerometry-derived physical activity of first through third grade children during the segmented school day. *Journal of School Health*, 86(10), 726-733.
- World Health Organization. (2010). World Health Organization Global recommendations on physical activity for health. *Geneva, Switzerland: WHO*.
- Zaragoza Casterad, J., Sevil-Serrano, J., Bois, J. E., Generelo, E., Lhuisset, L., & Aibar-Solana, A. (2019). Centre for the Promotion of Physical Activity and Health (CAPAS-City): A Pyrenean Cross-Cultural Structure to Lead the Way in the Design, Implementation, and Evaluation of Multilevel Physical Activity Interventions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19), 3631.

Human Subjects Approval Statements

This study has been approved by the “Comité de Protection des Personnes Sud Méditerranée III” in France and by a Spanish Ethic Committee and has been registered at ClinicalTrials.gov under the Identifier: NCT03983447.

Conflict of interest statement

All authors have indicated they have no conflict of interests related to this research to disclose.

II -Travaux de recherche 2 :

Promotion de l'activité physique à l'école primaire : les interventions combinant plusieurs actions sont-elles plus efficaces ?

Caroline BERNAL¹, Léna LHUISSET¹, Nicolas FABRE¹, et Julien BOIS¹

¹ Université de Pau et des Pays de l'Adour, e2s UPPA, MEPS (Mouvement, Equilibre, Performance, Santé), Tarbes, France

Contribution des auteurs :

Caroline Bernal a rédigé l'article. Julien Bois a participé aux corrections de l'article et à des modifications de son contenu. Nicolas Fabre et Léna Lhuisset ont ensuite relu l'article.

Cet article a été soumis dans la revue « Sciences et Motricité » (Décembre 2019). Des corrections ont été demandées (avril 2019). Une version révisée de cet article sera envoyée avant juin 2019.

Promotion de l'activité physique à l'école primaire : les interventions combinant plusieurs actions sont-elles plus efficaces ?

Résumé : 200 mots

Les interventions en milieu scolaire ont le potentiel pour promouvoir l'activité physique (AP) des enfants : elles peuvent proposer un ou plusieurs leviers. La littérature scientifique n'a pas élucidé la question de l'efficacité des études uni-levier comparativement aux études multi-leviers. L'objectif de cette revue de littérature est de compiler les études interventionnelles scolaires pour promouvoir l'AP publiées depuis la dernière revue parue en 2011 ainsi que d'étudier l'efficacité des études uni ou multi-leviers. Pour cela, quatre bases de données ont été analysées afin de sélectionner les études interventionnelles publiées entre Janvier 2011 et Aout 2019. Les études effectuant des mesures objectives d'AP ont été incluses. Au total, 50 études ont été répertoriées, soit 27 études uni-leviers et 23 études multi-leviers. L'aménagement matériel et la supplémentation de jeux à la récréation ont été les leviers les plus utilisés. De plus, 35 études ont montré une augmentation significative de l'AP en post-intervention : 18 études uni-levier et 17 études multi-leviers. Les effets à long terme restent indéterminés. En conclusion, 70% des interventions permettent d'augmenter l'AP des enfants. Les interventions multi-leviers obtiennent les résultats les plus encourageants en dehors des périodes scolaires, ce qui les rend prometteuses pour promouvoir l'AP au long terme.

Mots clés : *Enfance ; Scolarité ; Education à la santé ; Sensibilisation ; Motricité*

School-based intervention to promote physical activity: are interventions multi-component more effective?

Abstract: 175 words

School-based interventions have the potential to promote children's physical activity (PA); they can provide use or more components. The literature has not yet investigated the effectiveness of uni-component studies compared to multi-components studies. The objective of this review is to collect school-based interventions studies to promote PA published since the last review (2011) as well as to study the effectiveness of uni or multi-components studies. For this purpose, four databases were analyzed in order to select the intervention studies published between January 2011 and August 2019. Studies conducting objective measures of PA have been included. Finally, 50 studies were identified, including 27 uni-component studies and 23 multi-components studies. The most used components were the environmental reorganization and additional games at recess. Moreover, 35 studies indicated a significant PA increase at post-intervention, i.e. 18 uni-component studies and 17 multi-components studies. The long-term effects remain undetermined. In conclusion, 70% of interventions increase children's PA. Multi-components interventions have the most encouraging results outside of school periods, and are therefore promising for promoting PA in the long term.

Keywords: *Childhood; Education; Health Education; Sensitization; Motor Skills*

1. Introduction

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande la pratique d'au moins 60 minutes d'activité physique modérée à vigoureuse (APMV) quotidienne pour les enfants (World Health Organization, 2010). Or, une APMV quotidienne inférieure aux recommandations (on parle alors d'inactivité physique) engendre des conséquences néfastes sur la santé physique, psychologique et sociale qui diminuent l'espérance de vie (Grélot, 2016). Les premières études au sujet de l'AP ont réalisé une description des niveaux d'activité physique (AP). Ces études sont déterminantes pour connaître l'évolution de l'AP pendant l'enfance (Jones, Hinkley, Okely, et Salmon, 2013). Bien que la mesure de l'AP des enfants soit une tâche complexe, les estimations montrent qu'en France, 82% des filles et 72% des garçons âgés de 6 à 17 ans n'atteindraient pas les recommandations d'AP chaque jour (rapport Esteban, 2016). Cooper et al. (2015) ont également décrit les niveaux d'AP mesurés par accélérométrie de plus de 27 000 enfants âgés de 5 à 17 ans de 10 pays. Il a été montré que les filles pratiquent moins d'AP que les garçons à tout âge. A partir de l'âge de 5 ans, les enfants diminuent leur AP totale de 4,2% chaque année et la sédentarité augmenterait parallèlement (Cooper et al., 2015). Cette diminution de l'AP a été montrée dès l'âge de 7 ans sur une cohorte longitudinale (Farooq et al., 2018). Face à ce constat, il est urgent d'agir afin de promouvoir l'AP pendant les premières années de vie. En effet, il est couramment admis que l'AP pratiquée pendant l'enfance se répercuterait sur la future vie adulte : elle apporterait des bénéfices sur la santé à long terme (Hayes, Dowd, MacDonncha, et Donnelly, 2019 ; Tammelin et al., 2014). De plus, les habitudes de santé prises chez les enfants se poursuivraient lors de la période de vie adulte (Grélot, 2016). La littérature a justifié l'intérêt d'agir avant l'âge de 11 ans car le risque de développer une obésité persistante serait déterminée dès les premières années de vie (Wardle, Brodersen, Cole, Jarvis, et Boniface, 2006). Diverses interventions ont été mises en place auprès des enfants afin de favoriser la

pratique d'AP ainsi que d'autres comportements de santé. L'école, lieu dans lequel les enfants passent plus de 6 heures par jour, est un lieu propice afin de promouvoir leurs comportements de santé (Dobbins, De Corby, Robeson, Husson, et Tirilis, 2009).

Les études proposant des interventions en école primaire disposent d'une pluralité de stratégies pour promouvoir l'AP auprès des enfants. Ces stratégies s'organisent en un seul ou plusieurs leviers d'intervention : par exemple, l'ajout de cours d'Education Physique et Sportive (EPS), d'ateliers de sensibilisation en classe, l'aménagement de la cour de récréation, etc. Chaque levier d'intervention comprend des actions pour mobiliser les enfants et agir sur leur comportement en termes d'AP. Ces différents leviers d'intervention peuvent être ordonnés selon le niveau de proximité avec l'individu. On se situe dans le cadre des modèles socio-écologiques (e.g., Sallis, Owen, et Fisher, 2008). Il existe plusieurs modélisations qui ont en commun de classer les différents facteurs susceptibles d'affecter la pratique d'AP de l'individu. Ces facteurs sont catégorisés en 4, 5 ou 6 ensembles des plus proximaux aux plus éloignés. Dans une modélisation à 4 niveaux (voir **figure 1**) on distingue au niveau 1 les facteurs individuels (exemples : âge, sexe, estime de soi, plaisir à pratiquer, motivation, image de soi). Il est entouré du niveau 2, constitué de facteurs interpersonnels (exemple : amis, parents, enseignants) ; du niveau 3, constitué de facteurs environnementaux (exemple : aménagement de l'école) et organisationnels (ex : ajout de cours d'EPS) ; ainsi que du niveau 4, comportant des facteurs sociétaux, politiques et législatifs (exemple : programmes et opérations développées par les Agences Régionales de Santé ; lois régissant la pratique d'AP dans le système scolaire).

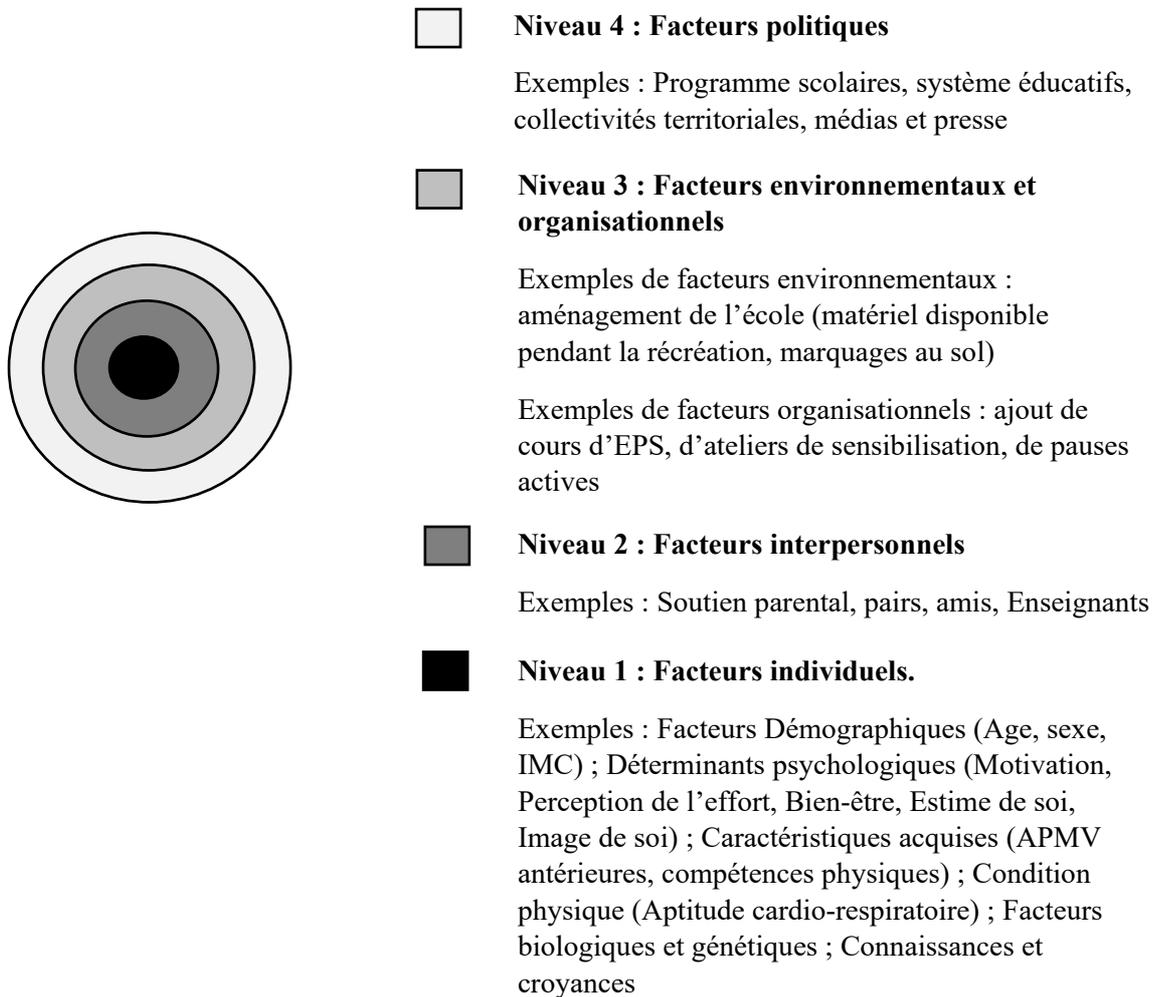


Figure 1. Représentation graphique du modèle socio-écologique à 4 niveaux

Les interventions ont donc le choix de proposer un seul ou plusieurs leviers d'intervention. Les premières études interventionnelles réalisées en école primaire utilisaient essentiellement un seul levier d'intervention. Le levier majoritairement utilisé était l'ajout de cours d'EPS à l'école ou encore l'aménagement de la cour de récréation (Van Sluijs, McMinn, et Griffin, 2007). Les études interventionnelles les plus récentes utilisent plusieurs leviers d'intervention relevant de différents niveaux du modèle socio-écologique, tels que l'ajout de cours d'EPS, l'aménagement de la classe et de la cour de récréation et la sensibilisation des enfants et des parents. Des programmes regroupant différents leviers d'intervention ont été créés par les instances politiques, comme par exemple le programme ICAPS en France, destinés aux collégiens (Simon et al., 2006). Cependant, l'efficacité des études interventionnelles proposant plusieurs leviers d'intervention reste à démontrer, et ce, comparativement aux études proposant un unique levier d'intervention. De plus, la quantité de leviers d'intervention utilisée ne permet pas d'avoir une vision claire des leviers d'intervention qui seraient les plus efficaces.

En effet, les premières conclusions des revues de littérature étaient contradictoires et ambiguës. Elles ont montré que tous les leviers d'intervention n'avaient pas la même efficacité, attribuant plus d'effets à l'aménagement de la cour de récréation (Van Sluijs et al., 2008). Globalement, elles montrent que les interventions proposant un seul levier d'intervention améliorent les niveaux d'AP à court terme, donnant des effets limités sur la pratique d'AP pendant les heures extrascolaires (Dobbins et al., 2009 ; De Meester, van Lenthe, Spittaels, et De Bourdeaudhuij, 2009 ; Salmon, Booth, Phongsavan, Murphy, et Timperio, 2007 ; Van Sluijs et al., 2007). Ces revues et diverses études ont également mis en évidence que les interventions multi-leviers, impliquant l'enfant, les enseignants, les familles dans des ateliers théoriques ainsi que pratiques, ainsi que les politiques publiques étaient

celles qui avaient des résultats les plus encourageants pour promouvoir l'AP sur un plus long terme (Golden et Earp, 2012 ; Sallis et al., 2008).

Kriemler et al. (2011) ont réalisé la revue de littérature la plus récente au sujet des interventions réalisées en milieu scolaire pour promouvoir l'AP des enfants. Ils ont essentiellement mis en évidence, sur 20 études publiées entre 2007 et 2011, l'absence d'une stratégie précise pour promouvoir l'AP. Par ailleurs, ils ont mis en évidence des méthodologies hétéroclites concernant les techniques de mesure de l'AP. Des questionnaires différents ont été utilisés dans une partie des études, limitant l'interprétation des résultats. Ils ont également remarqué que de plus en plus d'études utilisent des méthodes objectives afin de mesurer l'AP : la podométrie ainsi que l'accélérométrie. La podométrie permet d'obtenir le nombre de pas ainsi que la distance effectuée. Des techniques de conversion du nombre de pas en APMV sont également utilisées avec des règles précises (Tudor-Locke et al., 2004). L'accélérométrie permet d'obtenir la quantité d'AP effectuée par jour, dans les différentes intensités : légère, modérée, vigoureuse, et somme de l'AP modérée et vigoureuse. Cependant, le choix des paramètres utilisés tels que les cut-points, les epochs, le nombre d'heures de port de l'accéléromètre par jour diffère selon les études (Montoye, Moore, Bowles, Korycinski, et Pfeiffer, 2018). La comparaison des résultats par questionnaire et des données objectives d'accélérométrie est susceptible de donner des informations très hétérogènes concernant l'AP, limitant l'interprétation des résultats. Ainsi, afin d'élaborer une comparaison adéquate, nous avons fait le choix de nous centrer uniquement sur des études réalisant des mesures objectives.

Face à ces résultats, Kriemler et al. (2011) évoquait plusieurs nécessités afin de mieux étudier les effets des interventions : 1) Continuer de réaliser d'autres études proposant plusieurs leviers d'intervention, afin de vérifier leur réel impact sur l'AP des enfants 2) Utiliser des techniques objectives de mesure de l'AP avec un paramétrage commun.

Ainsi, depuis 2011, de nouvelles études internationales ont proposé une quantité importante d'interventions avec des leviers très variés, conformément aux facteurs du modèle socio-écologique (Sallis et al., 2008). Elles ont également privilégié l'accélérométrie et la podométrie afin d'évaluer l'AP. D'autres études ont également utilisé un seul levier d'intervention.

Il semble nécessaire, face à cette diversité de nouvelles études, d'analyser l'évolution des nouvelles études publiées à ce sujet, afin d'étudier leurs méthodologies, de présenter les différents leviers d'intervention ainsi que d'analyser leur efficacité. Or, aucune revue de littérature n'a fait le point sur les études parues depuis les conclusions et les propositions de Kriemler et al. (2011). Ainsi, cette présente revue de littérature vise à synthétiser les résultats des études interventionnelles en école primaire, parues entre 2011 et 2019 et utilisant une mesure objective de l'AP.

Cette revue a plusieurs objectifs. En premier lieu, elle se propose d'identifier les différents leviers d'interventions utilisés dans ces études. Par la suite, il s'agit d'évaluer l'efficacité des études utilisant un seul levier d'intervention (uni-levier) et plusieurs leviers d'intervention (multi-leviers). Enfin, des recommandations seront proposées pour les prochaines études interventionnelles.

2. Méthodologie

2.1. Recherche des études publiées

Les articles scientifiques ont été recherchés sur plusieurs bases de données ainsi que sur des moteurs de recherche : PubMed-Medline, PsycINFO, ScienceDirect et Google Scholar. Les mots clés utilisés ont été les suivants : « School-based », « Intervention », « Physical Activity », « Promotion », « Health » « Children », « Primary School », « Behavior », « Time », « Active Transport », « Classroom », « Physical Education ».

La stratégie de recherche a également inclus des termes concernant la méthodologie utilisée dans l'intervention (« randomised controlled trial », « control group », « controlled trial »). D'autres termes liés aux leviers d'intervention ont également été sélectionnés (« Recess », « Physical Education », « Game ») ou faisaient références aux différents acteurs impliqués (« Parents », « Teachers »), ainsi qu'aux différentes stratégies (« Education », « Theory »). Les listes des références bibliographiques des articles et des revues de littérature sélectionnées ont été analysées afin d'ajouter de potentielles études à cette revue.

2.2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Deux types d'études interventionnelles en milieu scolaire ont été incluses dans cette revue, quels que soient les leviers d'interventions utilisés : 1) les études ayant pour objectif exclusivement la promotion de l'activité physique des enfants d'école primaire (6-12 ans); 2) les études ayant pour objectif la promotion des bons comportements de santé en général, et dont un de leurs sous-objectif est la promotion de l'AP.

Pour ces deux types d'études interventionnelles, les critères d'inclusion suivants ont été appliqués : 1. Articles parus après la revue de littérature de Kriemler et al. (2011) datant de janvier 2011 (arrêt de la recherche bibliographique de cette revue en Décembre 2010) à juin 2019. 2. La population visée est âgée de 6 à 12 ans. 3. Evaluation des niveaux d'AP au minimum à deux reprises, permettant d'attester ou non l'efficacité de l'intervention. 4. Seuls les articles utilisant des techniques de mesure objectives de l'AP ont été retenus (accélérométrie et podométrie). 5. Etudes complètes, incluant la méthodologie utilisée ainsi que les analyses statistiques et les résultats obtenus. 6. Etudes publiées en anglais. 7. Interventions se déroulant en milieu scolaire. 7. Interventions concernant les filles et/ou les garçons. 8. Interventions en milieu scolaire ordinaire, non ciblées sur des enfants souffrant de pathologies diverses.

Les auteurs de cette présente revue de littérature ont fait également le choix d'inclure des méthodologies d'études diverses (RCT ; études uniquement randomisée ou contrôlées) et proposant des interventions de durées variées.

2.3. Processus de sélection des études et des données

Le protocole suivant a été réalisé par le 1^{er} auteur pour la sélection des études. Un premier filtrage a été réalisé afin de sélectionner les études appliquant le premier critère d'inclusion, c'est-à-dire celles qui ont été publiées entre Janvier 2011 et Juin 2019.

Après cette première étape de filtrage, d'autres étapes ont été poursuivies avec les articles qui répondaient à l'ensemble des critères d'inclusion : 1) Lecture des titres ; 2) Lecture des résumés ; 3) Lecture et analyse entière des articles. Au cours des trois étapes, les études ne se conformant pas à la totalité des critères d'inclusion ont été exclues de la revue. En cas de litige, les choix ont été discutés entre les co-auteurs. Les étapes de la recherche bibliographiques ont été synthétisées (**voir figures 2 et 3**).

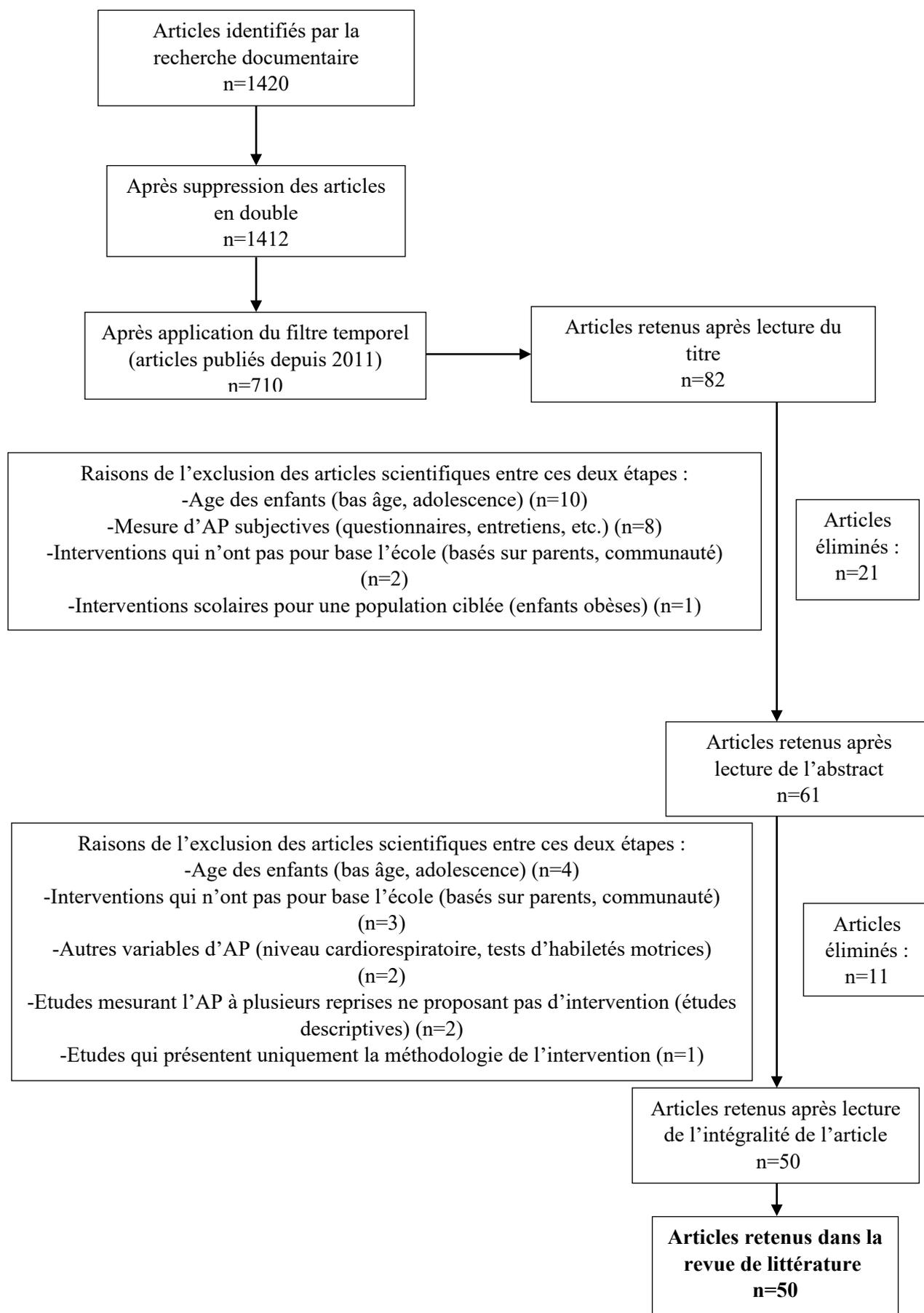


Figure 2. Étapes et résultats de la recherche documentaire

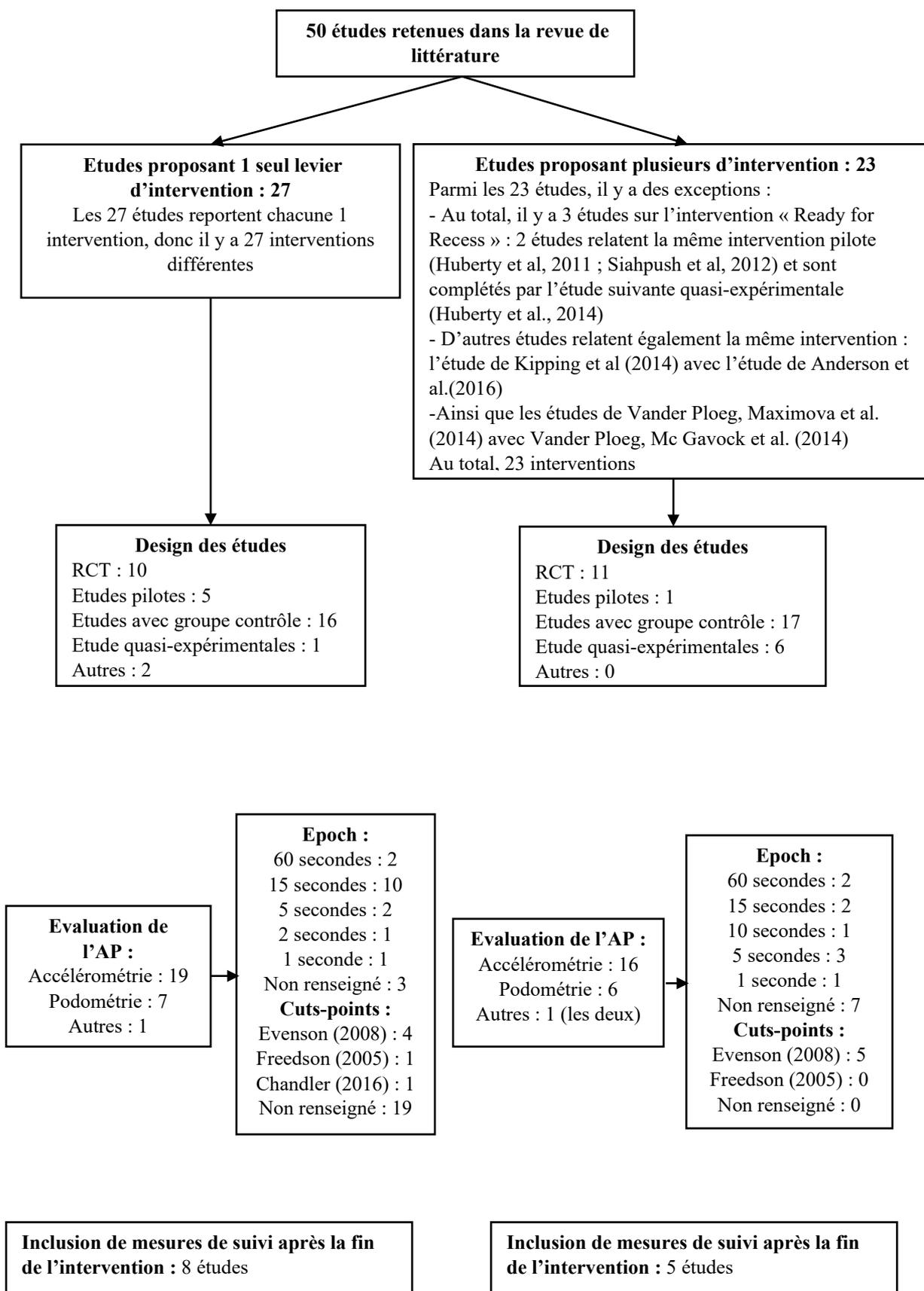


Figure 3. Présentation et caractéristiques des études répertoriées

2.4. Caractéristiques des études : échantillon, durée de l'intervention

Parmi les 50 études retenues, 49 incluent les garçons ainsi que les filles ; 1 étude cible uniquement les filles (Hayes et Van Camp, 2015). De manière générale, le nombre d'enfants présents dans les études est plus grand lorsque plusieurs leviers d'intervention sont proposés et que les interventions visent à promouvoir plusieurs comportements de santé. Ce nombre varie considérablement, allant de 6 enfants (Hayes et Van Camp, 2015) à 2848 enfants (De Meij, van Stralen van der Wal, van Dierer, et van Mechelen, 2011). Une étude inclut 2221 enfants et parmi eux, 1064 enfants de 30 écoles différentes bénéficient de l'intervention (Kipping et al., 2014). Cinq autres études sont réalisées auprès d'enfants de quartiers défavorisés (King et Ling, 2015 ; Kipping et al., 2014 ; Reznik, Wylie-Rosett, et Ozuah, 2015 ; Vander Ploeg, McGavock et al., 2014 ; Vander Ploeg, Maximova et al, 2014). Dans les autres études, lorsqu'il est évalué, le niveau socio-économique des familles est en général hétérogène. Les interventions ont eu lieu dans divers pays, et principalement aux Etats-Unis.

Les durées des interventions sont très variées. De la même manière que pour le nombre d'enfants, elles sont plus longues dans les études où plusieurs leviers d'intervention sont proposés et qui visent à promouvoir plusieurs comportements de santé. Craddock et al (2014) ont évalué les effets d'une journée active exclusivement dédiée à la promotion de l'AP à l'école (« Active School Day Policy ») ; King et Ling (2015) ont mesuré les effets d'une intervention de 3 ans sur les comportements de santé en général (AP et nutrition). Des interventions d'une durée de 2 ans ont également été menées (Bartelink et al., 2019 ; Magnusson, Sigurgeirsson, Sveinsson, et Johannsson, 2011 ; Vander Ploeg, McGavock et al., 2014). Ces 3 dernières études proposent plusieurs leviers d'intervention pour promouvoir l'AP.

3. Présentation des leviers d'intervention

Afin d'agir sur les facteurs des différents niveaux du modèle socio-écologique influençant l'enfant, les interventions mènent des actions directement auprès des enfants, mais également indirectement auprès des parents, enseignants, etc, ou par l'intermédiaire d'aménagement matériel ou organisationnel. Un seul ou plusieurs leviers d'intervention ont été utilisés afin de promouvoir l'AP des enfants. Les interventions ont été analysées et leurs principaux leviers d'intervention ont été relevés. Les principaux leviers d'intervention utilisés dans les études sont présentés dans le **tableau 1** et sont décrit succinctement ci-dessous selon la catégorie du modèle socio-écologique à laquelle ils appartiennent.

Tableau 1. Principaux leviers d'intervention des études interventionnelles réalisant la promotion de l'AP à l'école

Niveau du modèle socio-écologique	Levier d'intervention	Description sommaire du levier d'intervention	Etudes proposant un seul levier d'intervention	Etudes proposant plusieurs leviers d'intervention	Nombre d'études par levier
Niveau personnel (1) Notions théoriques	Ateliers de sensibilisation théoriques	Contenus théoriques, leçons réalisées auprès des enfants soit par les enseignants ou les chercheurs en charge du programme	McMinn (2012)	Eather (2013) ; Fairclough (2013) ; Kipping (2014) ; Magnusson (2011) ; Yildirim (2012)	6
Niveau personnel (1) Notions théoriques	Devoirs à faire à la maison	Devoirs théoriques ou demandant à l'enfant de réaliser de l'AP à la maison : leçons sur des cahiers	Duncan, McPhee (2011)	Eather (2013) ; De Meij (2011) ; Fairclough (2013) ; Kipping (2014) ; Taylor (2018) ; Yildirim (2012)	7
Niveau personnel (1) Facteurs biologiques	Diminution de l'Indice de Masse Corporelle	Les études visent à diminuer l'IMC en proposant des APS à l'école	Duncan, McPhee (2011)	Fairclough (2013) ; King et Ling (2015) ; Kipping (2014) ; Morris (2013) ; Safdie (2013) ; Vander Ploeg (2014)	7
Niveau personnel (1) Facteurs biologiques et compétences physiques	Augmentation des capacités physiques et habiletés motrices	Les études visent à augmenter les capacités physiques ainsi que les habiletés motrices en proposant des APS à l'école		Eather (2013a)	1
Niveau personnel (1) Facteurs psychologiques	Tous les facteurs psychologiques : estime de soi. perception du plaisir à pratiquer. etc.	Ils sont visés par tous les leviers d'intervention de tous les niveaux du modèle socio-écologique	Toutes les études	Toutes les études	Indirect (50)
Niveau interpersonnel (2)	Soutien des enfants entre eux	Les enfants se soutiennent afin de parvenir aux objectifs d'AP	Hardman (2011) Garde (2015)	Haapala (2017) Yildirim (2014)	4

Amis		fixés			
Niveau interpersonnel (2) Familles/Parents	Ateliers de sensibilisation et réunion avec les familles	Réunions avec des discussions dans l'enceinte de l'école réalisée en général par les chercheurs en charge du projet	Nyberg (2015)	Engelen (2013) ; De Meij (2011) ; Kipping (2014) ;	4
Niveau interpersonnel (2) Familles/Parents	Newsletters envoyées aux parents	Elles contiennent des informations par rapport au projet : connaissances liées à l'AP, à la santé, etc.	Nyberg (2015)	Gutierrez-Martinez (2018) ; Kipping (2014) ; King et Ling (2015) ; Taylor (2018) ; Yildirim (2014)	6
Niveau interpersonnel (2) Familles/Parents	Devoirs pour les enfants et leurs parents	Les enfants et parents devaient tester des AP en famille, ou compléter des carnets avec des connaissances sur l'AP	Duncan, Birch (2011)	De Meij (2011)	2
Niveau interpersonnel (2) Familles/Parents	AP pour les parents et sensibilisation des parents	Activités communes parents-enfants ou parents-enseignants		King et Ling (2015) ; Kipping (2014)	2
Niveau interpersonnel (2) Enseignants des écoles primaires	Formations	Formations avec de multiples objectifs différents en fonction des interventions : formation dans le but de proposer des ateliers de sensibilisation, afin de favoriser les jeux de la récréation, pour réaliser les pauses actives, utiliser correctement les bureaux assis-debout etc.	Engelen (2013) ; Huberty (2011) ; Hyndman(2014) ; Kidokoro (2019) ; Martin et Murtagh (2017) ; Murtagh (2013) ; Watson (2019) ; Schneller (2011)	Bartelink (2019) ; Burns (2015) ; Eather (2013) ; Goh(2014) ;	12
Niveau interpersonnel (2) Enseignants des	Prise en charge des ateliers de sensibilisation, des	Réalisation des ateliers de sensibilisation théoriques et des pauses actives en classe	Engelen (2013) ; Huberty (2011) ; Hyndman	Bartelink (2019) ; Burns (2015) ; Eather (2013) ; Goh (2014) ; Fairclough (2013) ; Kipping (2014) ; Magnusson	17

écoles primaires	pauses actives. etc.		(2014) ; Kidokoro (2019) ; Martin et Murtagh (2017) ; McMinn (2012) ; Murtagh (2013) ; Watson (2019) ; Schneller (2011)	(2011) ; Yildirim (2012)	
Niveau interpersonnel (2) Enseignants des écoles primaires	Supervision des jeux réalisés dans la cour de récréation	Gestion des enfants dans la cour de récréation : veiller à l'accès du matériel, au bon déroulement des jeux, etc.	Huberty (2011)	Burns (2015) ; Eather (2013) ; Goh (2014) ; Groffik (2012) ; Yildirim (2014) ; Van Kann (2016)	7
Niveau interpersonnel (2) Enseignants des écoles primaires	Cours supplémentaires d'AP à l'école	Enseignants d'école primaire proposant de l'AP supplémentaire à l'école		Burns (2015) ; Eather (2013) ; Goh (2014) ; Sigmund (2012)	4
Niveau interpersonnel (2) Enseignants des écoles primaires	Report des caractéristiques des jeux réalisés à la récréation. des pauses actives. etc.	Notation de leur durée, fréquence, intensité		Burns (2015) ; Eather (2013) ; Magnusson (2011)	4
Niveau interpersonnel (2) Enseignants des écoles primaires	Ateliers de sensibilisation pour les enseignants	Ateliers théoriques ou pratiques (cours communs enseignants-parents) pour promouvoir l'AP auprès de cette population		King et Ling (2015) Vander Ploeg (2014)	2
Niveau interpersonnel (2) Enseignants d'EPS	Cours supplémentaires d'AP à l'école	Enseignants d'école primaire proposant de l'AP supplémentaire à l'école		Moller (2014) ; Safdie (2013)	2
Niveau interpersonnel (2) Actions culturelles	Organisation d'évènements sportifs	Organisation d'un festival de danse et d'une compétition de course à pied	Blaes (2013) ; D'Haese (2013) ; Engelen (2013) ;	Morris (2013)	7

			Hamer (2017) ; Huberty (2011) ; Hyndman (2014)		
Niveau « environnemental » (3) Aménagements matériels	Aménagement matériel de la cour de récréation	Marquage au sol	Blaes (2013) ; Hyndman (2014)	Siahpush (2012)	3
		Equipement de jeux, matériel (ballons, raquettes, cerceaux, etc.)	Blaes (2013) Engelen (2013) Huberty (2011) Hamer (2017)	Bartelink (2019) ; Eather (2013) ; Groffik (2012) ; Haapala (2017) ; Hamer (2017) ; Huberty (2014) ; Sigmund (2012) ; Magnusson (2011) ; Van Kann (2015) ; Yildirim (2014).	14
		Ajout de matériel recyclé (tubes, tuyaux, seaux, etc.)	Engelen (2013) ; Hyndman (2014)		2
		Espaces de jeux avec plus d'espace	D'Haese (2013)		1
Niveau « environnemental » (3) Aménagements matériels	Aménagement de la salle de classe ou de l'école	Bureaux debout disponibles en classe	Kidokoro (2019)		1
		Autre mobilier aménagé et matériel en classe		De Meij (2011) ; Safdie (2013) ; Yildirim (2014).	4
		Ajout de matériel pédagogique en classe : CD, cahiers avec activités, etc.	Duncan, McPhee (2011) ; Hardman (2011)	Vander Ploeg (2014)	3
		Nouvelle école active conçue spécialement pour promouvoir l'AP	Brittin (2017)		1
Niveau « environnemental » (3) Aménagements organisationnels	Jeux vidéo actifs	Cours d'EPS, jeux libres de la récréation ou la pause méridienne sont remplacés par une période de jeu vidéo actif	Duncan, Birch (2011) Duncan (2012) Gao (2017)		3
Niveau « environnemental » (3)	Utilisation des Nouvelles Technologies (NT)	Les NT, tels que les jeux sur les téléphones, les montres connectées, etc. permettent	Garde (2015) Hayes et Van Camp (2015)		2

Aménagements organisationnels		aux enfants de se fixer des objectifs et les motivent à les atteindre			
Niveau « environnemental » (3) Aménagements organisationnels	Ajout de jeux et d'AP supplémentaires à l'école	Ajout de jeux actifs dans la cours de l'école avec du matériel ou sans matériel, à différents moments de la journée, notamment pendant la récréation	Groffik (2012) Gutierrez-Martinez (2018) Howe (2012)	Bartelink (2019) ; Burns (2015) ; Eather (2013) ; Goh (2014) ; King et Ling (2015) ; Happala (2017) ; Huberty (2014) ; Magnusson (2011) ; Safdie (2013) ; Sigmund (2012) ; Taylor (2018) ; Van Kann (2016) ; Vander Ploeg (2014)	16
Niveau « environnemental » (3) Aménagements organisationnels	Pauses actives et cours actifs en classe et dans l'école	Réaliser des mouvements actifs en classe indépendamment des leçons académiques	Murtagh (2013) ; Reznik (2015) ; Watson (2019)	De Meij (2011) ; Goh (2014) ; King et Ling (2015) ; Sigmund (2012) ; Taylor (2018) ; Yildirim (2014)	9
		Réaliser des mouvements actifs intégrés dans les apprentissages. faisant partie intégrante des leçons académiques	Martin et Murtagh. (2017) ; Riley (2015)		2
		Cours académiques dispensés en dehors de la classe (cadre naturel ou cadre culturel)	Schneller (2017)		1
		Pauses actives avec marche dans l'école		Goh (2014) Haapala (2016)	2
Niveau « environnemental » (3) Aménagements organisationnels	Cours d'EPS supplémentaires	Supplémentation d'EPS à l'école : ajout de cours par rapport aux normes des programmes nationaux de chaque pays	Fairclough (2016) ; Moller (2014)	Burns (2015) ; King et Ling (2015) ; Goh (2015) ; Magnusson (2011) ; Sigmund (2012) ; Taylor (2018) ; Safdie (2013)	9
Niveau « environnemental » (3)	Attribution de récompenses	Attribution de récompenses lorsque les enfants ont atteint leur objectifs en terme de	Duncan (2012) ; Hardman (2011) ; Hayes et Van		3

Aménagements organisationnels		pratique d'AP	Camp (2015)				
Niveau « environnemental » (3) Aspects communautaires	Autres actions liées à l'aspect communautaire	Journées de pratique de sport			Morris (2013)	1	
		AP pour les enfants pendant les vacances ou en garderie extrascolaire			Morris (2013) Sigmund (2012)	2	
		Programmes de bien-être dans les clubs et facilités à exercer des sports en clubs après l'école			King et Ling (2015) Bartelink (2019) ; De Meij (2012) ; Happala (2016)	4	
Niveau des facteurs « sociétaux, politiques et législatifs » (4) Facteurs politiques	Programmes nationaux ou internationaux CHAM JAM* = « Children's Hospital at Montefiore Academics and Movement » CSPAP* =« Comprehensive School Physical Activity Program on School Day Step Counts in children » HPS* = «Health Promoting School »	Interventions basées sur des programmes nationaux ou internationaux développées par les pays et les instances de santé afin de promouvoir l'AP des enfants	Etude	Programme	Etude	Programme	
			Murtagh (2013)	« Bizzy Breaks ! »	Siahpush (2012)	« Ready for Recess »	8
			Watson (2019)	« Acti-Break »	Reznik (2015)	« CHAM JAM » *	
					Burns (2015)	« CSPAP » *	
					Eather (2013)	Etudes basées sur le HPS (IUHPE, 2008)	
					Bartelink (2019)		
					Sigmund (2012)	« Healthy Schools » de l'OMS	

3.1. Leviers d'intervention de type « intra-individuels » : niveau 1

Tous les facteurs individuels exercent une influence directe sur l'AP de l'enfant. Cependant, il n'est pas possible d'agir sur certains de ces facteurs, notamment les facteurs démographiques tels que l'âge et le sexe. Ainsi, ces dernières variables modifient la pratique d'AP : avec l'avancée en âge, les enfants sont de moins en moins actifs et les filles pratiquent moins que les garçons (Grélot, 2016). L'âge et le sexe ne sont pas des variables que l'on peut modifier ; les actions peuvent cependant permettre aux enfants de rester actifs quel que soit leur âge et quel que soit leur sexe.

L'intérêt des leviers d'intervention est de tenter d'agir sur un large éventail de facteurs individuels, de manière directe ou indirecte. Plusieurs leviers d'intervention de type « intra-individuels » ont été identifiés dans les études.

3.1.1. Sensibilisation à l'AP et ses bienfaits :

De nombreuses études de cette revue de littératures souhaitent promouvoir l'AP en agissant sur les connaissances et les croyances (e.g. Kipping et al., 2014). L'acquisition de notions théoriques est l'un des leviers utilisés. Ces notions théoriques font référence à la définition de l'AP ainsi qu'aux recommandations de l'OMS. Elles sont abordées soit par des devoirs à réaliser à la maison (Duncan, McPhee et al., 2011), soit par des ateliers de sensibilisation (e.g. Magnusson et al., 2011). D'autres études ont proposé conjointement ces deux actions (Eather, et al., 2013 ; Fairclough et al., 2013 ; Kipping et al., 2014).

Deux études uni-leviers ont souhaité promouvoir l'AP auprès des enfants par le biais de notions théoriques. L'étude de Duncan, McPhee et al. (2011) a proposé des devoirs aux enfants à effectuer à la maison. Elle a été menée sur 6 semaines, et il a été proposé aux enfants de réaliser des devoirs avec 5 thèmes sur l'AP, soit au moins 2 tâches obligatoires à effectuer chaque semaine. Les activités énoncées dans ces devoirs encourageaient la

participation des familles (par exemple, tester des AP en familles). L'étude de Mc Minn et al. (2012) a rapporté une intervention scolaire nommée « Travelling Green » et qui avait pour objectif de sensibiliser au transport actif en proposant 13 ateliers de sensibilisation aux enfants organisés sur divers thèmes (sécurité de la route, importance de l'AP, fonctionnement du corps humain). Des études multi-leviers ont également réalisé des ateliers de sensibilisation théoriques en classe. Le nombre de leçons ainsi que leur durée varie d'une étude à une autre (de 6 à 18 leçons). La durée des leçons est en général de 60 minutes (e.g. Kipping et al., 2014). En général, dans les études, le contenu des ateliers est expliqué sommairement et aborde de nombreux thèmes. Ainsi, dans l'étude d'Eather et al. (2013), plusieurs connaissances ont été communiqués aux enfants : le fonctionnement du corps humain ; des notions simples concernant l'AP, son importance, ses liens avec la santé ; l'organisation de la pratique d'AP (endroits, comment pratiquer et avec qui pratiquer).

3.1.2. Actions sur les déterminants psychologiques : plaisir à pratiquer, autoefficacité, estime de soi, motivation

Les déterminants psychologiques sont des caractéristiques essentielles de l'individu qui influencent les comportements humains et qui peuvent être plus ou moins propices à l'adoption de comportements de santé, notamment la pratique d'AP. Ces déterminants sont visés par des leviers d'intervention utilisés dans les études. La littérature scientifique s'accorde à montrer que les actions visant à agir sur les déterminants psychologiques sont indispensables pour modifier les comportements des enfants (Kriemler et al., 2011 ; Van Sluijs et al., 2008). La difficulté, mais aussi le défi des interventions est de pouvoir agir favorablement sur ces facteurs pour encourager les enfants à pratiquer de l'AP et à l'intégrer dans leur mode de vie. Il est communément admis qu'en favorisant le développement de la motivation intrinsèque, c'est-à-dire une motivation à l'effort par le plaisir de pratiquer l'activité pour elle-même, l'enfant sera plus susceptible de perdurer dans sa pratique d'AP

(Ryan et Deci, 2008). Pour développer cette motivation intrinsèque, les interventions tentent d'agir principalement sur le plaisir à pratiquer, le sentiment d'autoefficacité, l'estime de soi.

Afin que les enfants prennent du plaisir à pratiquer, les interventions donnent aux enfants des opportunités de vivre des expériences réelles d'AP et les rendent ludiques. Par exemple, l'étude de Garde et al. (2015), incorporant plusieurs théories motivationnelles dont la théorie de l'autodétermination (TAD) de Ryan et Décı (2008) a proposé aux enfants, par le biais d'un téléphone, des jeux actifs et des défis que les enfants devaient réaliser ensemble. L'étude de Fairclough et al. (2013) a également proposé des activités en musique. D'autres études (Engelen et al., 2013 ; Hamer et al. 2013) ont introduit des matériels nouveaux stimulants dans la cour de récréation, visant à faire vivre des expériences sensorielles plaisantes aux enfants.

Plusieurs études ont ciblé le sentiment d'autoefficacité. Par exemple, l'étude de Moller et al. (2014) a ajouté des cours d'EPS basés sur le développement des capacités physiques et des compétences fondamentales spécifiques à certains sports, dans un environnement amusant et reconfortant. Par ailleurs, plusieurs études intègrent la théorie socio-cognitive (SCT) de Bandura (1986). Par exemple, l'étude de Kipping et al (2014) a proposé aux enfants de réaliser des activités à la maison avec leurs parents, et des informations et feedbacks ont ensuite été donnés à l'école ; l'étude de Duncan et al. (2011), basé également sur la SCT, suit le même principe que l'étude précédente, et ont également proposé aux enfants d'échanger à propos des activités sur un site web créé à cette occasion pour renforcer le sentiment d'autoefficacité.

Par ailleurs, il est nécessaire de développer une estime de soi positive envers l'AP, par exemple en développant des compétences sur les habiletés motrices de différentes activités.

Par exemple, l'étude de Fairclough et al. (2016) a ainsi proposé aux enfants des programmes d'AP adaptés avec des habiletés motrices simples (sauts, frappes, montée de genoux), dans une ambiance positive, favorisant le progrès, et lors desquelles l'enfant a été pris en considération parmi le groupe. L'étude de Garde et al. (2015) a proposé aux enfants des jeux en équipe, qui devaient s'affronter mais qui devaient également s'encourager entre coéquipiers. Pour améliorer l'estime de soi, les études proposaient également des défis et des objectifs à relever en fonction du niveau de chaque enfant (Garde et al. 2015 ; Hayes et Van Camp, 2015).

Bien que les études utilisent plusieurs leviers d'actions pour agir sur les déterminants psychologiques, il s'avère cependant compliqué de tous les énoncer. Certaines actions indirectes comme par exemple l'ajout de cours d'EPS, situé sur le troisième niveau du modèle socio-écologique, permettent d'agir sur les déterminants psychologiques par l'expérience procurée par cette activité. Ainsi, les diverses interventions menées multiplient les opportunités pour les enfants de développer des attitudes positives renforçant la pratique d'AP.

3.1.3. Actions sur les facteurs biologiques et génétiques

Les facteurs biologiques et génétiques sont inclus parmi les facteurs individuels. Les études ne visent pas directement ces facteurs, difficilement modifiables. Cependant, de nombreux travaux (e.g. Nyberg, Sundblom, Norman, Bohman, Hagberg, et Elinder, 2015) ont pour objectif de prévenir le surpoids et l'obésité et de viser une diminution de l'Indice de Masse Corporelle (IMC). Or, si l'IMC est diminué, les enfants peuvent avoir plus de facilité à se mouvoir, ce qui peut agir positivement sur la quantité d'AP réalisée. Les effets sont ainsi indirects. De même, des enfants qui vont avoir des opportunités de pratique supplémentaires peuvent développer de meilleures qualités physiques et des compétences motrices qui peuvent

favoriser indirectement la pratique d'une AP rendue plus accessible ou plus agréable. L'amélioration de ces caractéristiques physiques et motrices peut ainsi modifier le sentiment de compétence dans ces domaines d'activité et favoriser des niveaux plus importants d'AP.

En résumé, les interventions agissent sur les facteurs individuels de l'enfant mais utilisent diverses stratégies issues des autres niveaux du modèle socio-écologique pour y parvenir (aménagement de la cour de récréation, classes actives par exemples), d'où le fait que l'on retrouve peu d'études qui agissent exclusivement sur les facteurs personnels des enfants dans le but de promouvoir exclusivement l'AP : les études de McMinn et al. (2012) et de Duncan, McPhee et al. (2011) basées respectivement sur des ateliers de sensibilisation sur les devoirs à la maison. Les facteurs psychologiques, déterminants, ont tout de même été détaillées car les différents leviers d'intervention des autres niveaux visent à les modifier afin de promouvoir efficacement l'AP. Ainsi, les autres stratégies d'intervention des différents niveaux du modèle ayant une influence indirecte sur les facteurs individuels vont ainsi être présentées, notamment les leviers d'intervention de type « interpersonnels ».

3.2. Leviers d'intervention de type « interpersonnels » : niveau 2

Certaines études identifiées dans cette revue de littérature proposent des leviers d'intervention situés juste au-dessus du niveau « personnel » : ce deuxième niveau comporte tous les facteurs « interpersonnels » qui exercent une influence sociale sur l'enfant. Les facteurs « interpersonnels » sont nombreux. Tout d'abord, il paraît primordial de citer les acteurs principaux de l'environnement social de l'enfant : les pairs, les amis, les parents mais également les enseignants. Ces différentes sources d'influence agissent selon divers processus tels que le modelage social par la pratique d'AP des parents, ou le soutien et les encouragements des pairs. Enfin, certains facteurs culturels, tels que les habitudes locales, régionales, nationales, liées à la religion, ou encore l'environnement communautaire font

partie des facteurs sociaux de ce deuxième niveau. Ainsi, de nombreuses études incluent des leviers d'interventions agissant sur ces facteurs.

3.2.1. Actions impliquant les pairs (amis)

Plusieurs études ont souhaité agir au travers du soutien par les amis à l'école, comme c'est le cas pour l'étude de Hardman, Horne et Lowe (2011) qui ont utilisé principalement ce moyen pour promouvoir l'AP. Basée sur 12 jours, cette intervention a proposé aux enfants des activités en groupe. Les enfants s'encourageaient mutuellement pour atteindre des objectifs qui leur étaient fixés personnellement avec un podomètre. Les enfants disposaient de cahiers énonçant des idées d'activités en groupe renforçant la cohésion. Ils ont également élaboré ensemble des posters qui étaient affichés dans les couloirs de l'école. Haapala et al. (2017) a également proposé une approche intéressante pour favoriser le soutien entre les enfants : le tutorat. Cette étude au travers de son programme « MOVE » avait pour objectifs de promouvoir l'AP et de favoriser les apprentissages par des activités par le développement des liens sociaux en petits groupes d'enfants. L'intervention très complète menée par Yildirim et al. (2014), sur 18 mois, a également proposé des jeux entre amis. Le tutorat et les jeux entre amis liés à la promotion de l'AP permettent aux enfants de participer à la construction de l'intervention, car ce sont eux qui sont les acteurs permettant un changement de comportements de leur pair face à la pratique d'AP. Ils apprennent au contact de leurs pairs. De la même manière, dans la cadre de la vie quotidienne, les enfants sont également influencés par leurs parents et les valeurs qu'ils accordent à l'AP (Beets, Carinal, et Alderman, 2010). Leurs expériences vécues peuvent influencer le soutien donné à l'enfant pour sa pratique d'AP (Lim et Biddle, 2012). Ainsi, des leviers d'intervention ont visé les parents.

3.2.2. Actions impliquant les parents

Les parents sont des sources d'influence sociale déterminantes qui affectent les comportements des enfants, notamment en termes de comportements de santé et plus spécialement de l'AP (Yao et Rhodes, 2015). Leur influence est plus importante sur les enfants que pour les adolescents (Lim et Biddle, 2012). Les enfants apprennent de manière implicite au contact de leurs parents, et sont influencées par les valeurs qu'ils accordent à l'AP. De plus, les enfants ayant des parents actifs seraient plus encouragés à pratiquer de l'AP que ceux n'ayant pas de parents actifs (Gustafson et Rhodes, 2006). Les pères joueraient un rôle de modèle pour leurs enfants, tandis que les mères seraient plus impliquées dans la logistique, c'est-à-dire le fait d'emmener l'enfant pratiquer un sport dans un club, faire les démarches administratives, etc. (Davison, Cutting, et Birch, 2003). L'objectif des études qui utilisent ce levier d'intervention est de tenter d'impliquer au maximum les parents dans l'intervention afin qu'ils soient des éléments favorisant la pratique d'AP, par leur encouragement et leur soutien.

Une étude avait pour objectif d'analyser si une intervention impliquant majoritairement les parents au projet d'intervention permettait de modifier positivement les comportements des enfants. Accordant un rôle central aux parents, elle avait pour objectif de modifier les comportements d'AP et de nutrition des enfants (Nyberg et al., 2015). Des brochures ont été distribuées aux parents. Elles comportaient des informations générales sur l'AP et la nutrition, leurs liens avec la santé, ainsi que des idées pour favoriser l'AP des enfants. De plus, des entretiens d'une durée de 45 minutes ont été réalisés entre les individus en charge du projet et les parents, afin d'augmenter leur adhésion à l'intervention et donner des objectifs ciblés pour modifier les comportements des enfants. Enfin, les parents recevaient des d'informations sur l'évolution du projet d'intervention.

D'autres études ont impliqué les parents mais sur un levier intégré à d'autres actions, dans une approche multi-levier. Ces interventions ont organisé des ateliers de sensibilisation ainsi que des réunions avec les familles (e.g. Engelen et al., 2013). En général, ces ateliers de sensibilisation permettent de donner des informations aux parents sur le projet d'AP à l'école, de leur donner des connaissances sur l'AP et la santé. Ces réunions permettent également d'évoquer avec eux des stratégies pour encourager les enfants à bouger. Les études rapportant les interventions donnent peu d'information sur le déroulement des ateliers de sensibilisation avec les parents. De plus, aucune étude ne mentionne le taux de participation des parents à ces ateliers. Il est ainsi impossible de savoir si ces ateliers ont ciblé un tiers, la moitié ou plus de la moitié des parents des enfants qui sont impliqués dans l'intervention. De plus, beaucoup d'études interventionnelles impliquent plusieurs centaines d'enfants. Or, ces ateliers de sensibilisation et réunions sont plus compliqués à mettre en place à grande échelle ; mais paradoxalement un nombre restreint de participants permet le bon déroulement de ces ateliers, du fait des interactions entre les individus.

Des newsletters ont également été envoyés aux parents dans certaines interventions (e.g. Kipping et al, 2014). Les newsletters ont l'avantage d'être transmises à tous les parents, et cette stratégie peut être utilisée à plus grande échelle. Les newsletters donnaient également des connaissances générales sur l'AP : ainsi, Kipping et al. (2014), réalisant une intervention pour promouvoir les comportements de santé en général, indiquent que les lettres données aux parents fournissaient des conseils sur l'AP, sur les loisirs passifs et la nutrition, ainsi que des stratégies pour encourager les enfants à être plus actifs. Dans l'étude de Gutierrez-Martinez, Martinez, Gonzalez, Bolivar, Estupiñan, et Sarmiento (2018), un SMS journaliser a également été envoyé aux parents afin de leur expliquer qu'il fallait encourager leur enfant à pratiquer de l'AP. D'autres interventions ont donné des devoirs aux enfants à réaliser avec les parents (e.g. De Meij et al., 2011) : les enfants devaient tester des AP en famille, ou avaient des

devoirs liées des connaissances sur l'AP, la santé, le soutien social. Enfin, deux études ont proposé des AP pour les parents (King et Ling, 2015 ; Kipping et al., 2014). Parmi ces interventions, une a proposé des activités communes parents-enfants (Kipping et al., 2014); l'autre intervention a mis en place un programme d'AP pour les parents, ainsi qu'un programme d'AP commun de zumba pour les parents et les enseignants. Tout comme avec les parents, plusieurs stratégies sont utilisées afin d'impliquer les enseignants dans les interventions.

3.2.3. Actions impliquant les enseignants

Les interventions ayant lieu dans le contexte scolaire, il est évident que les enseignants sont concernés par le projet d'intervention. Cependant, certaines études ciblent encore plus spécifiquement la participation des enseignants pour favoriser l'AP des enfants. Les enseignants, éléments déterminants du modèle socio-écologique qui agissent auprès des enfants, transmettent des savoirs mais aussi une manière de vivre aux enfants. Ils peuvent permettre un changement culturel et une modification des pratiques des enfants (Goh, Hannon, Webser, Podlok, Brusseau, et Newton, 2014). Ainsi, dans certaines interventions, les enseignants devaient gérer une ou plusieurs activités auprès des enfants.

Une première stratégie consiste à développer les compétences des enseignants et changer leurs comportements par le biais d'une formation (Bartelink et al., 2019). Qu'il s'agisse d'aménager la cour de récréation et/ou de réaliser des jeux dans la cour de récréation (e.g. Engelen et al., 2013), d'organiser des pauses actives en classe (e.g. Martin et Murtagh, 2017) ou d'utiliser des bureaux assis-debout en classe (Kidokoro et al., 2019), les enseignants ont été formés afin de les aider à utiliser le levier en question. Les formations avaient donc pour objectif l'apprentissage par les enseignants puis l'animation auprès des enfants de certaines des actions de l'intervention. Ces formations présentaient des durées très variables

allant de 2 heures (Nyberg et al., 2015) à plusieurs heures pendant 6 semaines (VanderPloeg et al., 2014). Ces formations étaient généralement animées par les chercheurs en charge de l'étude (e.g. Huberty et al., 2011).

Une seconde stratégie consiste à encourager les enseignants à augmenter les opportunités de pratique d'AP pendant les récréations et les cours d'EPS. Une étude cherchait par exemple à mobiliser les enseignants afin qu'ils puissent proposer des activités aux enfants dans différentes zones de jeux, ainsi qu'à encourager les enfants à pratiquer en leur donnant des feedbacks pour les mettre en confiance (Huberty et al., 2011). Dans d'autres cas, ils devaient relever les caractéristiques des moments d'activités comme leur durée, leur fréquence et leur intensité (Murtagh, Mulvihill, et Markey, 2013 ; Magnusson et al., 2011). Une autre étude les encourageait directement à réaliser des cours supplémentaires d'EPS à l'école (e.g. Goh et al., 2014) selon un planning prédéfini ou grâce à l'assistance d'intervenants extérieurs spécialisés (e.g : Moller, Tarp, Kamerlarczyk, Brond, Klakk, et Wederkopp, 2014 ; Safdie et al., 2013). Une variante de ce type d'actions (Schneller et al., 2017) consistait à faire réaliser aux enseignants des cours en pleine nature auxquels ils avaient été préalablement formés avec 5 ateliers théoriques et pratiques.

Plusieurs interventions ont mobilisé les enseignants sur une multiplicité de leviers (Burns, Brusseau et Hannon, 2015 ; Eather et al., 2013 ; Goh et al., 2014 ; Magnusson et al., 2011 ; Schneller, Duncan, Schipperrijm, Nirdrn, Mygind, et Bentsen, 2017 ; Vander Ploeg, Maximova et al., 2014). L'intervention réalisée par Magnusson et al. (2011), souhaitant promouvoir les comportements de santé de l'enfant, est celle qui a le plus impliqué les enseignants ainsi que le personnel de l'école. Plusieurs actions ont été réalisées : des phases de dialogue entre les équipes deux fois par mois d'une durée de 2-3 heures ; don de matériel comme par exemple des livrets et des DVD ; des entretiens étaient réalisés avec eux afin d'identifier les facilitateurs et les barrières de l'intervention ; réalisation par les enseignants de

cours d'EPS, de pauses actives et d'ateliers pour les enfants, qu'ils devaient ensuite reporter sur un carnet.

Enfin, une seule étude a cherché à augmenter les niveaux d'AP personnels des enseignants (King et Ling, 2015). Une étude à contre-courant des précédentes n'a pas souhaité inclure les enseignants dans l'intervention (Reiznik et al., 2015) : ce programme d'intervention nommé « CHAM JAM », dont le but était de promouvoir l'AP en réalisant des pauses actives, était conçu pour éviter l'implication des enseignants dans l'intervention.

En résumé les interventions ciblant les enseignants peuvent prendre des formes très diverses : présence à des formations, ajout d'AP et de cours d'EPS supplémentaires, réalisation d'ateliers de sensibilisation et de pauses actives ainsi qu'une invitation à participer à des AP conjointement aux enfants. Bien que les enseignants soient des éléments essentiels permettant le bon déroulement de l'intervention, les enfants peuvent également être influencés par l'environnement culturel. Or, cet environnement peut être visé par des leviers pour modifier les patterns d'AP des enfants.

3.2.4. Actions concernant l'environnement culturel

Les habitudes culturelles ont une influence sur la pratique d'AP des enfants. Or, chaque étude est réalisée dans un pays, une région ou une ville qui a sa propre culture, ses propres habitudes et repères. Les répercussions des habitudes culturelles sont donc différentes en fonction des lieux d'intervention. Cependant, aucune étude n'évoque des actions ciblées sur les spécificités culturelles et locales pour augmenter le niveau d'AP. Il faut mentionner tout de même une étude (Morris, Gorely, Sedwick, Nevill, et Nevill, 2013) qui avait pour objectif la promotion de l'AP par l'organisation d'un festival de danse et d'une compétition de course à pied. Or, ces spectacles ont fait l'objet d'une mise en place au niveau local, avec une volonté de ce territoire d'effectuer des actions culturelles en lien avec le mouvement.

Il serait possible d'imaginer d'autres leviers d'intervention agissant sur les facteurs culturels régionaux ou locaux (par exemple : ajouter des cours d'un sport local pour préparer des journées de participation et de présentation de ce sport avec les enfants et les familles). La religion pourrait être un élément déterminant dans la pratique d'AP mais les études utilisant ce moyen sont conduites en dehors du cadre scolaire (Arredondo, Morello, Holub, et Haughton, 2014).

En résumé, plusieurs leviers d'intervention ont été utilisés situés dans le deuxième niveau du modèle socio-écologique ont été utilisés. Parmi ceux-ci, les leviers visant les pairs (amis), les parents, les enseignants revêtent d'une importance particulière, étant donné que les enfants passent une somme considérable de temps en leur présence. Des leviers agissant sur l'environnement culturel sont moins communs dans les interventions. D'autres facteurs agissent indirectement auprès de l'enfant, et sont situés au niveau 3 du modèle socio-écologique.

3.3. Leviers d'intervention de type « environnementaux » et « organisationnels » : niveau 3

Ce niveau comporte de nombreux facteurs. Des leviers spécifiques ciblent les facteurs « environnementaux ». Dans le cas des interventions en école primaire, ils font référence à l'aménagement matériel des classes, des cours de récréation, des bâtiments scolaires, du design général de l'école. D'autres facteurs « organisationnels » sont importants : il peut s'agir de l'organisation des cours scolaires théoriques en classe en lien ou non avec les apprentissages, d'expériences supplémentaires d'AP par de multiples biais dont les jeux vidéo actifs, de supplémentation de cours d'EPS, de pauses actives. Des récompenses sont également attribuées dans certaines études. Enfin, il faut noter que l'ensemble de ces facteurs concernant en très grande majorité le milieu scolaire.

3.3.1. Aménagement matériel de la cour de récréation

D'anciennes études avait déjà identifiées que le fait de proposer des jeux aux enfants dans la cour de récréation entraîne une augmentation de l'APMV (e.g. Ridgers, Stratton, Fairclough, et Twisk, 2007). De plus, une cour de récréation spacieuse et aménagée permet aux enfants de se mouvoir plus facilement et d'être plus motivé à le faire (Ridgers, Salmon, Parrish, Stanley, et Okely, 2012). De ce fait, ce levier d'intervention est le plus utilisé parmi les stratégies pour promouvoir l'AP. Certaines études l'utilisent comme unique levier pour promouvoir l'AP (e.g : Blaes, Ridgers, Aucouturier, Van Praagh, Berthoin, et Baquet, 2013). Il est également combiné à d'autres leviers d'intervention (e.g. Haapala et al., 2016).

Plusieurs stratégies sont utilisées dans l'aménagement matériel de la cour de récréation afin de favoriser l'AP. La première que l'on retrouve dans un nombre considérable d'études publiées consiste à ajouter des équipements et proposer du matériel tels que des ballons, des raquettes, des cerceaux, etc. (e.g. Bartelink et al., 2019). La réalisation des marquages au sol est également effectuée (e.g : Blaes et al., 2013). Deux études ont ajouté du matériel recyclé (Engelen et al, 2013 ; Hyndman et al, 2014) comme par exemple des tubes, des tuyaux, des seaux, etc. Une étude a proposé des aires de jeux propices pour réaliser de l'AP avec des zones spécialement conçues pour grimper, mais également la présence de trampolines, et barres, sur des thèmes originaux comme des ruines antiques, des volcans, des nuages (Hamer, Agio, Knock, Kipps, Shankar, et Smith, 2017). Une autre étude a emmenagé les aires de jeux de la récréation de manière à libérer de l'espace et diminuer le nombre d'enfants dans chaque espace de jeu (D'Haese, Van Dyck, De Bourdeaudhuij, et Cardon, 2013).

3.3.2. Aménagement de la salle de classe ou de l'école

De manière générale, les études s'intéressant à cet aspect ont cherché à modifier l'organisation physique de la salle de classe pour la rendre plus propice à l'AP.

L'aménagement le plus emblématique est sans doute l'utilisation de bureaux debout qui permettent de limiter les positions assises prolongées (Kidokoro et al., 2019). A une plus grande échelle, une étude a comparé les niveaux d'AP des enfants scolarisés dans une école classique à ceux d'enfants d'une école spécialement conçue pour être favorable à l'AP. Cette école comportait notamment des jardins, un gymnase, plusieurs cours de récréation ; les salles de classe y étaient également plus grandes et le matériel était mieux adapté au mouvement (Brittin et al., 2017): des bureaux debout et des chaises ajustables ont également été proposés. Plusieurs études, dont notamment celles qui ont prévu également des ateliers de sensibilisation, ont également attribué du matériel pédagogique à chaque enfant tels que des CD, cahiers avec activités en classe (e.g : Duncan, McPhee et al, 2011).

3.3.3. Jeux vidéo actifs et utilisation des Nouvelles technologies (NT)

Trois études utilisent principalement les jeux vidéo actifs (nommés « exergame ») pour promouvoir l'AP (Duncan, Birch et al., 2011 ; Duncan et al., 2012 ; Gao et al., 2017). Les cours d'EPS, les jeux libres réalisés en récréation ou à la pause méridienne ont été remplacés par un moment de jeu vidéo actif afin de voir si ces jeux permettent d'augmenter l'APMV comparativement aux jeux libres. Ces deux études proposent des défis à réaliser en mouvement que les enfants peuvent relever, et remportent des points en fonction de leurs performances. Le « self-monitoring », avec attribution d'objectifs et de feedbacks provenant de la nouvelle technologie des montres connectées a également été utilisé dans l'étude de Hayes et Van Camp (2015).

3.3.4. Jeux actifs et supplémentation d'AP

Trois études ont pour levier principal d'action la réalisation de ces jeux actifs. Par exemple, l'étude de Gutierrez-Martinez et al. (2018) a proposé des activités structurées pendant 20 minutes sur le temps de récréation (d'une durée totale de 30 minutes), sur 10

semaines d'intervention. Ces jeux étaient divers : avec des balles, ballons, cerceaux, ou sans matériel.

Plusieurs études ont proposé, parmi de nombreux leviers d'intervention, l'ajout d'AP et de jeux réalisés dans le temps scolaire, notamment en récréation ou pendant la pause méridienne, modifiant ainsi l'organisation scolaire. Par exemple, l'étude de Safdie et al. (2013) a proposé 15 à 20 minutes d'AP modérée sur 4 matinées dans la semaine scolaire, sur une durée totale d'intervention de 18 mois. Une autre étude a rajouté de l'AP à l'école mais également pendant la garderie extrascolaire : d'une durée comprise entre 40 et 90 minutes, cette pratique d'AP se constituait de jeux divers avec des mouvements, des exercices réalisés avec du matériel de gymnastique (Sigmund et al., 2012). Dans cette étude, les enfants étaient libres de changer de jeux et de modifier l'intensité de l'AP, et pouvaient choisir entre des activités réalisées seuls ou en groupes. De plus, le nombre de récréations a également été augmenté dans plusieurs études : par exemple, 3 à 4 récréations d'une durée de 20 minutes ont été ajoutées chaque semaine sur une durée totale d'intervention de 2 ans.

Il faut noter l'apparition récente en France depuis 2018 d'une pratique provenant d'Angleterre et courante sur ce territoire et qui consiste à proposer aux enfants 15 minutes de marche ou de course à pied dans la cour de l'école : cette pratique se nomme le « daily mile ». Toutes les écoles peuvent participer à cette pratique d'AP supplémentaire librement. Le nombre d'enfants dans le monde participant à ce dispositif est répertorié (<https://www.thedailymile.fr/>). Il a été montré que cette pratique rendrait les enfants plus actifs, moins sédentaires et améliorerait la composition corporelle ainsi que leur capacité cardiorespiratoire (Chesham et al., 2018).

En résumé, Il faut noter que ces leviers d'intervention diffèrent de la supplémentation de cours d'EPS à l'école, bien que ces deux leviers se ressemblent.

3.3.5. Pauses actives et cours actifs en classe et dans l'école

Un autre levier d'intervention très souvent utilisé dans les études publiées entre 2011 et 2019 est la réalisation de pauses actives. Ce levier d'intervention a engendré des modifications organisationnelles en classe, étant donné qu'une partie des cours ou pauses sédentaires ont été remplacés par des pauses actives. Certaines interventions utilisent uniquement ce levier pour promouvoir l'AP (e.g Murtagh et al., 2013) et d'autres l'intègrent parmi plusieurs leviers (e.g : De Meij et al., 2011).

Ces pauses actives, réalisées dans le même objectif de favoriser le mouvement en classe, peuvent consister en :

- 1) Réaliser des mouvements actifs en classe indépendamment des leçons académiques (e.g. Reznik et al., 2015). Ces pauses actives incluent généralement des exercices de type aérobie, de souplesse et de relaxation et ont une durée moyenne de 10-20 minutes. Deux études ont réalisé des pauses au cours desquelles les enfants allaient simplement marcher dans l'école (Haapala et al., 2017 ; Goh et al., 2014).
- 2) Réaliser des mouvements actifs intégrés dans les apprentissages (e.g. Riley, Lubans, Morgan, et Young, 2015). Ainsi, il s'agit plus de « cours actifs » que de « pauses actives ». Ces deux études réalisent les cours de mathématiques activement : en effet, les enfants devaient réaliser certains mouvements pour donner la réponse à une question. Ces cours ont une durée de 20-60 minutes en classe et sont plus longs que les pauses actives qui ne sont pas liées aux cours académiques. L'intensité de l'AP générée par les pauses actives n'est pas indiquée. Des CD sont parfois utilisés pour aider les enseignants dans la réalisation de ces pauses.

Enfin, une étude, plus originale, a mené une intervention sur une année scolaire consistant à promouvoir l'AP avec un programme qui visait à dispenser les cours

académiques en dehors de la classe, soit dans un cadre naturel (bois), soit dans un cadre culturel (musée, bibliothèque) (Schneller et al., 2017). Ces cours à l'extérieur devaient être réalisés au minimum 300 minutes par semaine pendant une année scolaire. Par exemple, les enfants étaient amenés à se déplacer dans la cour de récréation pour calculer la surface du terrain de football, ou en forêt pour rédiger un texte en lien avec ce lieu. Cette étude est une partie d'une grande étude nommée « Teachout » qui a pour objectif de mesurer les effets des classes réalisés à l'extérieur de la classe sur les apprentissages, la motivation, les relations sociales et le bien-être des enfants (Nielsen et al., 2016).

3.3.6. Cours d'EPS supplémentaires

Certaines études ont activé un levier d'intervention organisationnel très commun dans le milieu de la promotion de l'AP : effectuer des cours d'EPS obligatoires supplémentaires. Deux études utilisent cette stratégie d'intervention comme levier principal (Fairclough, McGrane, Sanders, Taylor, Owen, et Curry, 2016 ; Moller et al., 2014). Les cours d'EPS supplémentaires de l'intervention de Fairclough et al. (2016) étaient ludiques, réalisés en musique, liées à l'aspect « santé » avec la réalisation d'habiletés motrices simples. Moller et al. (2014) sont restés sur une approche plus classique, avec le développement des capacités physiques et fondamentales spécifiques au sport, et proposant 6 cours hebdomadaires au lieu des 2 cours qui sont prévus habituellement dans les autres écoles. Des études proposant plusieurs leviers d'intervention pour promouvoir l'AP ont également proposé des cours supplémentaires d'EPS. Par exemple Goh et al. (2014) ont réalisé 45 minutes d'EPS supplémentaires chaque semaine, sur une intervention totale de 12 semaines.

3.3.7. Attribution de récompenses

Un autre levier d'intervention parmi ce niveau socio-écologique est l'attribution de récompenses aux enfants lorsqu'ils atteignaient leurs objectifs (e.g Hayes et Van Camp,

2015), notamment par l'utilisation des NT (montres connectés). L'étude de Duncan, Birch et al. (2011), réalisant la promotion des comportements de santé a donné des bracelets, tandis que les deux autres études ont donné du matériel (ballons, frisbees) et des jouets.

3.3.8. Autres actions liées à l'aspect communautaire

Ces actions consistaient en général à organiser des journées avec des animations sportives ou à proposer des programmes d'AP dans les clubs. Par exemple, l'étude de Morris, Gorely, Sedwick, Nevill et Nevill (2013) a organisé des journées de pratique de sport. Dans d'autres études, les enfants ont pu bénéficier de programmes de bien-être dans les clubs (King et Ling, 2015) et de facilités à exercer des sports en club après l'école (Bartelink et al., 2019). Des ateliers d'AP ont été proposés pendant les vacances (Morris et al., 2013) ainsi qu'en garderies extrascolaires (Sigmund, El Ansari, et Sigmundová, 2012). Ces derniers leviers d'intervention, dépassant l'environnement scolaire, sont à la limite entre le troisième et le quatrième niveau du modèle socio-écologique. En effet, ils peuvent faire intervenir la politique nationale ou locale en lien avec le système éducatif national.

3.4. Leviers d'intervention de type facteurs « sociétaux, politiques et législatifs » : niveau

4

Les facteurs déterminants du niveau 4 relèvent des politiques nationales, régionales ou locales. Ces politiques publiques peuvent conditionner l'AP des enfants directement en imposant par exemple un volume de cours d'EPS hebdomadaire. Au-delà des programmes d'enseignement, les orientations politiques peuvent se traduire par un soutien financier et logistique apporté aux actions s'inscrivant dans une thématique donnée. Enfin, ces politiques peuvent conduire à la création d'un programme d'intervention : ce programme est généralement testé et validé à petite échelle. Lorsque les résultats sont satisfaisants, il peut ensuite être déployé sur l'ensemble d'un territoire.

Dans le cas des interventions réalisées en milieu scolaire, des facteurs principaux de ce quatrième niveau sont ainsi tous ceux relatifs au système scolaire : lois, programmes scolaires. Par exemple, dans le cas de la promotion de l'AP, il est évident que des lois concernant l'évolution du nombre de cours d'EPS à l'école sont déterminantes ; au niveau local, des projets sportifs peuvent également être prévus dans un ensemble d'écoles, ou des programmes liés aux comportements de santé. Au niveau international, des programmes et projets liés à l'AP sont également développés, propres à chaque pays.

Certaines interventions peuvent s'inscrire dans le cadre de programmes nationaux ou internationaux qui ont déjà fait leurs preuves ou qui sont en cours de développement : ce sont des opérationnalisations de politiques nationales. Ces programmes ont été réalisés suite à des constats réalisés. A titre d'exemple, suite à des constats nationaux et internationaux démontrant une diminution de la pratique d'AP des enfants, deux études (Bartelink et al., 2019 ; Eather et al., 2013a), réalisées respectivement aux Pays-Bas et en Australie, ont menés des interventions basées sur le programme HPS (« Health Promoting School framework », IUHPE, 2008). Ce programme faisait suite à d'autres programmes développés préalablement et qui avaient fait leurs preuves (Kriemler et al., 2011) ; cependant, ils étaient focalisés sur l'EPS et l'amélioration des capacités cardiorespiratoires à l'école. Le programme HPS était innovant car il incorporait plusieurs leviers d'intervention et avait pour objectif de faire prendre conscience aux enfants la nécessité de réaliser de l'AP pour leur santé et bien-être. D'autres interventions ont également testé d'autres programmes spécifiques, notamment aux Etats-Unis. Ainsi, l'étude de Burns et al. (2015), ayant pour objectif exclusif la promotion de l'AP, a mis en place une intervention mettant en application le programme CSPAP (« Comprehensive School Physical Activity Program on School Day Step Counts in children »). Ce programme a été développé par le CDC (« Centers for Disease Control ») et le NASPE (« National Association of Sport and Physical Education »). En effet, aux Etats-Unis

il a été observé que beaucoup d'écoles avaient remplacé le temps d'EPS par des cours académiques et que les enseignants d'EPS n'avaient pas des compétences suffisantes pour augmenter la durée d'APMV pendant les cours. Ce programme CSPAP a donc été créé au niveau national et mis en œuvre dans les écoles dans le but de palier à ces obstacles et de promouvoir l'AP à l'école. Ainsi, après le développement de ce programme par le CDC et le NASPE, il a été proposé aux écoles de le tester spécifiquement ce qui leur permet d'avoir recours à une supplémentation de cours d'EPS de qualité avec plus de 50% de la durée du cours en APMV, réalisés par des enseignants d'EPS et des entraîneurs très spécialisés dans ce domaine. Avant cette intervention, ce programme avait déjà été testé sur un groupe d'enfants et d'adolescents et n'avait pas permis d'augmenter l'APMV (Carson et al., 2014) : c'est pourquoi d'autres études, comme celle de Burns et al. (2015), se sont révélées nécessaires. D'autres programmes ont été mis en œuvre également.

Dans l'étude menée par Kipping et al., (2014), le contenu des ateliers pour les enfants est issu d'un programme scolaire national qui a été modifié dans une étude pilote ayant démontré son efficacité. L'étude de Safdie et al. (2018) souhaite également prévenir le risque d'obésité en lien avec la politique nationale mexicaine. Dans une autre intervention menée par King et Ling (2015), il y a une application des « politiques de bien-être » émises au niveau national, qui avaient pour objectif de diminuer la prévalence de l'obésité, notamment avec le soutien de Michelle Obama : cette étude était innovante car elle mesurait les effets de ce dispositif sur une population d'enfants issus de milieu rural. Enfin, l'intervention de VanderPloeg, McGavock et al. (2014) menée au Canada, a également mis en place un programme nommé « Comprehensive School Health » (CSH), qui a été à la base développé aux Etats-Unis. Cette intervention a complété le programme avec une approche innovante canadienne nommée « APPLE Schools » (Alberta Project Promoting Active Living and Healthy Eating in Schools) qui n'avait pas été testée. Dans cette intervention, la politique

provinciale a également mis en place un projet de 30 minutes supplémentaires d'AP : ainsi, cette intervention est une opérationnalisation d'une politique nationale et locale.

Ainsi, une variété de programmes émergeant de volontés et de lois nationales garantit la réalisation des interventions. Les interventions permettent également en retour d'améliorer les programmes en fonction des résultats obtenus. Finalement, ces programmes nationaux constituent les « socles » grâce auxquels les interventions peuvent être menées. Ils mettent notamment l'accent sur la diversité des moyens qui peuvent être utilisés pour promouvoir l'AP.

3.5. Synthèse

Cette partie a permis d'identifier plusieurs leviers d'interventions utilisés parmi toutes les études publiées pour promouvoir l'AP depuis la dernière revue de Kriemler et al. (2011). Ces leviers étaient de plusieurs types.

Tout d'abord, ils visaient les facteurs « personnels » du niveau 1 du modèle socio-écologique destinés aux enfants : ateliers de sensibilisation théoriques, devoirs à faire à la maison. Toutes les études ont visé à agir de manière indirecte sur les facteurs psychologiques et certaines études ont ciblé plus particulièrement des facteurs biologiques et des compétences physiques. Sur des actions directes du niveau 1, les ateliers de sensibilisation et les devoirs à faire à la maison ont été ceux qui ont été le plus utilisés par les interventions. Des organisations de journées sportives ont également été réalisées.

De nombreuses études ont utilisé des types de leviers du niveau 2 agissant sur les facteurs interpersonnels, intégrant plusieurs acteurs déterminants : les amis (utiliser le soutien des enfants entre eux) ; les parents (sensibilisation avec des réunions, envoi de newsletters, devoirs parents et enfants) ; les enseignants (formations, prise en charge d'ateliers de sensibilisation, supervision et report des caractéristiques des jeux réalisés dans la cours, cours

supplémentaire d'EPS et d'AP, de pauses actives). Les leviers les plus utilisés ont été l'envoi de newsletters aux parents, les formations pour les enseignants ainsi que la prise en charge d'ateliers de sensibilisation par les enseignants.

Concernant les leviers utilisés sur le niveau 3 du modèle socio-écologique, ceux-ci ont ciblé les facteurs environnementaux avec des aménagements matériels de la cour de récréation (marquage au sol, ajout de matériel tels que des jeux, des ballons, des raquettes, etc.), ainsi que des aménagements de la salle de classe ou de l'école (bureaux debout, ajout de matériel pédagogique en classe, modification du design de l'école). Des changements organisationnels ont également été réalisés : utilisation des jeux vidéo actifs et des NT avec fixation d'objectif, ajout de jeux et d'AP supplémentaires à l'école, réalisation de pauses actives et de cours actifs en classe et dans l'école, cours d'EPS supplémentaires, attribution de récompenses. D'autres actions de ce levier ont été menées mais ne concernent qu'une infime partie des études : journées de pratique de sport, AP pour les enfants pendant les vacances ou en garderie extrascolaire, programmes d'AP dans les clubs et facilités à exercer des sports en clubs après l'école. Les leviers les plus utilisés de ce niveau 3 ont été l'ajout supplémentaire de jeux et d'AP à l'école, l'ajout d'équipements de jeux et de matériel à la récréation, l'aménagement de la salle de classe et/ou de l'école ainsi que la supplémentation de cours d'EPS.

Un unique et principal levier a été identifié sur le niveau 4 du modèle socio-écologique : l'opérationnalisation de politiques nationales ou internationales. En effet, des interventions ont mis en application des programmes pilotés par ces politiques suite aux constats démontrant une diminution des niveaux d'AP et des effets négatifs de l'inactivité physique sur la santé. Les programmes HPS et CSPAP ont ainsi été testés.

Finalement, parmi tous les leviers des 4 niveaux du modèle socio-écologique, le levier le plus utilisé a été la prise en charge et la réalisation d'ateliers de sensibilisation théorique et

de pauses actives par les enseignants d'école primaires : 17 études ont utilisé cette stratégie, dont 9 études uni-leviers et 8 études multi-leviers. Le deuxième levier le plus utilisé a été la supplémentation de jeux et d'AP, réalisé par 16 études. Enfin, 14 études ont réalisé un aménagement matériel de la cour de récréation avec des équipements de jeux et du matériel sportif, et 12 études ont réalisé des formations pour les enseignants. On remarque que ces leviers ont été mis en place pour les interventions uni levier ainsi que multi-leviers.

Dans une moindre mesure, d'autres leviers également très utilisés seraient complémentaires tels que l'ajout de cours d'EPS, le recours aux ateliers de sensibilisation théorique et des devoirs à faire à la maison.

Maintenant que nous avons passé en revue l'ensemble des leviers pouvant être utilisés pour la promotion de l'AP, il semble pertinent de s'interroger sur leur efficacité.

4. Efficacité des interventions : les interventions multi-leviers sont-elles plus efficaces que les études uni-leviers ?

4.1. Interventions uni-leviers : des résultats limités

Au total, 27 études ayant un unique levier d'intervention ont été analysées. Elles présentent des protocoles, des interventions et des échantillons relativement hétérogènes. Les principales caractéristiques et les résultats de ces études sont résumés dans le **tableau 2**.

Tableau 2. Caractéristiques des études interventionnelles uni-leviers

N/A= abréviation de « not available » : donnée manquante car non disponible dans l'article.

Leviers d'intervention de type « intra-individuels » : niveau 1			
Interventions basées sur les devoirs à réaliser à la maison			
Etude (Référence)	Design de l'étude, Pays, durée de l'intervention, échantillon Population (n=), % garçons et filles, âge	Mesure de l'AP	Principaux résultats
Duncan, McPhee, et al. (2011)	Etude pilote, contrôlée ; Nouvelle-Zélande 6 semaines 2 écoles, 8 classes, 97 enfants de 9-11 ans Groupe intervention = 1 école ; 57 enfants Groupe contrôle = 1 école ; 40 enfants	Podométrie Pré et post d'intervention	Comparativement au groupe contrôle, le groupe expérimental a augmenté le nombre de pas en post intervention pendant le WE : en mesure post, le groupe contrôle a effectué en moyenne 8670 pas contre 7090 pour le groupe « contrôle ». Dans le groupe expérimental, le nombre de pas pendant la semaine (p=0,001) et le nombre de pas total (semaine + WE ; p=0,020) augmente significativement après l'intervention.
Interventions basées sur les ateliers de sensibilisation			
McMinn et al. (2012)	Etude contrôlée non randomisée ; Angleterre 6 semaines 166 enfants écossais de 8-9 ans : Groupe intervention = 79 enfants Groupe contrôle = 87 enfants	Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 5 secondes Pré, post	Pas d'effets de l'intervention sur l'APMV ainsi que sur le nombre de pas. De manière non significative (p>0,05), le nombre de pas a diminué en post intervention pour les deux groupes que ce soit sur le temps de transport actif du matin (groupe intervention : 1168 à 1119 pas ; groupe contrôle : 1167 à 962 pas) et de l'après-midi (groupe expérimental : 1227 à 1005 pas ; groupe contrôle : 1019 à 899 pas) ainsi que sur la journée globale (groupe expérimental : 2395 à 2124 pas ; groupe contrôle : 2186 à 1861 pas).
Leviers d'intervention de type « interpersonnels » : niveau 2			
Interventions basées sur l'influence des pairs (influence des enfants entre eux)			

Hardman et al. (2011)	Etude randomisée contrôlée ; Angleterre 12 jours 3 écoles primaires 386 enfants, âgés de 7 à 11 ans, 3 groupes : -Intervention complète -Intervention « Fit n Fun Dude » : partie de l'intervention globale, avec matériel donné par les pairs, podomètre avec objectifs mais sans récompenses -Groupe contrôle	Podométrie Pré, post et post 14 semaines.	Le groupe qui a bénéficié de l'intervention globale est celui qui a obtenu la plus grande augmentation du nombre de pas (de la mesure pré à post intervention, augmentation de 2456 pas par jour ; $p < 0,001$). Il y a une augmentation du nombre de pas pour le groupe expérimental « Fit n Fun Dude » n'ayant pas eu de récompenses (+1033 pas par jour ; $p < 0,03$). Après 14 semaines, les enfants des classes ayant eu l'intervention sans récompenses « Fit n Fun Dude » ont continué d'augmenter leur nombre de pas (+2030 pas par jour ; $p < 0,001$), ce qui n'a pas été le cas pour les enfants ayant bénéficié de l'intervention complète.
Interventions basées sur l'influence des parents			
Nyberg et al. (2015)	Etude randomisée contrôlée ; Suède 6 mois 243 enfants de plusieurs écoles. Niveau socio-économique moyen et bas. Groupe intervention = 7 classes, 129 enfants Groupe contrôle = 112 enfants	Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 15 secondes Pré, post et post 6 mois	Pour le groupe expérimental il n'y a pas d'augmentation de l'AP totale pour les 2 sexes, mais l'analyse par sous-groupe démontre en post-intervention que les filles ont plus d'AP totale pendant les week-ends (+225 cpm ; $p = 0,04$) comparativement au groupe contrôle.
Leviers d'intervention de type « environnementaux » et « organisationnels » : niveau 3			
Interventions basées sur l'aménagement matériel de la récréation			
Blaes et al. (2013)	Etude contrôlée non randomisée ; France 4 jours 420 enfants de 6 à 11 ans 4 écoles : Groupe intervention = 2 écoles Groupe contrôle = 2 écoles	Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : N/A Pré, post	Au début de l'intervention, les enfants du groupe contrôle étaient significativement plus actifs que les enfants du groupe expérimental pendant le temps de récréation. Il n'a pas été observé de différences en fonction du genre. Après l'intervention, les enfants du groupe expérimental ont augmenté leur niveau d'APMV pendant la récréation (N/A ; $p < 0,05$) comparativement au début, alors que l'AP dans le groupe contrôle n'a pas été modifiée.

D'Haese et al. (2013)	Etude avec 1 groupe « intervention » sans groupe contrôle ; Belgique 1 semaine 187 enfants de 9 à 12 ans	Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 15 secondes Pré, post	Pendant l'intervention, l'APMV a augmenté de manière significative (+1,04 minutes ; $p < 0,001$) pendant le temps de récréation. Cette variable a également été impactée sur la journée scolaire : APMV = +1,16%.
Engelen et al. (2013)	Etude randomisée contrôlée ; Australie 13 semaines 226 enfants entre 5 et 7 ans de 12 écoles primaires Groupe intervention = 6 écoles ; soit 107 enfants Groupe contrôle = 6 écoles ; soit 99 enfants	Accélérométrie Cut-points : Evenson et al. (2008) Epochs : 15 secondes Pré, post et post 2 ans	Le groupe expérimental a obtenu une augmentation du nombre de counts et des minutes d'APMV (+1,8 minutes ; $p = 0,006$) pendant les temps de pause. Les gains sont maintenus 2 ans après l'intervention. Pas d'augmentation de l'APMV sur la journée scolaire.
Hamer et al. (2017)	Etude contrôlée non randomisée ; Angleterre 1 an 347 enfants d'âge moyen 8 ans Groupe intervention = 5 écoles ; soit 169 enfants Groupe contrôle = 2 écoles ; soit 62 enfants	Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 60 secondes Pré, post et post 1 an	Pas de différences significatives entre le groupe expérimental et le groupe contrôle concernant l'APMV que ce soit sur la journée scolaire ou la journée globale. Il a été observé une augmentation significative de l'AP légère (+48,9 minutes/jour ; $p = 0,047$) pour les enfants de moins de 9 ans dans le groupe intervention un an après la fin de l'intervention.
Hyndman et al. (2014)	Etude randomisée contrôlée ; Australie 7 semaines 278 enfants de 5 à 12 ans Groupe intervention = 1 école (123 enfants) Groupe contrôle = 1 école (152 enfants)	Podométrie Cut-points : N/A Epochs : N/A Pré, post, post 8 mois .	Des effets d'interaction ont été observés : les enfants du groupe expérimental ont effectué plus de pas après les 7 semaines d'intervention (+13,08 pas par minute ; $p < 0,001$) et également 8 mois après la fin de l'intervention (+5,93 pas par minute ; $p = 0,045$) comparativement au groupe contrôle. C'est également le cas pour la distance parcourue, après l'intervention (+9,32 mètres par minute ; $p < 0,001$) et 8 mois après (+4,47 mètres par minute ; $p = 0,051$). Uniquement sur un court terme, soit après les 7 semaines d'intervention, les enfants ont répondu avoir plus de plaisir à pratiquer de l'AP.

Interventions basées sur l'aménagement environnemental de la salle de classe ou global de l'école			
Brittin et al. (2017)	Etude pilote contrôlée ; Norvège 14 mois 41 enfants Groupe intervention = 21 Groupe contrôle = 20 enfants Au début, enfant de 8-9 ans puis suivi longitudinal (à la fin de l'étude, les enfants avaient 9-10 ans).	Accélérométrie Cut-points : Evenson et al. (2008). Epoch : 60 secondes Pré, post	Les élèves du groupe expérimental comparativement à ceux de l'école contrôle, ont pris plus de pauses (+21,1 ; $p < 0,001$), sont resté 64,5 min de plus en AP légère ($p < 0,001$) et ont passé 13.1 minutes de plus en APMV ($p < 0,001$).
Kidokoro et al. (2019)	Etude contrôlée non randomisée ; Japon 6 mois 38 enfants de 11-12 ans (22 garçons et 16 filles) de 2 classes Groupe intervention = 1 classe (17 enfants) Groupe contrôle = 1 classe (21 enfants)	Accélérométrie Cut-points : Evenson et al. (2008) Epochs : 15 secondes Pré, post	Les élèves de classe expérimentale ont augmenté de manière significative leur APMV de 19,9 minutes par jour ($p = 0,035$). Spécifiquement, les différences sont significatives à 8 heures, 9 heures du matin, midi, à 14 et 15 heures. 66,7% des enfants ont reporté du plaisir à l'utilisation des bureaux debout, 77,7% ont trouvé qu'il était plus facile de travailler debout.
Jeux vidéo actifs			
Duncan, Birch et al. (2011)	Etude contrôlée randomisée ; Angleterre 6 semaines 40 enfants âgés de 10-11 ans (20 garçons, 20 filles) Groupe intervention = 20 enfants Groupe contrôle = 20 enfants	Podométrie Pré, moitié, post	Pas de différences significatives entre les deux groupes que ce soit à la moitié de l'intervention ou à la fin de l'intervention. Les enfants du groupe « intervention » ont passé moins de temps en APMV que le groupe « contrôle » engagé dans la récréation habituelle.
Duncan, et al. (2012)	Etude contrôlée non randomisée ; Angleterre 4 semaines 59 enfants d'une école primaire (22 garçons, 27 filles, âgés de 10-11 ans).	Podométrie Pré, post, post 4 semaines	Le nombre de pas réalisé par jour a augmenté (N/A ; $p = 0,0001$) après l'intervention comparativement à la mesure réalisée en pré-intervention.
Gao et al. (2017)	Etude quasi-expérimentale ; Etats-Unis 1 an	Accélérométrie Cut-points : N/A	Aucune différence significative n'apparaît entre les 2 groupes qu'il s'agisse de l'AP légère, de l'APMV ou de dépense énergétique.

	261 enfants de 2 ^{ème} et 3 ^{ème} grade : 34 filles et 127 garçons, âge moyen de 8,27 ans Groupe intervention de 8 classes comparé à un groupe contrôle de 8 classes Majorité d'enfants avec NSE faible	Epochs : 15 secondes Pré, post après 1 an	Pour le groupe expérimental, il y a une augmentation du pré au post test de l'AP légère, passant de 87,81 min à 91,04 min ($p < 0,01$), de l'APMV passant de 10,28 min à 13,19 min ($p < 0,01$) et de la dépense énergétique, passant de 1,56 MET à 1,57 MET ($p = 0,02$). De la fin à un an après l'intervention, il y a eu une diminution de l'AP légère ($p < 0,01$), mais l'APMV reste stable ($p = 0,08$).
Utilisation des Nouvelles Technologies pour fixer des objectifs			
Garde et al. (2015)	« Within-Subject Design » ; Canada 2 semaines 2 groupes (54 enfants de 8 à 13 ans) : -Première semaine commune : feedbacks de l'accéléromètre. Puis, pendant la deuxième semaine : -1 groupe « intervention par le jeu » : une semaine d'accès au jeu « MobileKids Monster Manor » mais qui ne reçoit pas de feedbacks sur leur niveau d'AP -1 groupe qui reçoit encore et uniquement les feedbacks de l'accéléromètre	Accélérométrie (T ractivity) Cut-points : N/A Epochs : N/A Pré, post	Dans les deux groupes expérimentaux (« jeu sur téléphone » ainsi que « feedbacks »), l'AP a augmenté significativement (1191 et 769 pas par jour en plus, respectivement ; $p = 0,01$). Dans le groupe expérimental par le « jeu sur téléphone », une plus grande participation des enfants à pratiquer l'AP a été démontré pour les enfants qui avaient un IMC supérieur (+ 964 pas par jour ; $p = 0,03$).
Hayes et Van Camp (2015)	« Reversal Design » (non randomisée, pas de groupe contrôle) ; Etats-Unis 22 sessions 1 à 4 fois par semaine - Durée totale indéfinie 6 filles (3 ^{ème} grade) de 8 ans	Accéléromètres « Fitbit » (uniquement recueil du nombre de pas) Pré, post	Le nombre de pas effectué a augmenté de 47% pendant la phase d'intervention par rapport aux mesures pré-interventionnelles ; le pourcentage de temps en APMV pendant la récréation a également augmenté de 25 % (10% à 41%) pendant l'intervention.
Jeux réalisés à la récréation			

Groffik et al. (2012)	Etude pilote sans groupe contrôle ; Pologne 2 jours 239 enfants âgés de 9-10 ans (moyenne de 9,48 ans), de 2 écoles primaires (57,3% de filles, 20,1% d'enfants en surpoids et 19,2% d'enfants obèses).	« ActiTrainer » (podomètre, fréquence cardiaque, accéléromètre triaxial) Cut-points : N/A Epochs : 15 secondes Pré, post	Pendant les 30 minutes de break actif à l'école, les filles et les garçons sans surpoids ont réalisé respectivement 1336 pas et les garçons ont réalisé 1758 pas ; sur le même créneau, les filles et les garçons en surpoids ont réalisé respectivement 1258 et 1620 pas. Les enfants qui ont réalisé les 30 minutes de break actif ont augmenté leur quantité totale de pas dans la journée ($p < 0,001$) et la durée totale d'AP réalisée dans la journée ($p < 0,01$) en comparaison avec les enfants n'ayant pas voulu participer à ces breaks. Finalement, les breaks actifs à l'école ont compté pour 12,5% du nombre total de pas pour les filles et 16,3% pour les garçons.
Gutierrez-Martinez et al. (2018)	Etude randomisée contrôlée ; Colombie 10 semaines 120 enfants (âge 10.5 ans, 57.5% filles) 2 groupes d'intervention : - « Intervention MARA+SMS » : « Active Module of Active Recess – MARA » et SMS : 60 enfants - « Intervention MARA » : 60 enfants -Groupe contrôle : 68 enfants	Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 15 secondes Pré, post, post 10 semaines	Augmentation de l'APMV dans le groupe expérimental « MARA », c'est-à-dire les enfants ayant bénéficié des jeux à la récréation (Différence de 6,1 minutes entre les deux temps de mesure ; $p = 0,005$) par rapport au groupe contrôle, mais pas pour le groupe intervention « MARA+ SMS ». (enfants ayant bénéficié des jeux et parents ayant reçu un SMS). Il y a eu une plus grande participation dans le groupe intervention « MARA » (34,4%) par rapport au groupe « MARA+SMS » (12,1%).
Howe et al. (2012)	Etude contrôlée non randomisée ; Etats-Unis 9 semaines 117 enfants 2 écoles, enfants de 8 ans (3 ^{ème} grade) Groupe intervention = 45 enfants Groupe contrôle = 72 enfants	Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 5 secondes Pré, post	Dans le groupe expérimental, l'APMV a augmenté significativement pendant la récréation pendant l'intervention passant de 6,9 à 14,9 minutes ($p < 0,0001$). Il n'y a pas de différences significatives selon le genre et l'IMC. L'APMV totale de la journée scolaire a également augmenté, passant de 3 à 14 minutes ($p = 0,014$).
Pauses actives réalisées en classe et/ou pauses actives intégrées dans les apprentissages (« Active Classrooms »)			
Martin et Murtagh (2017)	Etude cluster randomisée contrôlée ; Irlande 8 semaines	Accélérométrie Cut-points : Evenson et al.	Dans le groupe expérimental, et comparativement au groupe contrôle, il y a une augmentation de l'APMV sur le temps de la classe du pré à la fin de l'intervention, passant de 10.5 min à 12 minutes ($p < 0,01$) et

	<p>10 classes 248 enfants, âge moyen 8-12 ans ; moyenne = 8,9 ans Groupe intervention = 5 classes, soit 131 enfants Groupe contrôle = 5 classes, soit 117 enfants.</p>	<p>(2008) Epochs : 15 secondes Pré, post, post 4 mois</p>	<p>cette augmentation d'APMV est maintenue 4 mois après l'intervention ($p < 0,01$). Il n'y a pas de différences sur l'APMV de la journée scolaire du pré au post intervention ($p = 0,52$) et 4 mois après ($p = 0,09$).</p>
<p>Murtagh et al. (2013)</p>	<p>Etude randomisée contrôlée ; Irlande 5 jours 90 enfants (49 garçons, 41 filles) d'âge moyen 9,3 ans de 3 écoles primaires Dans chaque école, une classe a été désignée comme faisant partie du groupe « intervention ». Groupe contrôle : toutes les autres classes.</p>	<p>Podométrie Pré, post</p>	<p>A la fin de l'intervention, le groupe expérimental a réalisé significativement plus de pas que le groupe contrôle, bien que les deux groupes aient diminué leur nombre de pas total (groupe expérimental : 5351 pas en pré et 5054 en post ; groupe contrôle : 5469 pas en pré et 4246 pas en post ; $p < 0,05$ entre les deux groupes en post). Il n'y a pas de différences significatives concernant l'interaction « temps x groupe x genre », c'est-à-dire pas de différences entre les garçons et les filles dans le groupe expérimental.</p>
<p>Reznik et al. (2015)</p>	<p>Etude randomisée non contrôlée ; Etats- Unis 8 semaines 998 enfants Age moyen : 6.1 ans Groupe intervention = 500 enfants Groupe contrôle = 488 enfants Information supplémentaire : Quartier défavorisé</p>	<p>Podométrie Pré, post</p>	<p>Huit semaines après la fin de l'intervention, le groupe expérimental a réalisé significativement plus de pas que le groupe contrôle (2839 vs 2545 ; $p = 0,0048$) après ajustement avec le nombre de pas avant l'intervention et indépendamment d'autres variables de contrôle (âge, genre, classe EPS, temps de récréation).</p>
<p>Riley et al. (2015)</p>	<p>Etude randomisée contrôlée ; Australie 6 semaines Partie de 1 école : 54 enfants Groupe intervention = 1 classe, soit 27</p>	<p>Accélérométrie Pré, post</p>	<p>Pour le groupe expérimental, sur les leçons de mathématiques du matin, il y a une augmentation significative de l'APMV (+ 9,7% ; $p < 0,001$). De plus, les enfants du groupe expérimental ont également pratiqué</p>

	enfants Groupe contrôle = 1 classe, soit 27 enfants		plus d'APMV (+ 8,7% ; $p < 0,001$) sur la journée scolaire.
Watson et al. (2019)	Etude pilote cluster randomisée contrôlée ; Australie 6 semaines 374 enfants de 6 écoles primaires de 8-10 ans 1 Groupe intervention = 3 écoles, 7 classes, 138 enfants 1 groupe contrôle = 3 écoles, 11 classes, 236 enfants	Accélérométrie Cut-points de Freedson et al. (2005) Epochs : 15 secondes Pré, post	Pour l'ensemble des classes, il n'y a pas eu de résultats significatifs concernant le comportement des enfants en classe, au niveau des résultats scolaires et au niveau de l'AP des enfants. A l'échelle individuelle, il y a eu uniquement des résultats significatifs concernant le comportement des enfants à l'école.
Cours actifs en dehors de l'école (intégrés dans les apprentissages)			
Schneller et al. (2017)	Etude quasi-expérimentale ; Danemark 1 an 33 classes 262 enfants, âge moyen 10 ans 194 enfants de 10,46 ans Groupe intervention = 17 classes, 201 enfants, âge moyen 10.82 ans : réalisation de plus de 150 minutes de cours à l'extérieur (EOtC) par semaine Groupe « comparaison » = 16 classes, 160 enfants, âge moyen 10.95 ans : réalisation de moins de 150 minutes de cours à l'extérieur (EOtC) par semaine Cette étude est une partie d'une grande étude nommée TEACHOUT qui mesure les effets des classes en dehors de l'école sur les apprentissages, la motivation, les relations sociales et le bien-être des enfants.	Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 15 secondes Pré, pendant, post	Les enfants du groupe expérimental ont réalisé plus d'APMV que les enfants du groupe « comparaison » (+ 4 minutes de plus que le groupe « comparaison » ; $p < 0,05$). Cependant, des analyses supplémentaires montrent que ce sont les garçons du groupe expérimental qui ont passé plus de temps en APMV que les garçons du groupe « comparaison » (+20,8 minutes de plus que le groupe « comparaison » ; $p < 0,01$), alors qu'il n'y a pas de différences entre les filles du groupe expérimental et les filles du groupe « comparaison ».

Cours d'Education Physique et Sportive (EPS) obligatoires supplémentaires			
Fairclough et al. (2016)	<p>Etude pilote ; Angleterre 6 semaines 139 enfants de 10-11 ans de 4 écoles. Groupe intervention = 2 écoles = 73 enfants Groupe contrôle = 2 écoles = 66 enfants</p>	<p>Accélérométrie Cut-points de Chandler et al. (2016) Epoch : 1 seconde Pré et post Remarque : Mesure au niveau du poignet non-dominant</p>	<p>Le groupe expérimental a été significativement plus actif pendant le cours d'EPS comparativement au groupe contrôle (25,8% ; $p=0,009$) : ce différentiel compte pour 14% de l'APMV de la journée globale (29,4% du cours d'EPS passé en APMV contre 25,8% pour le groupe contrôle ; $p=0,009$).</p> <p>Le groupe expérimental a été significativement plus actif pendant la journée globale ($p<0,05$) et pendant la journée scolaire en post intervention ($p<0,01$) : de manière plus précise de l'AP légère (+11,3 minutes de différence ; $p=0,006$), d'AP modérée (+8,3 min ; $p=0,026$), d'APMV (+9.8 minutes ; $p=0,044$) et d'AP totale (+15.8 minutes ; $p=0,033$) comparativement au groupe contrôle.</p> <p>Dans les deux groupes, les performances physiques ont été meilleures en post intervention. Les enfants du groupe expérimental avaient une perception de plaisir de l'effort plus importante au début de l'intervention comparativement au groupe contrôle ($p=0,02$).</p>
Moller et al. (2014)	<p>Etude contrôlée non randomisée ; Danemark 3 ans 1200 enfants de 6 niveaux d'école primaire différents (moyenne d'âge de 9 ans). Groupe intervention = 697 enfants au début de l'étude Groupe contrôle = 521 enfants au début de l'étude</p>	<p>Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 2 secondes Pré, post</p>	<p>Pas de différences d'APMV pendant le temps de la journée globale, le cours d'EPS et la récréation entre les enfants du groupe expérimental et les enfants du groupe contrôle. Cependant, les enfants du groupe expérimental et notamment les garçons ont été plus actifs pendant la journée scolaire que les enfants du groupe « contrôle » (filles $p=0,065$; garçons : $p<0,001$).</p> <p>Les enfants du groupe « intervention » ont cependant été moins actifs pendant le temps de loisir (filles : $p=0,016$; garçons : $p<0,236$) que les enfants du groupe « contrôle ».</p> <p>Les données brutes en « minutes » ne sont pas notées dans l'article.</p>
Leviers d'intervention de type « sociétaux, politiques et législatifs » : niveau 4			
Aucune étude			

4.1.1. Interventions basées sur les notions théoriques

Deux études uni-leviers ont souhaité agir uniquement et directement sur le niveau 1 du modèle socio-écologique. L'étude de Mc Minn et al. (2012), qui a proposé des ateliers de sensibilisation en classe aux enfants dans le but de promouvoir essentiellement le transport actif n'a indiqué aucun effet de l'intervention sur l'APMV. L'étude de Duncan, McPhee et al. (2011) a proposé un programme complet de devoirs à réaliser à la maison pour les enfants. Des tâches à réaliser encourageaient la participation des familles (exemple : tester une AP à la maison avec les parents). Des ressources pédagogiques en classe ont été également utilisées. Cette étude a permis d'augmenter significativement le nombre de pas pendant la semaine ($p=0,001$) et le nombre de pas total pendant la semaine et le week-end ($p=0,020$) pour le groupe ayant bénéficié de l'intervention. Il n'est pas possible de connaître l'influence des parents étant donné que le taux de participation des parents ayant participé aux devoirs avec leurs enfants n'a pas été reporté. Néanmoins, cette participation a pu jouer un rôle déterminant dans les changements de comportement des enfants. Etant donné le faible nombre d'études uni-leviers à proposer ces leviers théoriques, il n'est pas possible de conclure par rapport à l'efficacité de ce levier d'intervention. De plus, les revues ont rapporté que les ateliers de sensibilisation et les devoirs ont des preuves limitées pour augmenter l'AP (e.g. Van Sluijs et al., 2008) et qu'ils devraient être accompagnés d'autres actions relevant de différents niveaux du modèle socio-écologique (Sallis, 2008), tels que par exemple, l'aménagement de la cour de récréation ainsi que la réalisation de jeux entre amis.

4.1.2. Interventions basées sur l'influence sociale des pairs, des parents et des enseignants

Au total, deux études ont ciblé directement les facteurs d'influence sociale afin de promouvoir l'AP, dont une qui a rapporté une augmentation significative de l'AP. Une étude a utilisé le levier « amis », (Hardman et al., 2011). Dans cette étude, deux groupes

d'intervention ont été suivi : un groupe « intervention complète » qui a bénéficié d'une intervention avec soutien des pairs et des récompenses lorsque les objectifs fixés avec le podomètre étaient atteints ; un groupe « Fit n Fun Dude » qui a bénéficié de la même intervention mais sans les récompenses lorsque les objectifs étaient atteints. Le groupe « Fit n Fun Dude », ayant bénéficié du levier « soutien des amis » sans récompenses est celui qui a produit le plus d'effets bénéfiques. Ce groupe d'enfants de 7 à 11 ans a même continué d'augmenter leur nombre de pas (+2030 pas par jour ; $p < 0,001$) 14 semaines après la fin de l'intervention. Ainsi, le soutien des enfants entre eux est un élément qui serait primordial pour promouvoir les comportements d'AP. L'étude de Nyberg et al. (2015) a attribué un rôle primordial aux parents. Cette étude n'a pas indiqué d'augmentation de l'AP sur la totalité des enfants après l'intervention ainsi qu'à plus long terme, bien qu'elle rapporte une augmentation significative de l'AP totale pendant les week-ends (+225 cpm ; $p = 0,04$) comparativement au groupe contrôle en post-intervention.

4.1.3. Interventions basées sur l'aménagement matériel de la récréation

Au total, cinq études ont utilisé comme levier unique l'aménagement matériel de la cour de récréation et ont toutes permis d'augmenter les niveaux d'AP des enfants. Cependant, uniquement trois études ont montré une augmentation significative de l'APMV sur le temps de récréation ou de pause (Blaes et al., 2013 ; D'Haese et al., 2013 ; Engelen et al., 2013). Par exemple, dans l'étude de D'Haese et al. (2013) qui ne comporte pas de groupe contrôle, l'APMV a augmenté de manière significative (+1,04 minutes ; $p < 0,001$) pendant le temps de récréation et il y a eu également une augmentation de l'APMV sur la journée scolaire (+1,16%). L'étude de Hyndman et al., 2014 a indiqué une augmentation du nombre de pas (+13,08 pas par minute, 95% CI 7,31-18,84 ; $p < 0,001$) et également 8 mois après la fin de l'intervention (+5,93 pas par minute, 95% CI 0,14-11,72, $p = 0,045$) comparativement au groupe contrôle. Enfin, l'étude de Hamer et al. (2017) a indiqué une augmentation

significative de l'AP légère (+48,9 min/jour ; $p=0,047$) sur la journée globale bien qu'il n'a pas obtenu d'augmentation de l'APMV sur la journée scolaire ainsi que sur la journée globale.

4.1.4. Interventions basées sur l'aménagement environnemental de la salle de classe ou de l'école

Deux études ont utilisé principalement un aménagement environnemental conséquent et obtiennent une augmentation de l'APMV. L'étude de Kidokoro et al. (2019), ayant proposé des bureaux assis-debout en classe a relevé des résultats significatifs sur l'APMV chaque journée scolaire (+19,9 minutes, $F(1,36)=4,95$; $p=0,035$). L'étude de Brittin et al. (2017), qui a intégré un groupe de 21 enfants dans une nouvelle école spécialement conçue pour augmenter le niveau d'AP a indiqué une augmentation significative du temps passé en APMV (+13,1 minutes ; $p<0,001$) comparativement au groupe contrôle.

4.1.5. Interventions basées sur les jeux vidéo actifs

Deux études sur trois ont indiqué une augmentation significative de l'AP du groupe expérimental au cours de l'intervention. Ainsi, Duncan et al. (2012) et Gao et al. (2017) ont rapporté respectivement une augmentation significative du nombre de pas ($p=0,001$) ainsi que d'APMV ($p<0,01$) après l'intervention par rapport à la mesure pré-intervention. Cependant, Gao et al. (2017) ne reportent pas de différences significatives sur l'AP entre le groupe expérimental et le groupe contrôle en post intervention. Enfin, l'étude de Duncan, Birch et al. (2011) relèvent une diminution de l'APMV pour le groupe expérimental.

4.1.6. Interventions basées sur l'utilisation des Nouvelles Technologies (NT) pour motiver les enfants par la fixation d'objectifs

Une étude sur les deux ayant utilisé les NT rapporte une augmentation significative de l'AP en post-intervention pour le groupe expérimental. L'étude de Garde et al. (2015), qui a évalué l'impact d'un jeu sur téléphone sur une semaine, a relevé une augmentation significative du nombre de pas (+1191 pas ; $p < 0,01$) et une plus grande participation des enfants ayant un IMC élevé. L'étude de Hayes et Van Camp (2015), qui a réalisé une intervention basée sur du « self-monitoring » avec des montres connectées a également permis une augmentation du nombre de pas de 47%. Cette étude a été la seule à utiliser un design nommé « reversal », choisi pour suivre un faible échantillon d'enfants au cours de l'intervention mais ne permettant pas de conclure à une augmentation statistiquement significative.

4.1.7. Interventions basées sur les jeux réalisés à la récréation

Parmi les trois études proposant des jeux réalisés à la récréation, toutes obtiennent une augmentation significative de l'AP sur la journée globale. L'étude de Groffik et al. (2012) a montré que les enfants qui ont bénéficié des 30 minutes de break actif ont augmenté leur nombre de pas dans la journée globale ($p < 0,001$) et la durée totale d'AP réalisée dans la journée ($p < 0,01$) comparativement aux enfants les moins actifs. L'étude de Gutierrez-Martinez et al. (2018) a montré une augmentation de l'APMV par rapport au groupe contrôle (+6.1 min ; $p = 0,005$). Dans l'étude de Howe et al (2012), l'APMV a augmenté significativement pendant le temps de récréation ($p < 0,0001$) ainsi que dans la journée scolaire ($p = 0,014$).

4.1.8. Interventions basées sur les pauses actives réalisées en classe et/ou cours actifs intégrés dans les apprentissages ou cours actifs en dehors de l'école

Une étude sur trois proposant des pauses actives en classe indépendamment des leçons académiques a relevé une augmentation du nombre de pas (Reznik et al., 2015). Ainsi, Reznik et al. (2015) ont relevé une augmentation significative du nombre de pas pour le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle (2839 vs 2545 ; $p=0,0048$). Parmi ces 3 études, Murtagh, Mulvihill et Markey (2013) ont indiqué que le groupe expérimental a réalisé significativement plus de pas que le groupe contrôle ($p<0,05$) mais les deux groupes ont diminué leur nombre total de pas. Enfin, l'étude de Watson (2018) n'a pas reporté d'augmentation des niveaux d'AP des enfants (Watson et al., 2018).

Les deux études ayant réalisé des cours actifs (mouvements intégrés dans les apprentissages) ont indiqué une augmentation significative de l'APMV pour le groupe expérimental, de la mesure pré à la mesure post intervention (Martin et Murtagh, 2017 ; Riley et al, 2015). En effet, l'étude de Martin et Murtagh (2017) a trouvé une augmentation de l'APMV sur le temps du cours, cette augmentation étant maintenue quatre mois après l'intervention ($p<0,01$). Cependant, cette étude ne trouve pas d'effets de l'intervention sur la journée scolaire totale. L'étude de Riley et al. (2015) a également relevé une augmentation significative de l'APMV sur le temps du cours ($p<0,001$) et ainsi que sur la journée scolaire. Une étude différente a également rapporté les effets d'un programme dans lequel les cours étaient dispensés en dehors de la classe (Schneller et al., 2017). Cette étude indique que les enfants du groupe expérimental ont réalisé plus d'APMV que les enfants du groupe « comparaison » (+8,4 minutes de plus que le groupe « comparaison » ; $p<0,05$).

4.1.9. Interventions basées sur la supplémentation des cours d'EPS

Les deux études proposant des cours d'EPS supplémentaires relèvent des résultats très hétérogènes. Effectivement, dans l'étude de Fairclough et al. (2016), le groupe expérimental a été significativement plus actif pendant le cours d'EPS comparativement au groupe contrôle, faisant donc la preuve d'une augmentation du niveau d'AP (29,4% du cours d'EPS réalisé en APMV pour le groupe expérimental contre 25,8% pour le groupe contrôle ; $p=0,009$). De plus, le groupe expérimental a été plus actif pendant la journée globale ($p<0,05$) et pendant la journée scolaire en post intervention ($p<0,001$) comparativement à la mesure pré-intervention. Inversement, l'étude de Moller et al. (2014) a indiqué que les enfants du groupe expérimental ont été moins actifs pendant le temps de loisir comparativement aux enfants du groupe contrôle ($p<0,236$). Il faut noter que cette dernière étude a concerné 1200 enfants sur 3 ans d'intervention.

4.1.10. Bilan général de l'efficacité des interventions uni-levier

Au total, 18 études uni-leviers indiquent une augmentation significative de l'AP sur les 27 études répertoriées. Certains leviers d'interventions ont été particulièrement efficaces, notamment les leviers du niveau 3 du modèle socio-écologique, qui ont été utilisés par 23 études sur les 27 au total. En effet, 100% des études qui proposent des jeux réalisés à la récréation obtiennent une augmentation de l'AP (Groffik et al., 2012 ; Gutierrez-Martinez et al., 2018 ; Howe et al., 2012). Il est intéressant de mentionner que cette augmentation d'AP concerne le temps de récréation mais également la journée scolaire (Howe et al., 2012) ainsi que la durée totale de la journée (Groffik et al., 2012). De plus, 100% des études ayant proposé un aménagement matériel de la cour de récréation ont également rapporté une augmentation significative de l'AP, dont trois études avec une augmentation de l'APMV sur le temps de la récréation ou de pause active (Blaes et al., 2013 ; D'Haese et al., 2013 ;

Engelen et al., 2013). Ces deux leviers semblent les plus efficaces et notamment la réalisation de jeux dans la récréation, étant donné que l'AP a augmenté sur le temps scolaire et la journée globale.

Les interventions basées sur l'utilisation des NT obtiennent des résultats très prometteurs : les deux études indiquent une augmentation de l'AP (Garde et al. 2015, Hayes et Van Camp., 2015). Les NT semblent ainsi efficaces pour motiver les enfants par la fixation d'objectifs.

A contrario, d'autres leviers montrent des effets très hétérogènes, comme c'est le cas pour les aménagements de la salle de classe, ou encore pour le recours aux jeux-vidéos actifs. Les futures études interventionnelles devraient être vigilantes avec l'utilisation principale de ces leviers comme moyen de promouvoir l'AP.

L'aménagement ainsi que la supplémentation de jeux à la récréation avaient déjà été identifiées par les précédentes revues de littérature comme étant efficaces à court terme pour augmenter l'AP (Kriemler, 2011 ; Van Sluijs et al. 2008). Il est donc conseillé pour les futures interventions de continuer à utiliser ces leviers d'intervention. Cependant, l'utilisation de ces leviers semble permettre uniquement une augmentation significative de l'AP à court terme, étant donné qu'une seule étude a mentionné une augmentation du nombre de pas 8 mois après la fin de l'intervention (Hyndman et al., 2014). Il n'est pas possible de conclure quant aux effets de ces aménagements sur le long terme, étant donné que peu d'études utilisant ces leviers ont réalisé des suivis des cohortes après la fin de l'intervention.

Le levier utilisant les NT pour fixer des objectifs aux enfants est particulièrement intéressant car émergent dans le domaine de la promotion de l'AP : les revues de littérature n'ont pas clairement indiqué son efficacité. Cette dernière stratégie est d'ailleurs très utilisée

aux USA pour varier les méthodes d'apprentissages et elle permet de meilleures performances scolaires (Kibbe et al., 2011).

L'utilisation de ce levier est conseillée. Les futures interventions utilisant ce levier pourront compléter cette analyse en confirmant ou infirmant l'efficacité des NT.

En termes de méthodologie, il serait conseillé de relever la taille d'effet obtenue dans chaque étude, afin qu'il y ait une analyse plus détaillée des effets obtenus. Les études devraient également mesurer communément l'APMV par accélérométrie plutôt que le nombre de pas. De plus, il est essentiel de réaliser des mesures de suivi après la fin de l'intervention, pour connaître l'efficacité des interventions à plus long terme.

Certaines études ont fait le choix de combiner plusieurs leviers d'intervention afin de voir si ces multiples stratégies combinées entre elles avaient des effets bénéfiques sur l'AP des enfants : ce sont des études multi-leviers. Les effets de ces interventions vont être maintenant exposés, afin de voir si celles-ci sont efficaces à court et à long terme.

4.2. Interventions multi-leviers : des résultats encourageants

Au total, 23 études relatant 21 interventions parues entre 2011 et 2019 ont été incluses dans la présente revue de littérature. Deux études rapportent des résultats de suite d'intervention et ont été également incluses (Anderson et al, 2016 ; Siapush et al, 2016). Parmi ces 23 études, 17 études reportent des résultats allant dans le sens d'une augmentation de l'APMV ou du nombre de pas pour les groupes ayant bénéficié de l'intervention. Nous avons pu mettre en évidence deux groupes d'études multi-leviers qui avaient des stratégies distinctes pour promouvoir l'AP. Dans un premier groupe, les études réalisaient la promotion de l'AP en privilégiant des opportunités supplémentaires de mettre les enfants en mouvement, et renforçaient les expériences actives. Un autre groupe d'intervention proposaient de multiples leviers autant basés sur l'augmentation de l'AP au travers d'expériences actives qu'avec des

aspects liées à la sensibilisation des enfants et parents. Ces deux groupes d'études multi-leviers ont cependant un point commun sur lequel elles ne se distinguent pas : les enseignants prennent en charge les ateliers menés auprès des enfants. Les deux paragraphes suivants présentent les résultats de ces deux groupes d'interventions multi-leviers. Toutes les caractéristiques et les résultats des études interventionnelles ayant proposé un plusieurs leviers d'intervention sont résumés dans le **tableau 3**.

Tableau 3. Caractéristiques des études interventionnelles multi-leviers

N/A= abréviation de « not available » : donnée manquante car non disponible dans l'article.

Etude (Référence)	Echantillon Population (n=), % garçons et filles, âge, Pays	Mesure de l'AP	Principaux résultats
Bartelink et al. (2019)	Etude quasi-expérimentale ; Pays-Bas 2 ans 1676 enfants d'âge moyen 7.5 ans (47.4% garçons) Groupe intervention = 4 écoles - 2 écoles avec un focus sur l'AP et nutrition (intervention totale HPSF) : 537 enfants - 2 écoles avec un focus uniquement sur le PA (intervention partielle) : 478 enfants Groupe contrôle = 4 écoles : 661 enfants	Accélérométrie Cut points : Evenson et al. (2008) Epochs : N/A Pré, post, post 2 ans	Le pourcentage d'enfants qui ont passé plus de temps d'APMV à la fin de l'intervention a augmenté plus dans le groupe « intervention totale HPSF » (44.4%) que dans le groupe contrôle (35.8%), mais de manière non significative ($p=0.121$). Il n'y a pas d'augmentation significative de l'AP pour le groupe ayant bénéficié de l'intervention partielle uniquement focalisée sur la promotion de l'AP.
Burns et al. (2015)	Etude quasi-expérimentale ; Etats-Unis Durée : N/A 327 enfants (162 filles et 165 garçons) de 4 écoles primaires, de 4 ^{ème} et 5 ^{ème} grade, d'âge moyen 9.60 ans	Podométrie Pré, post	Il y a une augmentation du nombre de pas en post-intervention (différentiel de 1126.32 ; $p<0,001$). Il n'y a pas de différences significatives concernant le coefficient de la courbe avec les valeurs pré et post intervention ($p=.595$) ; cependant, des tests de post estimation ont montré que le nombre de pas a augmenté de la fin de la mesure pré-intervention jusqu'au début de la mesure post-intervention ($p<.001$).
Cradock et al. (2014)	Etude quasi-expérimentale ; Etats-Unis	Accélométrie Cut points : N/A	Sur la journée scolaire, les enfants dans le groupe expérimental ont augmenté leur niveau d'APMV (+3,9 minutes ; $p<0,001$) et de l'AP vigoureuse (+1,8

	<p>1 jour 6 écoles primaires 467 enfants en 4^{ème} et 5^{ème} grade (équivalence : 9-10 ans) Groupe intervention = 3 écoles, soit 201 enfants Groupe contrôle = 3 écoles, soit 192 enfants</p>	<p>Epochs : N/A Pré, post</p>	<p>min ; $p < 0,001$) comparativement aux enfants du groupe contrôle.</p>
<p>De Meij et al. (2011)</p>	<p>Etude contrôlée non randomisée ; Allemagne 8 mois 2848 enfants (50,4% de garçons) âgés de 6 à 12 ans de 19 écoles primaires. Niveau socio-économique faible Groupe intervention= 9 écoles, 1378 enfants Groupe contrôle=10 écoles, 1451 enfants</p>	<p>Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 60 secondes Pré, post, post 20 mois</p>	<p>Dans le groupe expérimental, le nombre d'enfants participant à des sports organisés a augmenté (T0 : 27.4 % ; T1 (8 mois)=51,6 % ; T2 (20 mois après)=65,8 % ; b/OR=2,8). Les effets sont plus forts pour les filles (différence de OR 3.6 (2,29 à 5,57 OR) et pour les enfants marocains (OR 4,2 (3,63 à 5,7 OR)) et turques (OR 3,62(1,91 à 5,21 OR)). Pas d'effet significatif de l'intervention sur la quantité journalière d'AP (T0 : 707 min ; T1 (8 mois)=715 min ; T2 (20 mois après) =715 min) (filles : $p=0,64$; garçons : $p=0,20$).</p>
<p>Eather et al. (2013)</p>	<p>Etude randomisée contrôlée ; Australie 8 semaines 213 enfants, âge moyen : 10,72 ans. 4 écoles primaires Groupe contrôle = 2 écoles, soit 95 enfants Groupe intervention = 2 écoles, soit 118 enfants</p>	<p>Podométrie Capacités Physiques Pré, post, après 6 mois</p>	<p>Il y a des effets bénéfiques de l'intervention 6 mois après : sur la fonction cardio-respiratoire (+1,14 étapes dans test Navette, ; $p < 0,001$), la souplesse (score test de souplesse « sit and reach » avec gain de 1,52 cm ; $p=0,0013$), au niveau musculaire (+0,62 au test de « sit-ups » ; $p=0,003$) et une augmentation du niveau d'AP (augmentation du nombre de pas réalisés par jour de 3253, $p < 0,001$).</p>

<p>Fairclough et al. (2013)</p>	<p>Etude randomisée contrôlée ; Angleterre 20 semaines 318 enfants âgés de 10-11 ans : Groupe intervention = 6 écoles, soit 152 enfants Groupe contrôle = 6 écoles, soit 166 enfants</p>	<p>Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 5 secondes Pré, post, post 10 semaines</p>	<p>Après 30 semaines (10 semaines après l'intervention), il y a une augmentation du niveau d'AP légère pour les enfants du groupe expérimental (95% CI=8,04-43,89 min ; p=0,01). Il n'y a pas eu d'augmentation de l'AP modérée et vigoureuse.</p>
<p>Goh et al. (2014)</p>	<p>Etude non randomisée, sans groupe contrôle (mesures répétées sur un groupe « intervention » ; Etats-Unis 12 semaines 210 enfants (91 garçons et 119 filles) de 8 à 12 ans d'une seule école</p>	<p>Accélérométrie Cut-points : Evenson et al. (2008) Epochs : 15 secondes Pré, moitié, post</p>	<p>Sur les journées scolaires, le nombre de pas a augmenté pendant l'intervention par rapport à la mesure initiale (+672 ; p<0,01), mais pas d'effets significatifs en post-intervention. L'APMV a augmenté de 2 minutes dans la mesure en post intervention (33,4 min à 35,4 min ; p<0,01). De plus, il y a eu une augmentation de l'AP vigoureuse tout au long de l'intervention, passant de 14,8 à 16,7 min (p<0,01). Les enfants les plus grands et les filles sont ceux qui ont augmenté le plus leur niveau d'AP vigoureuse à la fin de l'intervention (pour les filles : + 3 minutes comparativement aux garçons avec +1 minute ; p<0,01).</p>
<p>Haapala et al. (2017)</p>	<p>Etude quasi-expérimentale : Finlande 2 ans 319 enfants-adolescents Grade 1 à 9 (7-15 ans) Groupe « intervention » = 4 écoles Groupe « contrôle » = 2 écoles</p>	<p>Accélérométrie Pré, 2 mesures pendant, post Cut-point : Evenson et al. (2008) Epochs : 10 secondes</p>	<p>Les enfants du groupe expérimental de 7 à 14 ans ont augmenté leur niveau d'APMV pendant la journée d'école (6,1 minutes/h à 6,3 minutes/h ; p=0,010) Il n'y a pas de différences entre les deux groupes concernant l'APMV dans le temps de loisir ou dans la journée globale. Les enfants ont compensé leur APMV pendant la journée scolaire en diminuant leur niveau d'APMV en dehors des heures d'école.</p>
<p>Huberty et al. (2011)</p>	<p>Etude pilote ; Etats-Unis 8 mois 2 écoles Les 2 écoles sont engagées dans l'intervention : 93 enfants</p>	<p>Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 5 secondes Pré, post</p>	<p>Pendant le temps de récréation, pour le groupe expérimental, il y a une augmentation de l'AP modérée de 2,5 minutes (p<0,001) et de l'AP vigoureuse de 2,2 minutes (p<0,001), ce qui représente une augmentation de 51,2% pour l'APM et +112% pour l'APMV sur le temps de récréation. Pendant le temps scolaire total, il y a une augmentation de l'APM de 18,7</p>

	de moyenne d'âge 9,6 ans (3 ^{ème} , 4 ^{ème} et 5 ^{ème} grade).		minutes ($p < 0,001$) et de l'APV de 4,7 minutes ($p < 0,001$) ; cela représente une augmentation de 92,2% pour l'APM et une augmentation de 71,6% pour l'APV. Note : cette étude donne des résultats complémentaires de l'étude de Huberty, Beets, Beighle et Welk (2014), bien qu'elle ait été publiée en 2011. L'échantillon, dans cette présente étude, est restreint comparativement à l'étude publiée en 2014 mais se focalise sur des effets d'interventions globaux, comparativement à l'article de Huberty et al. (2014) qui se focalise sur les effets des interventions sur les enfants en surpoids comparativement aux enfants normo pondérés. L'étude de Huberty et al., 2014, n'a pas été incluses dans la revue de littérature.
Siahpush et al. (2012)	Résultats complémentaires de l'étude pilote		L'intervention a été associée à une augmentation de 4,7 minutes d'APMV ($p < 0,001$) pendant la récréation, selon ne variant pas selon le genre ($p = 0,944$) ou l'origine ethnique ($p = 0,731$). L'intervention a été associée à une augmentation de 29,6 minutes d'APMV ($p < 0,001$) pendant la journée d'école globale, cela ne variant pas selon le genre, bien qu'il y ait une tendance ($p = 0,034$).
Huberty et al. (2014) Résultats principaux (Un seul ou plusieurs leviers d'intervention)	Etude avec groupe contrôle ; Etats-Unis 667 enfants du 3 ^{ème} au 6 ^{ème} grade (7-11 ans) de 12 écoles primaires Différents groupes d'enfants avec différents leviers d'intervention : -Groupe « EQ » : aménagement de la cour, jeux -Groupe « ST » : formation des enseignants	Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 5 secondes Pré, post	Les garçons du groupe « EQ+ST » ont augmenté leur niveau d'APMV de 14,1%. Les garçons du groupe « ST » ont diminué leur niveau d'APMV de 13,5%. Les filles du groupe « ST » ont diminué leur niveau d'APMV de 11,4%. Il n'y a pas de résultats concernant les enfants du groupe « EQ ».

	-Groupe « EQ+ST » : formation des enseignants + aménagement de la cour, jeux et enseignants formés		
King et Ling (2015)	Etude quasi-expérimentale ; Etats-Unis 3 ans 4 écoles primaires avec niveau socio-économique défavorisé 999 enfants de 3 ^{ème} grade (enfant de 7 ans avant l'intervention), 48.7% de filles.	Podométrie Pré, post (mesures à 12 reprises pendant l'intervention)	Le nombre de pas a augmenté (T1 : 5476 pas ; T12 : 8128 pas ; p<0,001). Le pourcentage d'enfants, garçons et filles, qui respectent les recommandations a augmenté significativement de 1 à 16% pour les filles et de 3 à 7% pour les garçons (p<0,001)
Protocole détaillé : Lawlor, Jago, Noble, et al (2011) 1^{ère} étude : effet du programme juste après l'intervention Kipping et al., (2014)	Etude cluster randomisée contrôlée ; Angleterre 1 an 2221 enfants, 60 écoles Au départ, enfants de 8-9 ans dans les mesures pré- intervention puis âge de 9-10 ans lors de l'intervention Enfants d'un quartier défavorisé Groupe intervention = 30 écoles, soit 1064 enfants Groupe contrôle = 30 écoles, soit 1157 enfants	Accélérométrie Pré, post, post 1 an	En post intervention, il n'y a pas de différences significatives pour le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle concernant le niveau d'APMV.

<p>2^{ème} étude : effets du programme 1 an après l'intervention Anderson et al. (2016)</p>	<p>Résultats complémentaires 1 an après</p>		<p>Un an après la fin de l'intervention, il n'y a pas de différences significatives du groupe expérimental comparativement au groupe contrôle concernant l'APMV.</p>
<p>Magnusson et al. (2011)</p>	<p>Etude cluster randomisée contrôlée ; Islande 2 ans 320 enfants âgés en moyenne de 7,4 ans Groupe intervention = 3 écoles, soit 151 enfants Groupe contrôle = 3 écoles, soit 170 enfants Participation estimée à 175 enfants à la fin de l'intervention</p>	<p>Accélérométrie Cut-points : Evenson et al. (2008) Epochs : 60 secondes Pré, moitié, post Autres : Mesure subjective de l'AP par un suivi des enseignants (cahier avec report de notes : nombre de leçons, type, temps supplémentaire de récréation).</p>	<p>Un an après le début de l'intervention, les enfants des écoles expérimentales ont augmenté leur niveau d'APMV sur le temps scolaire (différence d'APMV en log-minutes : 0,61 ; p=0,04), et notamment les garçons comparativement aux filles (différence d'APMV en log-minutes : 1,06 ; p=0,02). Il n'y pas eu de différences significatives entre les deux groupes (intervention et contrôle) concernant l'APMV réalisée après l'école (p=0,33). Il n'y a pas eu de différences significatives entre les écoles expérimentales et les écoles contrôle à la fin de l'étude, soit après deux ans d'intervention.</p>

<p>Morris et al. (2013)</p>	<p>Etude contrôlée randomisée ; Angleterre 7 mois 378 enfants, âge moyen 9.75 ans. Groupe intervention = 177 enfants Groupe contrôle = 201 enfants</p>	<p>Accélérométrie et podométrie Cut-points : N/A Epochs : N/A Pré, post</p>	<p>Le groupe expérimental a augmenté le nombre de pas à la fin de l'intervention comparativement au groupe contrôle (1049 contre 632 pas pendant le mois de mesure), ainsi que l'APMV (+4,6 min/jour/mois contre 1,3 min/jour/mois, $p < 0,05$). Les enfants du groupe expérimental ont également réalisé une plus grande distance dans le test de capacités cardiorespiratoire (46 mètres contre 29 mètres, $p < 0,05$).</p>
<p>Yildirin et al. (2014)</p>	<p>Etude cluster randomisée ; Australie 18 mois 1606 enfants au total 268 enfants ont été évalués, âgés en moyenne de 8,2 ans, de 20 écoles primaires 4 groupes : - Intervention pour diminuer le TS : 69 enfants - Intervention pour augmenter AP : 70 enfants - Intervention AP + TS (combinaison des deux) : 61 enfants - Groupe contrôle : 68 enfants</p>	<p>Accélérométrie Cut-points : N/A Epochs : 15 secondes Pré et à la moitié de l'intervention (5 mois-9 mois)</p>	<p>Le groupe « Intervention pour augmenter l'AP » a augmenté le niveau d'APMV sur le temps de la récréation (augmentation de 26 à 28 minutes pour le groupe intervention et diminution de 28 à 22 minutes pour le groupe contrôle ; $p < 0,05$), comparativement au groupe contrôle. La perception des jeux dans la cour de l'école était associée positivement avec l'APMV pendant la récréation chez les filles ($p < 0,05$). Pas d'effet de variables potentiellement médiatrices entre l'AP réalisée pendant la récréation et le temps du repas ($p > 0,05$).</p>
<p>Taylor et al. (2018)</p>	<p>Etude randomisée contrôlée ; Angleterre 8 semaines 7 écoles, 232 enfants de 9-10 ans Groupe intervention = 4 écoles, 117 enfants Groupe contrôle = 3 écoles,</p>	<p>Accélérométrie Cut-points : N/A Epoch : 1 seconde Pré, post</p>	<p>La probabilité que les enfants arrivent aux recommandations des 30 minutes d'APMV par jour est 2,79 fois plus grande dans le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle, bien que ce résultat ne soit pas significatif ($p = 0,07$).</p>

	115 enfants		
Safdie et al. (2013)	<p>Etude randomisée contrôlée ; Mexique 18 mois 27 écoles, 886 enfants Age moyen : 9,7 ans (grade 4 et 5) Groupe « intervention basique » = 8 écoles, soit 262 enfants Groupe « intervention plus » = 8 écoles, soit 264 enfants Groupe « contrôle » = 11 écoles, soit 360 enfants</p>	<p>Podométrie Pré, à 7 mois, 11 mois et 18 mois (post).</p>	<p>Les enfants n'ont pas réalisé plus d'APMV que ce soit en cours d'EPS et sur le temps de la récréation ($p > 0,05$). Entre le début, la mesure à 7, 11 et 18 mois, le temps passé en APMV a varié de 2,9 à 4,0 minutes entre les deux groupes d'intervention. Le nombre de pas a augmenté de la mesure pré-intervention au 7^{ème} mois pendant le temps d'école (soit à la fin de la première année d'intervention) dans le groupe « intervention basique » (3323 à 3964 ; $p < 0,05$) et dans le groupe « intervention plus » (3724 à 4410 ; $p < 0,05$).</p>
Sigmund et al. (2012)	<p>Etude randomisée contrôlée ; République Tchèque 2 ans 4 écoles primaires 84 filles, 92 garçons : 176 enfants Groupe intervention, soit 2 écoles, soit 43 filles, 45 garçons Groupe contrôle, soit 2 écoles : 41 filles, 47 garçons</p>	<p>Podométrie Pré, post et post intervention (5 mesures au total)</p>	<p>Un an après le début de l'intervention, le nombre de pas du groupe expérimental a augmenté comparativement au groupe contrôle pendant les journées scolaires (différence de 651 pas ; $p < 0,0001$). Le nombre de pas a également augmenté sur le temps de loisir (différence de 185.57 pas ; $p < 0,0001$) ainsi que sur le temps du week-end (différence de 629 pas ; $p < 0,0001$). Deux ans après le début de l'intervention (mesure post-intervention), il y a eu une diminution du nombre de pas sur la journée scolaire et sur le temps de loisir par rapport à la mesure un an après le début de l'intervention ($p < 0,0001$). L'augmentation de l'AP obtenue pendant les jours d'école a permis aux enfants de réaliser 10500 pas par jour pendant les 2 ans d'étude, diminuant le déclin du niveau d'AP observé avec l'âge.</p>
Van Kann et al. (2015)	<p>Etude randomisée contrôlée ; Pays-Bas 12 mois 520 enfants âgés de 8 à 11 ans Groupe intervention = 9 écoles, 215 enfants avec</p>	<p>Accélérométrie Cut-points : Evenson et al. (2008) Epochs : N/A</p>	<p>Il n'y a pas eu d'effets de l'intervention sur les niveaux d'AP sur le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle. Cependant, les enfants du groupe « intervention » qui se sont engagés dans un nombre plus important de « PEIs » et de « SEIs » (activités dans la cour de récréation aménagée) ont réalisé 15 minutes d'AP légère par jour comparativement au groupe contrôle ($p < 0,05$).</p>

	données valides Groupe contrôle = 9 écoles, 161 enfants avec les données valides		
Vander Ploeg, Mc Gavock et al. (2014)	Etude quasi-expérimentale avec groupe contrôle ; Canada 2 ans 1157 enfants de 5 ^{ème} grade (8-9 ans) de milieux défavorisés Groupe intervention = 10 écoles, soit 394 enfants Groupe contrôle = 20 écoles, soit 763 enfants	Podométrie Pré, post	Dans les deux groupes, les enfants ont été plus actifs en fin d'intervention qu'en début d'intervention (1172 pas par jour en plus ; $p < 0,001$) ainsi que pendant les week-ends (1450 pas par jour ; $p < 0,001$). L'augmentation du nombre de pas a été plus importante pour les enfants du groupe expérimental comparativement au groupe contrôle, que ce soit pour les journées scolaires (+1221 pas par jour en plus ; $p = 0,009$) que pendant le week-end (+ 2001 pas par jour en plus ; $p = 0,005$) ainsi que sur une semaine d'école classique (+1399 pas par jour en plus). Pendant une semaine classe, l'augmentation du nombre de pas a été de +21,1% pour le groupe expérimental et +6,7% pour le groupe contrôle. De plus, le groupe expérimental a également augmenté le nombre de pas de manière significative par rapport à la mesure pré-intervention : sur les journées scolaires (+2152 pas en plus), sur les jours sans école (+2936 pas en plus) ainsi que sur une semaine d'école classique (+2341 pas en plus) ; $p = 0,037$ Ces résultats sont toujours significatifs après ajustements avec le genre et l'IMC.
Vander Ploeg, Maximova et al. (2014)	Même étude : uniquement prise en considération dans le groupe « intervention » des enfants issus de milieux défavorisés contrairement aux enfants du groupe contrôle Cette étude supplémentaire étudie l'efficacité de l'intervention en lien avec les différences de NSE		Au début de l'intervention, les enfants du groupe expérimental étaient moins actifs (10 827 vs. 12 265 pas/jour ; $p < 0,001$). Deux ans après, la différence entre ces deux groupes a été amoindrie. Les différences entre les groupes, visibles en pré-intervention ont diminué de 11,1% à 1,6% chez les enfants ayant un IMC normal et de 16,8% à 1,4% chez les enfants en surpoids.

4.2.1. Interventions multi-leviers favorisant les expériences actives des enfants

Onze études se regroupent entre elles car elles visent toutes à augmenter de manière directe l'AP des enfants par de multiples leviers sans fournir de leviers sur l'aspect théorique pour les parents et/ou les enfants. Les leviers utilisés consistent donc à faire vivre aux enfants des expériences actives de jeux, à travers l'ajout de nombre et/ou de temps de récréation, d'AP supplémentaire, d'EPS, de pauses actives et de mise en place de matériel supplémentaire à la récréation, d'équipements, de marquage au sol (Bartelink et al., 2016 ; Burn et al., 2015 ; Haapala et al., 2016 ; Huberty et al., 2011 ; Huberty et al., 2014 ; Goh et al., 2014 ; Morris et al., 2014 ; Safdie et al., 2013 ; Sigmund et al., 2012 ; Siahpush et al., 2012 ; Van Kann et al., 2015). Parmi ces études, trois d'entre elles relatent des résultats d'une même intervention nommée « Ready for Recess » (Huberty et al., 2011 ; Huberty et al., 2014 ; Siahpush et al. 2012). Au total, 8 études relèvent une augmentation significative de l'AP en fin d'intervention, dont les 3 études concernant l'intervention « Ready for Recess » (Burn et al., 2015 ; Haapala et al., 2016 ; Huberty et al., 2011 ; Huberty et al., 2014 ; Goh et al., 2014 ; Morris et al., 2014 ; Sigmund et al., 2012 ; Siahpush et al., 2012). Ainsi, l'étude menée par Goh et al. (2014) a indiqué une augmentation du nombre de pas pendant les jours scolaires pendant l'intervention (+672 pas ; $p < 0.01$) et de l'AP vigoureuse en post d'intervention (+ 2 minutes supplémentaires ; $p < 0.01$) ; de plus, cette intervention a été bénéfique surtout pour les filles (+ 3 min comparativement aux garçons ; $p < 0,01$). En mettant en application le programme CSPAP, Burns et al. (2015) ont indiqué une augmentation du nombre de pas (c'est-à-dire l'unité de mesure de l'accéléromètre se rapportant au nombre de pas effectués) sur les journées scolaires en post-intervention ($p < 0,001$). Le coefficient de Cohen a été reporté : $d = 0.58$, avec une taille d'effet moyenne. Il est également essentiel de mentionner que l'étude de Sigmund et al. (2012) indique une augmentation du nombre de pas sur le temps de loisir (+ 185.57 pas ; $p < 0.0001$) ainsi que sur le temps du week-end (+ 629 pas ; $p < 0.0001$). A

contrario, l'étude de Haapala et al. (2017), a indiqué que les enfants auraient compensé l'augmentation significative de APMV sur la journée scolaire ($p=0,010$) en diminuant leur niveau d'APMV en dehors des heures d'école. L'intervention nommée « Ready for Recess » proposant principalement un aménagement ainsi que des jeux dans la cour de récréation ont également permis une augmentation de l'AP modérée (+2.5 minutes ; $p<0,001$) et de l'AP vigoureuse (+2.2 minutes ; $p<0,0001$) uniquement sur le temps de la récréation (Huberty et al., 2011 ; Siaphush et al., 2012).

L'étude de Morris et al. (2013) diffère par la singularité des leviers proposés : l'intervention de 7 mois consistait pour les enfants à préparer et à participer à une marche, une compétition de course et un festival de danse ; des AP étaient également prévues pendant les vacances. Cette intervention a reporté une augmentation du nombre de pas à la fin de l'intervention pour le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle (1049 vs 632 pas; $p<0,05$) et l'APMV a augmenté significativement (+4.6 min/jour/mois contre 1.3 min/jour/mois ; $p<0,05$).

Enfin, trois études ne relèvent pas de différences significatives (Bartelink et al., 2019 ; Safdie et al., 2013 ; Van Kann et al., 2015), dont notamment l'étude de Bartelink et al. (2019) qui a engagé une somme de levier très conséquente sur deux années d'intervention pour promouvoir l'AP.

4.2.2. Interventions multi-leviers favorisant les expériences actives et théoriques

Douze études se regroupent entre elles car elles visent toutes à promouvoir l'AP par de multiples leviers destinés à procurer des expériences actives aux enfants mais également à donner des éléments théoriques pour sensibiliser les enfants, les parents et les enseignants (Anderson et al., 2016 ; Cradock et al., 2014 ; De Meij et al., 2011 ; Fairclough et al., 2013 ; Eather et al., 2013 ; King et Ling, 2015 ; Kipping et al., 2014 ; Magnusson et al. ; 2011 ;

Taylor et al., 2018 ; Vander Ploeg, Maximova et al., 2014 ; Vander Ploeg, McGavock et al., 2014 ; Yildirin et al., 2014). Ces études se distinguent donc des précédentes études évoquées car elles proposent des interventions plus complètes, visant à modifier durablement le comportement des enfants en plus des expériences actives de jeux. Les parents et les enseignants, exerçant une influence sociale sur les enfants sont donc visés par des ateliers de sensibilisation, des réunions et des newsletters.

Au total, 9 études reportent une augmentation significative de l'AP après l'intervention (Cradock et al., 2014 ; De Meij et al., 2011 ; Eather et al., 2013 ; Fairclough et al., 2013 ; King et Ling, 2015 ; Magnusson et al., 2011 ; Vander Ploeg, Mc Gavock et al., 2014 ; Vander Ploeg, Maximova et al., 2014 ; Yildirin et al., 2014). Trois études réalisent des interventions très complètes sur 2-3 ans agissant sur une somme de facteurs théoriques et pratiques dont notamment des aménagements environnementaux et organisationnels et incluent les enseignants et les parents (King et Ling, 2015 ; Vander Ploeg et al., 2014 ; Yildirin et al., 2014). L'étude de Vander Ploeg et al. (2014) relève de nombreux résultats significatifs montrant une réelle efficacité de l'intervention : augmentation du nombre de pas significativement plus importante pour les enfants du groupe expérimental comparativement au groupe contrôle, que ce soit sur les journées scolaires (+1221 pas par jour ; $p=.009$) que pendant le week-end (+1399 pas par jour ; $p=0,005$). Ces résultats sont toujours significatifs après ajustements avec le genre et l'IMC. L'étude de Yildirin et al. (2014) a également indiqué une augmentation du niveau d'APMV sur le temps de récréation pour le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle ($p<0,05$). Dans l'étude de King et Ling (2015), le pourcentage d'enfants atteignant les recommandations d'AP a augmenté de 1 à 16% pour les filles et de 3 à 7% pour les garçons. De plus, une étude a relevé des effets significatifs 6 mois après l'intervention dans les performances sur des tests physiques ainsi que du nombre de pas réalisés par jour (+3253 ; $p<0,001$) (Eather et al., 2013).

Une étude indique des effets plus contrastés : il s'agit de l'étude de Magnussion et al. (2011) qui a proposé une intervention sur deux ans dont l'élément central était la délégation de tous les ateliers théoriques et basés sur l'expérience active par les enseignants qui avaient un rôle d'influence sociale majeur. Des phases de dialogue et de travail entre les équipes ont été programmées tous les 2 mois. Cette étude a reporté une augmentation significative de l'APMV sur la journée scolaire un an après le début de l'intervention pour le groupe expérimental (différence d'APMV en log-minutes : 0,61 ; $p=0,04$) mais ne reporte aucune différence significative entre l'APMV du groupe expérimental et contrôle à mi-intervention ainsi qu'en post-intervention.

L'étude de De Meij et al. (2011) qui a proposé des partenariats en dehors des heures scolaires avec des clubs locaux, a cependant relevé en post-intervention ainsi qu'un an après, une augmentation significative de la participation des enfants à des sports organisés (T0 : 27,4 % ; T1 (8 mois)=51,6 % ; T2 (20 mois après)=65,8 %).

Enfin, trois études ne présentent pas d'augmentation significative de l'AP. L'étude de Taylor et al. (2018) a utilisé de nombreux et divers leviers théoriques et pratiques visant les enfants et les parents ou enseignants et ne reporte aucun effet significatif de l'intervention sur l'AP. Les études de Kipping et al. (2014) et Anderson et al. (2016), qui utilisent essentiellement des ateliers de sensibilisation et de devoirs scolaires impliquant les enfants et leurs parents, n'ont pas montré d'augmentation significative de l'intervention sur l'APMV des enfants.

4.2.3. Bilan général de l'efficacité des interventions multi-leviers

Deux groupes d'études ont été mis en évidence parmi les études multi-leviers : onze études utilisent plusieurs leviers pour favoriser les expériences actives des enfants et douze études utilisent plusieurs leviers basés sur la sensibilisation ainsi que les expériences actives.

Tous les leviers proposés étaient situés à différents niveaux du modèle socio-écologique, ce qui confère aux interventions de multiples stratégies pour promouvoir l'AP auprès des enfants. Au total, 17 études parmi les 23 études multi-leviers ont reporté une augmentation significative de l'AP, soit, plus précisément, 8 études sur 11 dans le premier groupe, ainsi que 9 études sur 12 dans le 2^{ème} groupe. Ainsi, ces résultats mettent en évidence que lorsque des ateliers de sensibilisation sont ajoutés dans les interventions, les interventions sont très légèrement plus efficaces pour augmenter l'AP en post-intervention. Il est probable que ce type d'intervention très globale qui intègre des ateliers de sensibilisation pour les parents n'ait pas pu avoir de résultats bénéfiques plus marqués à cause d'un frein majeur : l'adhésion des parents à l'intervention. Il est possible que ce type d'intervention soit encore plus efficace lorsque les parents adhèrent au projet d'intervention.

Parmi les études du groupe 1, deux interventions menées sur plus de 1 an et visant un nombre d'enfants conséquents n'indiquent pas d'augmentation significative de l'AP (Bartelink et al., 2019 ; Safdie et al., 2013). Parmi les études du groupe 2, une intervention se déclinant en deux études a eu un focus plus important sur la sensibilisation par des leviers théoriques et a eu une durée de 1 an (Kipping et al., 2014 ; Anderson et al., 2016). Or, les interventions qui se déroulaient sur plus de 1 an et qui ont obtenu des résultats très bénéfiques sur l'AP sont celles qui ont proposé des leviers d'interventions très variés. Ces leviers étaient pratiques et théoriques et se situaient sur plusieurs niveaux du modèle socio-écologique (King et Ling, 2015 ; Vander Ploeg, Mc Gavock et al., 2014 ; Yildirin et al., 2014). Constatant ces résultats, il serait conseillé d'utiliser les études multi-leviers associant une augmentation du nombre d'expériences actives ainsi que des sessions de sensibilisation destinés aux enfants et aux parents.

En termes de méthodologie, de la même manière que pour les études uni-leviers, il serait conseillé de rapporter la taille d'effet obtenue dans chaque étude et de réaliser des mesures de suivi des enfants à plus long terme.

4.2.4. Interventions uni-levier ou multi-leviers ?

Finalement, 18 études uni-levier sur 27 présentent une augmentation significative de l'AP en post-intervention (66%), et 17 études multi-leviers sur 23 indiquent ce même résultat (74%). Ainsi, plus de la moitié des études des deux catégories sont efficaces, et ces résultats sont très encourageants. D'après les chiffres obtenus, les études multi-leviers semblent très légèrement plus efficaces que les études uni-leviers pour augmenter l'AP.

Les études uni-leviers qui utilisent des aménagements matériels et organisationnels comme l'ajout de jeux à la récréation et d'équipements semblent très efficaces pour augmenter l'AP à l'échelle de la récréation et de la journée scolaire (Groffik et al., 2012 ; Gutierrez-Martinez et al., 2018 ; Howe et al., 2012 ; Murtagh et al., 2013 ; Riley et al., 2015). Cependant, ces études semblent être moins efficaces pour augmenter l'AP sur les temps extrascolaires et la journée globale. Ces mêmes résultats ont été constatés pour les études proposant plusieurs leviers centrés uniquement sur les expériences actives des enfants et qui utilisent pour ce faire une somme d'aménagements matériels et organisationnels (e.g : Happala et al., 2016 ; Sigmund et al., 2012). A contrario, les études multi-leviers qui proposent des leviers variés (leviers basés sur l'expérience active et des leviers centrés sur la sensibilisation) obtiennent davantage d'augmentation de l'AP sur le temps extrascolaire (VanderPloeg, Mc Gavock al., 2014). Il convient de mentionner que toutes les études restent vigilantes face aux effets compensatoires : en effet, les enfants peuvent augmenter l'AP supplémentaire réalisée à l'école par un moindre temps d'AP extrascolaire : c'est ce qu'ont constaté Haapala et al. (2016) dans une étude multi-levier proposant aux enfants divers leviers

d'expériences actives. Ainsi, le défi est de permettre l'augmentation de l'AP sur la journée globale en l'intégrant dans les habitudes de vie ; les ateliers de sensibilisation semblent de ce fait essentiels et déterminants pour la promotion de l'AP. Ayant constaté ces résultats, il serait judicieux, finalement, de favoriser des interventions proposant aux enfants non seulement des occasions de pratiquer plus d'AP au sein de l'école, mais également des ateliers d'éducation à la santé, en impliquant les parents et les enseignants.

Enfin, il n'est pas possible de différencier l'efficacité des études uni et multi-levier sur le long terme, c'est-à-dire sur les mesures d'AP réalisées après la fin de l'intervention afin de suivre les cohortes. En effet, 13 d'études réalisent des mesures d'AP au long terme (soit 26% des études) et 4 d'entre elles indiquent une augmentation de l'AP après la fin de l'intervention (Eather et al. 2013 ; Engelen et al., 2012 ; Fairclough et al., 2013 ; Reznik et al., 2013). Les effets des études à long terme restent indéterminés. Afin d'améliorer et d'évaluer l'efficacité des études à long terme, les études peuvent mettre en place diverses actions interventionnelles et apporter des éléments méthodologiques novateurs et plus adaptés. C'est l'objet de la prochaine partie que de préciser ces limites méthodologiques et d'évoquer quelques perspectives.

5. Limites et perspectives : recommandations pour les prochaines études interventionnelles.

La présente revue de littérature a répertorié les principales interventions réalisées en milieu scolaire pour promouvoir l'AP ainsi que les actions utilisées. L'efficacité des interventions a été ensuite analysée. Les limites des protocoles expérimentaux ainsi que les points faibles des interventions uni et multi-leviers seront débattues afin d'établir des recommandations et de proposer des suggestions pour les prochaines études interventionnelles.

5.1. Des protocoles expérimentaux à perfectionner

5.1.1. Mesure objective des niveaux d'AP

Beaucoup d'articles réalisent des mesures par podométrie. Le nombre moyen de pas obtenus est parfois converti en recommandations d'AP par jour, notamment à l'aide de l'article de Tudor-Locke (2004). Néanmoins si cette mesure peut être réalisée à moindre coût, elle ne permet pas de connaître le temps passé à pratiquer de l'AP ainsi que l'intensité de la pratique.

Afin d'évaluer le niveau d'AP des enfants, de plus en plus d'études utilisent l'accélérométrie. Cette méthode objective permet d'obtenir la quantité d'AP légère, modérée et vigoureuse effectuée à chaque moment de la journée et constitue actuellement la méthode la plus performante. Malgré tout, cette technique présente plusieurs limites. Durant les activités nautiques et les sports comportant un risque de chute, il est également conseillé de ne pas porter le capteur pour éviter les risques de blessures. Ceci peut conduire à une sous-estimation de l'AP des enfants. De plus, les données d'AP des enfants sont généralement récupérées sur 3 jours : or, même si ces mesures sont prévues sur des semaines reflétant le planning habituel de l'enfant, l'AP analysée peut être soumise à des variations importantes en fonction des impératifs des enfants, des familles, ainsi que d'autres contraintes comme les données météorologiques. De plus, afin d'analyser convenablement les niveaux d'AP par accélérométrie, il est important de contrôler de nombreuses variables telles que les variables saisonnières et météorologiques, la quantité et la nature des activités physiques et sports pratiquées par l'enfant pendant la semaine de mesure. Il serait idéal de faire tenir un journal à l'enfant répertoriant les moments de la journée pendant lesquels l'accéléromètre a été porté ou enlevé pour réévaluer les niveaux d'AP. De plus, nous pouvons constater que les études de cette revue utilisent encore des paramétrages des accéléromètres des hétéroclites (voir «

epochs » et « cut-points » dans la colonne « Mesure de l'AP » du **tableau 2**). Les futures études devraient respecter les instructions les plus récentes concernant l'accélérométrie (Evenson, Catellier, Gill, Ondrak, et Mc Murray, 2008 ; Ridgers et Fairclough, 2011), c'est-à-dire analyser des temps scolaires (exemple : temps de la récréation) en prenant en considération le critère 70/80 établi par Catelier et al. (2005) ainsi qu'utiliser des epochs de moins de 15 secondes qui permettent une détection plus précise des mouvements, de la quantité d'AP, ainsi que des plus grandes intensités de mouvement (Aibar et Chanal, 2015 ; Rowlands, Powell, Humphris et Eston, 2006)

5.1.2. Nécessité de mesures post-interventionnelles à long terme

Au total, 13 études, soit 26% réalisent des mesures de l'AP après la fin de l'intervention. Il n'est donc pas possible de savoir si les comportements ont été modifiés à un instant précis, dû à des aménagements ou si les changements de comportement s'inscrivent de manière plus importante sur la journée globale et dans la durée. Par conséquent, les futures études devraient inclure des mesures post-interventionnelles à moyen (1 an) et à long terme (5 ans).

5.1.3. Reporter les taux de participation également pour les parents et les enseignants

Certaines études qui visent les parents n'obtiennent pas les résultats espérés. Or, en général, ces études s'adressent aux parents en réalisant des lettres d'information et des réunions de présentation. Aucune n'indique le taux de participation des parents : cette information est difficile à obtenir lorsque des lettres d'informations leurs sont envoyées, mais il est possible de l'obtenir pour les réunions où les parents sont présents. Les futures études devraient systématiquement présenter les taux de participation afin de compléter les informations méthodologiques. De plus, il convient d'indiquer que le levier le plus utilisé par les études uni et multi-leviers est la prise en charge des différents ateliers par les enseignants à

l'école. De ce fait, il serait également préférable de mesurer le taux de participation et d'adhésion des enseignants lorsqu'ils sont impliqués dans l'intervention, afin de vérifier que ce levier a été correctement mené.

5.2. Recommandations afin d'améliorer les interventions uni et multi-leviers

5.2.1. Besoin d'études concernant les variables médiatrices agissant sur l'AP

Tout d'abord, afin de promouvoir au mieux l'AP, il serait souhaitable de réaliser des études afin de connaître les facteurs modérant ou modulant l'augmentation de l'AP des enfants, étant donné qu'ils sont soumis à de nombreuses influences sociales. Parmi ces facteurs, il est possible de citer le soutien des enseignants perçu par les enfants, ou encore le soutien perçu des parents et des amis. Cela implique l'utilisation de questionnaires pour les enfants et/ou leurs parents afin de mieux appréhender ces facteurs. Ces données permettraient aux futures interventions multi-leviers d'agir en connaissant mieux les facteurs prédisant la réussite du projet.

5.2.2. Le soutien des enfants entre eux : un levier d'intervention important

Une seule étude ayant pour levier d'intervention prioritaire le « soutien des amis » a été réalisée. Elle a montré des résultats significatifs sur l'augmentation de l'AP. Or, ce levier est présent dans le contexte scolaire : en effet, le temps de récréation permet aux enfants d'échanger entre eux, de s'influencer. Ainsi, les interventions jouant sur l'aménagement matériel de la récréation, ou proposant des jeux dans ce même créneau permettent aux enfants d'avoir des interactions entre eux et de s'encourager à la pratique d'AP.

5.2.3. S'orienter vers une meilleure implication des parents

Les futures études devraient trouver d'autres stratégies pour mieux cibler les parents. Les Nouvelles Technologies (sites interactifs avec des échanges entre enseignants, parents)

peuvent être potentiellement bénéfiques (Morris et al., 2013), ou encore l'utilisation des messages téléphoniques. Ces stratégies pourraient être complétées par des ateliers de sensibilisation.

5.2.4. Viser les enfants les plus vulnérables : un défi

Peu d'études reportent les effets d'intervention visant des enfants issus de milieux socio-économiquement défavorisés et relèvent des résultats très hétérogènes.

Il convient de souligner que les études de Kipping et al. (2014) et de Nyberg et al. (2015) respectivement multi-levier et uni-levier ont été menées tout particulièrement auprès d'enfants de quartiers défavorisés et ont toutes les deux attribué un rôle primordial aux parents et enseignants. Or, elles n'ont relevé aucune augmentation significative de l'AP en post-intervention. Ainsi, pour cette population, les interventions engageant une grande participation des parents et des enseignants n'auraient vraisemblablement pas les mêmes aspects bénéfiques que pour la population d'enfants « normale ». Ces observations démontrent la nécessité d'évaluer les variables qui prédiraient leur participation. D'autres études interventionnelles seraient nécessaires auprès de la population défavorisée afin de connaître les effets de différents leviers.

La revue de littérature de Van Sluijs et al. (2008) avait déjà indiqué que les preuves des interventions sont limitées pour les enfants défavorisés et que d'autres interventions sont nécessaires auprès de cette population.

5.2.5. Favoriser la collaboration avec des associations sportives pour promouvoir l'AP après l'école

D'après Sallis (2000), la diminution de l'AP avec l'avancée en âge est plus marquée dans les activités vigoureuses et dans les activités sportives non organisées. Ainsi, l'AP

devient moins spontanée, et lors de moments de pauses, d'autres activités, non physiques, semblent privilégiées. Physiologiquement, avec l'avancée en âge, le corps est moins apte à favoriser des AP vigoureuses. Néanmoins, cette forte intensité de l'AP a des répercussions très positives sur la santé : faire la promotion de l'AP vigoureuse semble nécessaire à tous âges. La participation à des sports organisés pendant l'enfance et l'adolescence est associée avec des niveaux d'AP plus élevées dans la future vie adulte (Tammelin, Näyhä, et Hills, 2003). Ainsi, encourager les enfants à pratiquer des sports institutionnalisés devrait faire partie intégrante d'un programme de promotion de l'AP. Pour cela, une collaboration entre l'école, politique de la ville en charge de l'offre sportive, les clubs et les fédérations sportives est nécessaire.

5.2.6. Concurrencer les écrans : le défi difficile des interventions pour promouvoir l'AP :

Du fait du développement des nouvelles technologies, les enfants sont soumis à des influences extérieures très puissantes telles que les publicités, les réseaux sociaux qui accaparent leur système attentionnel. Les enfants seraient plus enclins à s'intéresser aux influx immédiats et rapides, comme par exemple les informations captivantes qui sont délivrées sur écran (Desmurget, 2011) : il y a donc une concurrence entre l'AP et les écrans qui attirent plus facilement que l'AP réelle. Il est donc nécessaire de générer des sensations agréables de pratique aux enfants pour leur donner envie de recommencer sur les heures extrascolaires.

5.2.7. Idée pour les futures interventions menées en école primaire : varier l'ordre des leviers

Aucune étude ne propose des protocoles expérimentaux en utilisant des leviers d'intervention (ateliers pratiques, théoriques, aménagement du milieu scolaire, etc.) selon un ordre précis, faisant varier la participation précoce ou plus tardive de certains acteurs (parents, enseignants, amis). Or, nous émettons l'hypothèse qu'en modifiant l'ordre d'inclusion des

différents acteurs à des moments opportuns dans l'intervention, ou en modifiant l'ordre des ateliers pratiques, théoriques et l'aménagement du milieu en cours de cette période interventionnelle, cela pourrait créer des conditions meilleures pour promouvoir plus efficacement les comportements de santé.

Il faudrait intervenir en amont sur le corps enseignant et sur l'environnement familial avant d'agir sur les enfants, en leur proposant des ateliers théoriques et pratiques. Ensuite, mettre en confiance l'enfant face à des activités motrices simples puis des théoriques élémentaires. Cela permettrait à l'enfant de se sentir plus compétent et par conséquent plus intéressé par la pratique.

Des protocoles expérimentaux pourraient ainsi mesurer l'efficacité des interventions réalisés en faisant varier cet ordre. La didactique des interventions demeure ainsi essentielle pour les futures interventions à réaliser à l'école primaire.

6. Conclusion

La présente revue de littérature a identifié 50 études publiées entre 2011 et 2019, après la parution de l'étude de Kriemler et al. (2011). Elle avait pour objectif de présenter les principaux leviers d'intervention, d'analyser les résultats des études uni et multi-leviers et de commenter leur efficacité. Toutes les études incluses avaient pour objectif la réalisation d'interventions en milieu scolaire pour promouvoir l'AP auprès des enfants et ont mesuré objectivement l'AP. Plusieurs constats ont été réalisés. Le levier le plus utilisé parmi ceux identifiés dans les 4 niveaux du modèle socio-écologique a été la prise en charge et la réalisation d'ateliers de sensibilisation théorique et de pauses actives par les enseignants d'école primaires : au total, 17 études ont utilisé cette stratégie. Ensuite, 16 études ont ajouté des jeux actifs et de l'AP et 14 études ont réalisé un aménagement matériel de la cour de récréation. Ces leviers seraient donc déterminants. Par la suite, 27 études n'utilisant qu'un

seul levier ont été identifiées, ainsi que 23 études utilisant plusieurs leviers d'intervention. Au total, 18 études sur les 27 uni-leviers ont rapportés une augmentation significative de l'AP (66%). Les études uni-leviers qui ont été les plus efficaces sont celles qui ont proposé un aménagement ainsi que la supplémentation de jeux à la récréation, dont leur efficacité avait déjà été montrée à court terme (Kriemler et al., 2011). Au total, 16 études sur les 23 multi-leviers ont rapporté une augmentation significative de l'AP (74%). Les études uni-leviers proposant des aménagements matériels ou organisationnels basées uniquement sur l'accroissement des temps actifs des enfants à l'école indiquent une augmentation significative de l'AP sur la journée scolaire mais des effets moindres voir absents sur les temps extrascolaires et la journée globale. Les interventions multi-leviers qui ont été les plus efficaces pour augmenter l'AP à l'échelle de la journée scolaire et sur la journée globale sont celles qui non seulement ont proposé des aménagements matériels et organisationnels pour augmenter le nombre d'occasions de faire pratiquer les enfants au sein de l'école, mais qui ont également proposé un aspect sensibilisateur aux parents, et des formations pour les enseignants (King et Ling, 2015 ; Vander Ploeg, Mc Gavock et al., 2014 ; Yildirin et al., 2014). Cependant, seulement 26% des études réalisent des mesures d'AP après la fin de l'intervention sur un plus long terme et uniquement 30% d'entre elles indiquent une augmentation significative de l'AP sur le long terme (Eather et al. 2013 ; Engelen et al., 2012 ; Fairclough et al., 2013 ; Reznik et al., 2013). Les études, qu'elles soient uni-levier ou multi-leviers, semblent moins efficaces pour promouvoir l'AP sur un long terme. Cependant, du fait du faible taux d'études réalisant ces mesures après la fin de l'intervention, les effets des interventions au long terme restent indéterminés.

Afin de promouvoir l'AP au long terme, les interventions en milieu scolaire devraient proposer : 1) de multiples leviers d'intervention plutôt qu'un seul levier ; 2) des leviers permettant de faire vivre aux enfants des expériences actives par le biais d'aménagement

matériels et organisationnels (ajout d'AP, de cours d'EPS, de pauses actives, etc.) ; 3) des leviers de sensibilisation destinés aux enfants, parents et enseignants ; 4) parmi les leviers, proposer également des formations pour les enseignants. Enfin, il est également conseillé de proposer aux enfants d'utiliser les NT telles que les podomètres ou montres connectés. Ces technologies leur permettraient d'avoir des objectifs personnalisés et d'augmenter leur motivation à s'engager dans l'AP.

Au niveau méthodologique, les études devraient proposer systématiquement des mesures d'AP après la fin de l'intervention afin d'évaluer les répercussions des interventions au long terme.

Afin de perfectionner les interventions, il conviendrait de réaliser des mesures de variables médiatrices agissant sur l'AP, mais également de favoriser le soutien des enfants entre eux et de s'orienter vers une meilleure implication des parents au projet d'intervention. Il a été constaté qu'il y a peu d'études interventionnelles destinées aux d'enfants défavorisées (e.g. Gao et al., 2017). Par ailleurs, ces études indiquent des résultats très hétérogènes : d'autres études interventionnelles auprès de cette population sont nécessaires. Ce point avait déjà été abordé par Kriemler et al. (2011) dans la précédente revue de littérature à ce sujet. Enfin, les études interventionnelles devraient également favoriser la collaboration avec des associations sportives pour promouvoir l'AP après l'école. En effet, les actions scolaires permettent d'augmenter l'AP au sein de la journée scolaire mais sont moins efficaces sur le temps extrascolaire. L'objectif des études interventionnelles est également d'arriver à concurrencer les écrans sur les temps de loisir.

Jusqu'à présent, aucune étude interventionnelle ne s'est intéressée à la didactique de l'intervention, en modifiant, par exemple, l'ordre des leviers d'intervention. Or, il pourrait être bénéfique l'intervenir en amont sur les enseignants et les parents pour créer des

conditions optimales avant d'intervenir auprès des enfants. Ces stratégies pourraient également permettre de soulever des moyens humains et financiers aux bons moments, en favorisant, par exemple, les aménagements matériels aux moments où les enfants sont plus aptes à modifier leurs comportements.

Cette revue de littérature démontre que les interventions réalisées en milieu scolaire, qu'elles soient uni-leviers ou multi-leviers, sont efficaces pour promouvoir l'AP. Il est nécessaire de poursuivre les interventions en milieu scolaires auprès des enfants, période fondamentale dans le développement d'habiletés intellectuelles, motrices et sociales, et période primordiale pour l'adoption de comportements sains tout au long de la vie.

Références bibliographiques

Aibar, A., & Chanal, J. (2015). Physical education: the effect of epoch lengths on children's physical activity in a structured context. *PloS One*, *10*(4), e0121238.

Altenburg, T. M., Kist-van Holthe, J., & Chinapaw, M. J. (2016). Effectiveness of intervention strategies exclusively targeting reductions in children's sedentary time: a systematic review of the literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *13*(1), 65.

*Anderson, E. L., Howe, L. D., Kipping, R. R., Campbell, R., Jago, R., Noble, S. M., ... & Lawlor, D. A. (2016). Long-term effects of the Active for Life Year 5 (AFLY5) school-based cluster-randomised controlled trial. *BMJ Open*, *6*(11), e010957.

Arredondo, E. M., Morello, M., Holub, C., & Haughton, J. (2014). Feasibility and preliminary findings of a church-based mother-daughter pilot study promoting physical activity among young Latinas. *Family & Community Health*, *37*(1), 6-18.

Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action. *Englewood Cliffs, NJ, 1986*.

*Bartelink, N. H., van Assema, P., Kremers, S. P., Savelberg, H. H., Oosterhoff, M., Willeboordse, M., ... & Jansen, M. W. (2019). One-and two-year effects of the healthy primary school of the future on children's dietary and physical activity behaviours: a quasi-experimental study. *Nutrients*, *11*(3), 689.

Beets, M. W., Cardinal, B. J., & Alderman, B. L. (2010). Parental social support and the physical activity-related behaviors of youth: a review. *Health Education & Behavior*, *37*(5), 621-644.

Blaes, A., Ridgers, N. D., Aucouturier, J., Van Praagh, E., Berthoin, S., & Baquet, G. (2013). Effects of a playground marking intervention on school recess physical activity in French children. *Preventive Medicine, 57*(5), 580-584.

*Blaes, A., Ridgers, N. D., Aucouturier, J., Van Praagh, E., Berthoin, S., & Baquet, G. (2013). Effects of a playground marking intervention on school recess physical activity in French children. *Preventive Medicine, 57*(5), 580-584.

*Brittin, J., Frerichs, L., Sirard, J. R., Wells, N. M., Myers, B. M., Garcia, J., ... & Huang, T. (2017). Impacts of active school design on school-time sedentary behavior and physical activity: A pilot natural experiment. *PloS One, 12*(12), e0189236.

*Burns, R. D., Brusseau, T. A., & Hannon, J. C. (2015). Effect of a comprehensive school physical activity program on school day step counts in children. *Journal of Physical Activity and Health, 12*(12), 1536-1542.

Carson, R. L., Castelli, D. M., Kuhn, A. C. P., Moore, J. B., Beets, M. W., Beighle, A., ... & Glowacki, E. M. (2014). Impact of trained champions of comprehensive school physical activity programs on school physical activity offerings, youth physical activity and sedentary behaviors. *Preventive Medicine, 69*, S12-S19.

Chesham, R. A., Booth, J. N., Sweeney, E. L., Ryde, G. C., Gorely, T., Brooks, N. E., & Moran, C. N. (2018). The Daily Mile makes primary school children more active, less sedentary and improves their fitness and body composition: a quasi-experimental pilot study. *BMC Medicine, 16*(1), 64.

Cooper, A. R., Goodman, A., Page, A. S., Sherar, L. B., Esliger, D. W., van Sluijs, E. M., ... & Froberg, K. (2015). Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: the

International children's accelerometry database (ICAD). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 113.

*Cradock, A. L., Barrett, J. L., Carter, J., McHugh, A., Sproul, J., Russo, E. T., ... & Gortmaker, S. L. (2014). Impact of the Boston Active School Day policy to promote physical activity among children. *American Journal of Health Promotion*, 28(3_suppl), S54-S64.

Davison, K. K., Cutting, T. M., & Birch, L. L. (2003). Parents' activity-related parenting practices predict girls' physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(9), 1589.

*de Meij, J. S., Chinapaw, M. J., van Stralen, M. M., van der Wal, M. F., van Dieren, L., & van Mechelen, W. (2011). Effectiveness of JUMP-in, a Dutch primary school-based community intervention aimed at the promotion of physical activity. *British Journal of Sports Medicine*, 45(13), 1052-1057.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective. *Handbook of Self-determination Research*, 3-33.

De Meester, F., van Lenthe, F. J., Spittaels, H., Lien, N., & De Bourdeaudhuij, I. (2009). Interventions for promoting physical activity among European teenagers: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6(1), 82.

Desmurget, M. (2011). *TV lobotomie: La vérité scientifique sur les effets de la télévision-Essais-documents*. Max Milo.

*D'Haese, S., Van Dyck, D., De Bourdeaudhuij, I., & Cardon, G. (2013). Effectiveness and feasibility of lowering playground density during recess to promote physical activity and decrease sedentary time at primary school. *BMC Public Health*, 13(1), 1154.

Dobbins, M., De Corby, K., Robeson, P., Husson, H., & Tirilis, D. (2009). Programas escolares de actividad física para promover la actividad física y el buen estado físico en niños y adolescentes de entre seis y 18 años de edad (Revisión Cochrane traducida). *Biblioteca Cochrane Plus*, (2).

*Duncan, M. J., Birch, S., Woodfield, L., & Hankey, J. (2011). Physical activity levels during a 6-week, school-based, active videogaming intervention using the gamercize power stepper in British children. *Medicina Sportiva*, 15(2), 81-87.

*Duncan, M., Birch, S., & Woodfield, L. (2012). Efficacy of an integrated school curriculum pedometer intervention to enhance physical activity and to reduce weight status in children. *European Physical Education Review*, 18(3), 396-407.

*Duncan, S., McPhee, J. C., Schluter, P. J., Zinn, C., Smith, R., & Schofield, G. (2011). Efficacy of a compulsory homework programme for increasing physical activity and healthy eating in children: the healthy homework pilot study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 127.

*Eather, N., Morgan, P. J., & Lubans, D. R. (2013). Improving the fitness and physical activity levels of primary school children: Results of the Fit-4-Fun group randomized controlled trial. *Preventive Medicine*, 56(1), 12-19.

*Engelen, L., Bundy, A. C., Naughton, G., Simpson, J. M., Bauman, A., Ragen, J., ... & Schiller, W. (2013). Increasing physical activity in young primary school children—it's child's play: A cluster randomised controlled trial. *Preventive Medicine*, 56(5), 319-325.

Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., & McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sports Sciences*, 26(14), 1557-1565.

*Fairclough, S. J., Hackett, A. F., Davies, I. G., Gobbi, R., Mackintosh, K. A., Warburton, G. L., ... & Boddy, L. M. (2013). Promoting healthy weight in primary school children through physical activity and nutrition education: a pragmatic evaluation of the CHANGE! randomised intervention study. *BMC Public Health*, *13*(1), 626.

*Fairclough, S. J., McGrane, B., Sanders, G., Taylor, S., Owen, M., & Curry, W. (2016). A non-equivalent group pilot trial of a school-based physical activity and fitness intervention for 10–11 year old english children: born to move. *BMC Public Health*, *16*(1), 861.

Farooq, M. A., Parkinson, K. N., Adamson, A. J., Pearce, M. S., Reilly, J. K., Hughes, A. R., ... & Reilly, J. J. (2018). Timing of the decline in physical activity in childhood and adolescence: Gateshead Millennium Cohort Study. *British Journal of Sports Medicine*, *52*(15), 1002-1006.

*Gao, Z., Pope, Z., Lee, J. E., Stodden, D., Roncesvalles, N., Pasco, D., ... & Feng, D. (2017). Impact of exergaming on young children's school day energy expenditure and moderate-to-vigorous physical activity levels. *Journal of Sport and Health Science*, *6*(1), 11-16.

*Garde, A., Umedaly, A., Abulnaga, S. M., Robertson, L., Junker, A., Chanoine, J. P., ... & Dumont, G. A. (2015). Assessment of a mobile game (“MobileKids Monster Manor”) to promote physical activity among children. *Games for Health Journal*, *4*(2), 149-158.

*Goh, T. L., Hannon, J., Webster, C. A., Podlog, L. W., Brusseau, T., & Newton, M. (2014). Chapter 7 Effects of a Classroom-Based Physical Activity Program on Children’s Physical Activity Levels. *Journal of Teaching in Physical Education*, *33*(4), 558-572.

Golden, S. D., & Earp, J. A. L. (2012). Social ecological approaches to individuals and their contexts: twenty years of health education & behavior health promotion interventions. *Health Education & Behavior*, *39*(3), 364-372.

Grélot, L. (2016). Activités physiques et sportives de l'enfant et de l'adolescent: des croyances aux recommandations sanitaires. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, 29(2), 57-68.

*Groffik, D., Sigmund, E., Frömel, K., Chmelík, F., & Lokvencová, P. N. (2012). The contribution of school breaks to the all-day physical activity of 9-and 10-year-old overweight and non-overweight children. *International Journal of Public Health*, 57(4), 711-718.

Gustafson, S. L., & Rhodes, R. E. (2006). Parental correlates of physical activity in children and early adolescents. *Sports Medicine*, 36(1), 79-97.

*Gutiérrez-Martínez, L., Martínez, R. G., González, S. A., Bolívar, M. A., Estupiñan, O. V., & Sarmiento, O. L. (2018). Effects of a strategy for the promotion of physical activity in students from Bogotá. *Revista de Saude Publica*, 52, 79.

*Haapala, H. L., Hirvensalo, M. H., Kulmala, J., Hakonen, H., Kankaanpää, A., Laine, K., ... & Tammelin, T. H. (2017). Changes in physical activity and sedentary time in the Finnish Schools on the Move program: a quasi-experimental study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(11), 1442-1453.

*Hamer, M., Aggio, D., Knock, G., Kipps, C., Shankar, A., & Smith, L. (2017). Effect of major school playground reconstruction on physical activity and sedentary behaviour: Camden active spaces. *BMC Public Health*, 17(1), 552.

*Hardman, C. A., Horne, P. J., & Lowe, C. (2011). Effects of rewards, peer-modelling and pedometer targets on children's physical activity: a school-based intervention study. *Psychology and Health*, 26(1), 3-21.

Hayes, G., Dowd, K. P., MacDonncha, C., & Donnelly, A. E. (2019). Tracking of physical activity and sedentary behavior from adolescence to young adulthood: a systematic literature review. *Journal of Adolescent Health*.

*Hayes, L. B., & Van Camp, C. M. (2015). Increasing physical activity of children during school recess. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 48(3), 690-695.

*Hyndman, B. P., Benson, A. C., Ullah, S., & Telford, A. (2014). Evaluating the effects of the Lunchtime Enjoyment Activity and Play (LEAP) school playground intervention on children's quality of life, enjoyment and participation in physical activity. *BMC Public Health*, 14(1), 164.

*Howe, C. A., Freedson, P. S., Alhassan, S., Feldman, H. A., & Osganian, S. K. (2012). A recess intervention to promote moderate-to-vigorous physical activity. *Pediatric Obesity*, 7(1), 82-88.

*Huberty, J. L., Siahpush, M., Beighle, A., Fuhrmeister, E., Silva, P., & Welk, G. (2011). Ready for recess: a pilot study to increase physical activity in elementary school children. *Journal of School Health*, 81(5), 251-257.

*Huberty, J. L., Beets, M. W., Beighle, A., Saint-Maurice, P. F., & Welk, G. (2014). Effects of ready for recess, an environmental intervention, on physical activity in third-through sixth-grade children. *Journal of Physical Activity and Health*, 11(2), 384-395.

Jones, R. A., Hinkley, T., Okely, A. D., & Salmon, J. (2013). Tracking physical activity and sedentary behavior in childhood: a systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 44(6), 651-658.

- Kibbe, D. L., Hackett, J., Hurley, M., McFarland, A., Schubert, K. G., Schultz, A., & Harris, S. (2011). Ten Years of TAKE 10!®: Integrating physical activity with academic concepts in elementary school classrooms. *Preventive Medicine, 52*, S43-S50.
- *Kidokoro, T., Shimizu, Y., Edamoto, K., & Annear, M. (2019). Classroom Standing Desks and Time-Series Variation in Sedentary Behavior and Physical Activity among Primary School Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*(11), 1892.
- *King, K. M., & Ling, J. (2015). Results of a 3-year, nutrition and physical activity intervention for children in rural, low-socioeconomic status elementary schools. *Health Education Research, 30*(4), 647-659.
- *Kipping, R. R., Howe, L. D., Jago, R., Campbell, R., Wells, S., Chittleborough, C. R., ... & Lawlor, D. A. (2014). Effect of intervention aimed at increasing physical activity, reducing sedentary behaviour, and increasing fruit and vegetable consumption in children: active for Life Year 5 (AFLY5) school based cluster randomised controlled trial. *BMJ, 348*, g3256.
- Kriemler, S., Meyer, U., Martin, E., van Sluijs, E. M., 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.
- Lim, C., & Biddle, S. J. (2012). Longitudinal and prospective studies of parental correlates of physical activity in young people: A systematic review. *International Journal of Sport and Exercise Psychology, 10*(3), 211-220.

- *Magnusson, K. T., Sigurgeirsson, I., Sveinsson, T., & Johannsson, E. (2011). Assessment of a two-year school-based physical activity intervention among 7-9-year-old children. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 138.
- *McMinn, D., Rowe, D. A., Murtagh, S., & Nelson, N. M. (2012). The effect of a school-based active commuting intervention on children's commuting physical activity and daily physical activity. *Preventive Medicine*, 54(5), 316-318.
- *Martin, R., & Murtagh, E. (2017). Active classrooms: a cluster randomized controlled trial evaluating the effects of a movement integration intervention on the physical activity levels of primary school children. *Journal of Physical Activity and Health*, 14(4), 290-300.
- Montoye, A. H., Moore, R. W., Bowles, H. R., Korycinski, R., & Pfeiffer, K. A. (2018). Reporting accelerometer methods in physical activity intervention studies: a systematic review and recommendations for authors. *British Journal of Sports Medicine*, 52(23), 1507-1516.
- *Møller, N. C., Tarp, J., Kamelarczyk, E. F., Brønd, J. C., Klakk, H., & Wedderkopp, N. (2014). Do extra compulsory physical education lessons mean more physically active children-findings from the childhood health, activity, and motor performance school study Denmark (The CHAMPS-study DK). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(1), 121.
- *Morris, J. G., Gorely, T., Sedgwick, M. J., Nevill, A., & Nevill, M. E. (2013). Effect of the Great Activity Programme on healthy lifestyle behaviours in 7–11 year olds. *Journal of Sports Sciences*, 31(12), 1280-1293.

- *Murtagh, E., Mulvihill, M., & Markey, O. (2013). Bizzy Break! The effect of a classroom-based activity break on in-school physical activity levels of primary school children. *Pediatric Exercise Science, 25*(2), 300-307.
- Nielsen, G., Mygind, E., Bølling, M., Otte, C. R., Schneller, M. B., Schipperijn, J., ... & Bentsen, P. (2016). A quasi-experimental cross-disciplinary evaluation of the impacts of education outside the classroom on pupils' physical activity, well-being and learning: the TEACHOUT study protocol. *BMC Public Health, 16*(1), 1117.
- *Nyberg, G., Sundblom, E., Norman, Å., Bohman, B., Hagberg, J., & Elinder, L. S. (2015). Effectiveness of a universal parental support programme to promote healthy dietary habits and physical activity and to prevent overweight and obesity in 6-year-old children: the healthy school start study, a cluster-randomised controlled trial. *PLoS One, 10*(2), e0116876.
- Rapport Esteban, 2016
- *Reznik, M., Wylie-Rosett, J., Kim, M., & Ozuah, P. O. (2015). A classroom-based physical activity intervention for urban kindergarten and first-grade students: a feasibility study. *Childhood Obesity, 11*(3), 314-324.
- *Riley, N., Lubans, D. R., Morgan, P. J., & Young, M. (2015). Outcomes and process evaluation of a programme integrating physical activity into the primary school mathematics curriculum: The EASY Minds pilot randomised controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport, 18*(6), 656-661.
- Ridgers, N. D., & Fairclough, S. (2011). Assessing free-living physical activity using accelerometry: Practical issues for researchers and practitioners. *European Journal of Sport Science, 11*(3), 205-213.

- Ridgers, N. D., Salmon, J., Parrish, A. M., Stanley, R. M., & Okely, A. D. (2012). Physical activity during school recess: a systematic review. *American Journal of Preventive Medicine, 43*(3), 320-328.
- Ridgers, N. D., Stratton, G., Fairclough, S. J., & Twisk, J. W. (2007). Long-term effects of a playground markings and physical structures on children's recess physical activity levels. *Preventive Medicine, 44*(5), 393-397.
- Rowlands, A., Powell, S. M., Humphries, R., & Eston, R. G. (2006). *The effect of accelerometer epoch on physical activity output measures* (Doctoral dissertation, Elsevier).
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 54-67.
- *Safdie, M., Lévesque, L., González-Casanova, I., Salvo, D., Islas, A., Hernández-Cordero, S., ... & Rivera, J. A. (2013). Promoting healthful diet and physical activity in the Mexican school system for the prevention of obesity in children. *Salud Pública de México, 55*, 357-373.
- Sallis, J. F. (2000). Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 32*(9), 1598-1600.
- Sallis, J. F., Owen, N., & Fisher, E. B. (2008). Ecological models of health behavior. Dans K. Glanz, B.K. Rimer & K. Viswanath (Eds.), *Health behavior and health education: theory, research and practice* (p. 465-485), 4ème éd. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Salmon, J., Booth, M. L., Phongsavan, P., Murphy, N., & Timperio, A. (2007). Promoting physical activity participation among children and adolescents. *Epidemiologic Reviews, 29*(1), 144-159.

- *Schneller, M. B., Duncan, S., Schipperijn, J., Nielsen, G., Mygind, E., & Bentsen, P. (2017). Are children participating in a quasi-experimental education outside the classroom intervention more physically active?. *BMC Public Health, 17*(1), 523.
- *Siahpush, M., Huberty, J. L., & Beighle, A. (2012). Does the effect of a school recess intervention on physical activity vary by gender or race? Results from the ready for recess pilot study. *Journal of Public Health Management and Practice, 18*(5), 416-422.
- *Sigmund, E., El Ansari, W., & Sigmundová, D. (2012). Does school-based physical activity decrease overweight and obesity in children aged 6–9 years? A two-year non-randomized longitudinal intervention study in the Czech Republic. *BMC Public Health, 12*(1), 570.
- Simon, C., Wagner, A., Platat, C., Arveiler, D., Schweitzer, B., Schlienger, J. L., & Triby, E. (2006). ICAPS: a multilevel program to improve physical activity in adolescents. *Diabetes & Metabolism, 32*(1), 41-49.
- Tammelin, T., Näyhä, S., Hills, A. P., & Järvelin, M. R. (2003). Adolescent participation in sports and adult physical activity. *American Journal of Preventive Medicine, 24*(1), 22-28.
- Tammelin, R., Yang, X., Leskinen, E., Kankaanpää, A., Hirvensalo, M., Tammelin, T., & Raitakari, O. T. (2014). Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 46*(5), 955-62.
- *Taylor, S., Noonan, R., Knowles, Z., Owen, M., McGrane, B., Curry, W., & Fairclough, S. (2018). Evaluation of a pilot school-based physical activity clustered randomised controlled trial—Active Schools: Skelmersdale. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 15*(5), 1011.

- Tudor-Locke, C., Pangrazi, R. P., Corbin, C. B., Rutherford, W. J., Vincent, S. D., Raustorp, A., ... & Cuddihy, T. F. (2004). BMI-referenced standards for recommended pedometer-determined steps/day in children. *Preventive Medicine, 38*(6), 857-864.
- *Vander Ploeg, K. A., McGavock, J., Maximova, K., & Veugelers, P. J. (2014). School-based health promotion and physical activity during and after school hours. *Pediatrics, 133*(2), e371-e378.
- *Vander Ploeg, K. A., Maximova, K., McGavock, J., Davis, W., & Veugelers, P. (2014). Do school-based physical activity interventions increase or reduce inequalities in health?. *Social Science & Medicine, 112*, 80-87.
- *Van Kann, D. H. H., Kremers, S. P. J., Gubbels, J. S., Bartelink, N. H. M., De Vries, S. I., De Vries, N. K., & Jansen, M. W. J. (2015). The association between the physical environment of primary schools and active school transport. *Environment and Behavior, 47*(4), 418-435.
- Van Sluijs, E. M., McMinn, A. M., & Griffin, S. J. (2007). Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *BMJ, 335*(7622), 703.
- Wardle, J., Brodersen, N. H., Cole, T. J., Jarvis, M. J., & Boniface, D. R. (2006). Development of adiposity in adolescence: five year longitudinal study of an ethnically and socioeconomically diverse sample of young people in Britain. *BMJ, 332*(7550), 1130-1135.
- *Watson, A. J., Timperio, A., Brown, H., & Hesketh, K. D. (2019). A pilot primary school active break program (ACTI-BREAK): Effects on academic and physical activity

outcomes for students in Years 3 and 4. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(4), 438-443.

World Health Organization. (2010). Global recommendations on physical activity for health.

Yao, C. A., & Rhodes, R. E. (2015). Parental correlates in child and adolescent physical activity: a meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 10.

*Yıldırım, M., Arundell, L., Cerin, E., Carson, V., Brown, H., Crawford, D., ... & Salmon, J. (2014). What helps children to move more at school recess and lunchtime? Mid-intervention results from Transform-Us! Cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 48(3), 271-277.

III -Travaux de recherche 3 :

School-based interventions to reduce children's sedentary time with objective measure: a systematic review

Caroline BERNAL¹, Léna LHUISSET¹, Nicolas FABRE¹, et Julien BOIS¹

¹Université de Pau et des Pays de l'Adour, e2s UPPA, MEPS (Mouvement, Equilibre, Performance, Santé), Tarbes, France

Contribution des auteurs :

Caroline Bernal a rédigé l'article. Julien Bois a participé aux corrections de l'article et à des modifications de son contenu. Nicolas Fabre et Léna Lhuisset ont ensuite relu l'article afin de le valider.

School-based interventions to reduce accelerometer-based children's sedentary time: a systematic review

Abstract

Introduction: Sedentary time (ST) is considered to be a major public health concern. Children are particularly vulnerable as their ST increases with age. Therefore, school-based interventions aimed at reducing and preventing children's ST are burgeoning. Previously, a review found that school-based interventions proposing multiple components, including standing desks, appeared to be more effective compared to uni-component interventions. However, this result was based on only 11 studies published before 2016 and needs to be verified due to the growing number of studies published on this topic. Objective: To continue the evaluation of the effectiveness of school-based interventions published since the previous review (2016). Methods: Studies published between August 2016 and February 2020 with objective measures of ST were analysed. Results: 14 studies were included: 9 of which were multi-component studies. Environmental and organizational changes were the components most used. Among these 14, 9 studies (64%) reported significant results post-intervention with 3 being uni-component and 6 being multi-component. The long-term effects remained undetermined. Conclusion: The uni- and multi-component studies do not differ clearly in the results obtained and, when present, only short-term effects are obtained. Several methods to improve interventions are proposed.

Key words: *sedentary time, children, school, promotion, health, accelerometry*

1. Introduction

The turn of the century led to the emergence of new technologies (NT) worldwide. As a consequence, the time spent on passive leisure activities such as watching television, social networking and playing video games has increased among the child population. These behaviours result in an increase of overall sedentary time (ST) per day, which is estimated to be greater than 6 hours for children (Altenburg et al., 2016; Leblanc et al., 2015). Unfortunately, too much daily ST results in a wide range of health problems including cardiovascular diseases, type 2 diabetes and cancer (Mahmood et al., 2017) and is therefore considered as a major public health concern. Especially for children, a longer TV duration increases the risk of developing cardio metabolic diseases (Carson et al., 2016). Interventional studies have shown that interrupting prolonged sitting periods was beneficial on cardiac markers in adults and young adolescents (Dunstan et al., 2012). Hence, several recommendations related to ST have been included in international health guidelines (New Zealand Ministry of Health, 2015). For example, in Australia, the Department of Health recommends minimising the amount of time spent in prolonged sitting and breaking up long periods of sitting as often as possible (Department of Health, 2014). As ST may continue later in life (Hayes et al., 2019), intervening as early as possible in childhood to promote a less sedentary lifestyle is important to prevent later health problems. Childhood is therefore a crucial period in which healthy lifestyle behaviours are developed and are likely to persist into adulthood. If behaviours are not adopted at this stage of life, their impacts can increase with advancing age (Hayes et al., 2019).

Consequently, several studies of interventions have been conducted to reduce ST and sedentary behaviours (SB) in child populations. The first studies that were conducted with children were focused on SB, especially the time spent watching TV (Biddle et al., 2014).

They were conducted both in school and in the family or community contexts (Biddle et al., 2014).

Interventions can be uni- or multi-component. These components can be focused directly on the child and on factors that may induce changes in children's behaviour such as the influence of parents and/or teachers. The socio-ecological model synthesizes all the factors that influence health behaviours (Sallis et al., 2008). This model places the child with his/her individual factors (age, self-esteem, etc.) at the centre of many influences. The child is at level 1 and is affected by 3 additional levels: (a) level 2, which includes interpersonal factors (e.g., friends, parents, teachers); (b) level 3, which includes environmental factors (e.g., classroom and school design) and organizational factors (e.g., additional physical activity sessions) and (c) level 4, which is composed of political and cultural factors (e.g., legislation). Uni-component interventions include actions at only one level of the socio-ecological model. They used mostly environmental layout (Van Sluijs et al., 2007). The most recent intervention studies are multicomponent and involve actions at different levels of the socio-ecological model, such as the addition of physical education (PE) courses, classroom and playground layout, as well as child and parent sensitization.

One of the most recent systematic reviews focused on interventions aimed specifically at reducing ST among people under 18 years of age and was published in 2016 (Altenburg et al., 2016). Of the 21 studies identified, 6 were conducted in schools and 2 were highlighted for their effectiveness. This review emphasised the effectiveness of interventions based in the school environment. Thus, the school may be an ideal place to sensitize children and act to reduce their ST. Acting in this area is one of the promising new strategies to improve the effectiveness of interventions (Salmon, 2010).

An additional review published in 2016 collected all studies of interventions conducted on primary school children (Hegarty et al., 2016). This review includes studies published before August 2015 and only studies measuring ST objectively. They found that multi-component interventions including standing desks appeared to be the most effective compared to uni-component studies (Hegarty et al., 2016). This review also found that the effectiveness of interventions depended on the actors/factors involved and that the application of the socio-ecological model was a key for success.

However, this review only reported on 11 studies. Due to the growing interest in this field, many intervention studies have been published very recently. Therefore, a new review is needed to report whether these recent interventions are effective (Hegarty et al., 2016). This review describes the intervention components at each level of the socio-ecological model (Sallis et al., 2008). Then the results of the new published studies are summarized and discussed.

2. Methodology

2.1. Review Characteristics

2.1.1. Inclusion Criteria

The following inclusion criteria were applied: (a) articles published in English between August 2015 and January 2020; (b) a target population aged 6 to 12 years; (c) ST measured at least two times; (d) ST evaluated by objective measures (accelerometry, podometry); (e) ST evaluated at least partly during the school time; (f) results reported.

No specific component (e.g., provision of equipment) has been emphasised. All strategies reported in the studies were accepted when all the above-mentioned inclusion criteria were met.

2.1.2. Search Strategy

A total of 4 databases were examined: PubMed-Medline, PsycINFO, ScienceDirect and Google Scholar. The search was conducted using keywords in English, the main ones being: 1) "Sedentary Time" 2) "Intervention" 3) "Child", 4) "School". Additional keywords presented in Table 1 were used to complete the searches and were combined. The article selection process was conducted in February 2020. The first inclusion criterion for this review was crucial: only studies published since the interruption of the bibliographical research by the last systematic review (i.e., August 2015) were included (Hegarty et al., 2016). Thus, after deleting duplicate articles, the selective filter of publication since August 2015 was applied. In order to add other potential studies, bibliographic references of these articles were screened.

Table 1. Keywords used for the search strategy on databases

« Sedentary Time »	« Intervention »	« Child »	« School »	Other
Sedentary Behaviour; Sitting; Sedentary	Promotion; Promoting; Health; Behaviour; Education	Children; Infancy; Youth	School-based; Teacher; Classroom; Primary School	Randomised controlled trial; control group; controlled trial

2.1.3. Study Selection

The selection of studies during the search was carried out according to a specific protocol: application of the first inclusion criteria then (1) reading the titles; (2) reading the abstracts; 3) reading the full text if abstracts did not determine whether all the inclusion criteria were met. Studies that did not meet the inclusion criteria were excluded at this stage. Figure 1 presents the main steps and results of the study search.

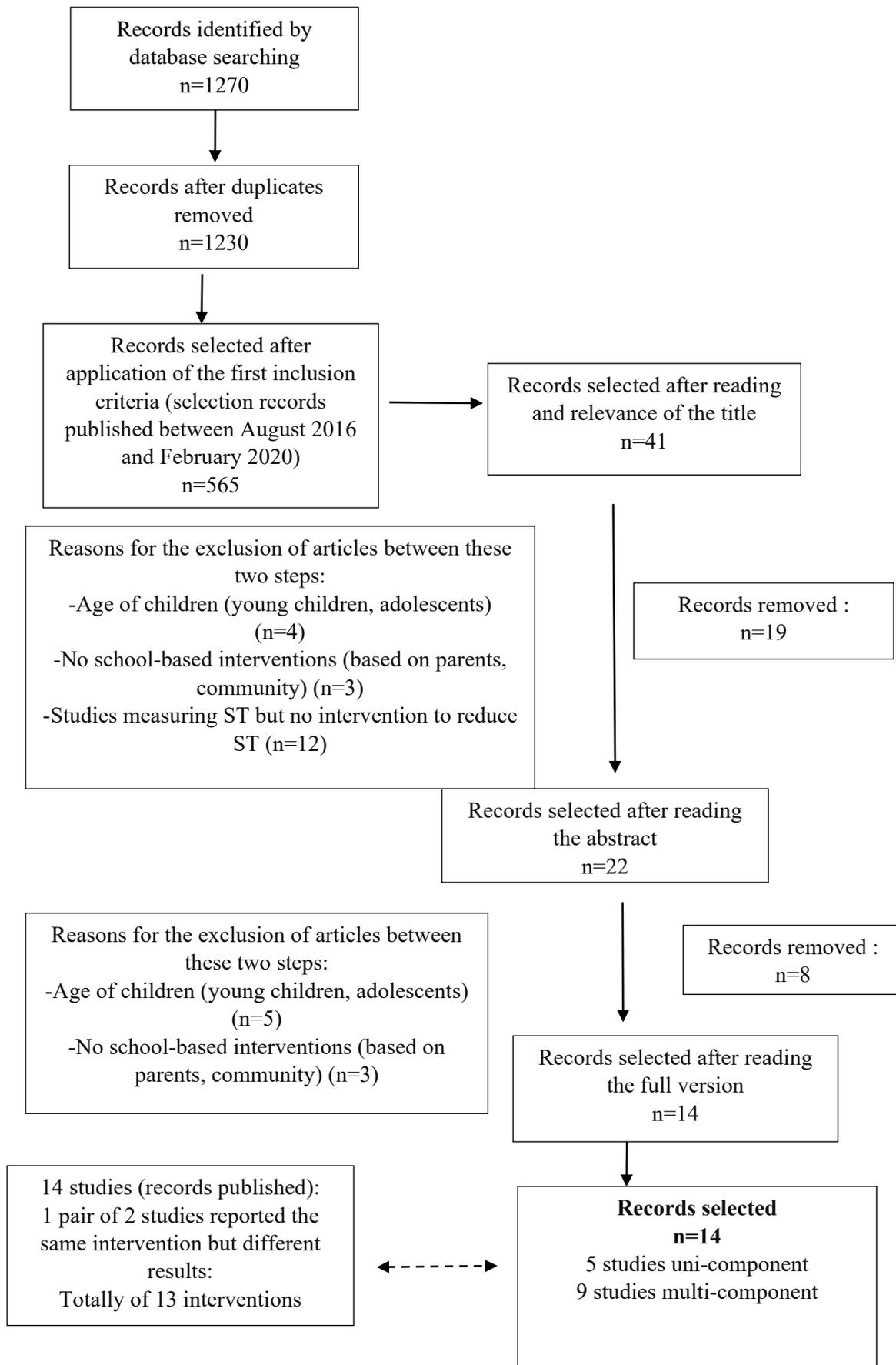


Figure 1. Steps and results of search strategy

2.1.4. Data Extraction

Data were collected and compiled by an author according to PRISMA criteria. Thus, a written file was prepared containing the main characteristics of each study: title, author, publication date, participants' characteristics (number of children, sex, and age), intervention characteristics (components used, country), main results and limitations. This information was then verified by two other co-authors. Fourteen studies were identified. Of these, 5 studies (36%) were uni-component and 9 were multi-component.

2.2. Study characteristics

2.2.1. Results Selection

The characteristics of the studies are presented in Table 2. Of the 1270 studies identified initially, 14 studies met the selection criterion. Among these 14 studies, a pair of articles related the same intervention, but reported complementary results (Van Kann et al., 2016; Van Kann et al., 2017). Another study also reported additional results from a study published in 2014, in order to specify the latent effects of an intervention that followed children one year later (Kipping et al., 2014; Anderson et al., 2016). Of the 14 studies, one was published in 2015, 3 were published in 2016 and 2017 respectively, 5 in 2018 and 2 in 2019. The study designs were mixed: 2 pilots (Brittin et al., 2017; Ayala et al., 2018), 3 randomized control trials (Anderson et al., 2016; Taylor et al., 2018; Verloigne et al., 2018), 2 crossover design, i.e randomization with different intervention phases according to the participants (Ee et al., 2018; Swartz et al., 2019) and 4 quasi-experimental, i.e without randomisation (Haapala et al., 2016; Hamer et al., 2017; Van Kann et al., 2016; Van Kann et al., 2017). In total, 3 studies had the specific objective of reducing children's ST, and notably the sitting time in school (Ayala et al., 2018; Silva et al., 2018; Verloigne et al., 2018). Nine studies were designed to both promote physical activity (PA) and reduce ST (e.g., Taylor et

al., 2018). Finally, 2 studies promoted general health behaviours (Anderson et al., 2016; Verbestel et al., 2015).

Table 2. Studies characteristics

N/A=Not Available

Studies		Participants			Methodology		Intervention			
Authors and Year	Design	Principal aims	n Total = Experimental Group =	Age (years)	Gender	Methods used to assess ST Rules for accelerometry	Number of assessment	Name of the study	Location	Durati on
Ayala et al. (2018)	Pilot non-randomised study	ST Reduction (sitting time)	41 20	11-12 (11.5)	M/F	ActivPAL inclinometers Accelerometry Epoch: 15 seconds	2 (pre and post)	MASK (Make A Stand Kids Study)	Australia	8 months
Brittin et al. (2017)	Pilot with control group study	PA Promotion + ST Reduction	41 20	9-10	M/F	Accelerometry Epoch : 60 secondes Cut-points : Evenson et al. (2008) ST : less than 100 counts/min	2 (pre et post)	N/A	Norway	14 months
Ee et al. (2018)	Crossover study	PA Promotion + ST Reduction	47 47	10-11	M	Accelerometry Epoch : 15 seconds	2 (pre et post)	N/A	Australia	21 days
Haapala et al. (2017)	Quasi-experimental study	PA Promotion + ST Reduction	319 N/A (4 schools)	7-15	M/F	Accelerometry Epoch: 10 seconds Cut-point: Evenson et al. (2008) ST: less than 100 counts/min	2 (pre and post)	MOVE	Finland	2 years
Hamer et al. (2017)	Quasi-experimental study	PA Promotion + ST Reduction	347 169	8	M/F	Accelerometry Epochs : 60 seconds ST: less than 100 counts/min	3 (pre, post, follow-up 1 year)	N/A	UK	1 year
Kidokoro et al.	Study with control	PA Promotion	38	11-12	M/F	Accelerometry Epochs : 15 seconds	2 (pre and post)	N/A	Japan	6 months

(2019)	group	+ ST Reduction	17			Cut-points: Evenson et al. (2008) ST : less than 100 counts/min				
Anderson et al. (2016)	Cluster randomised controlled study	Promotion health behaviour (PA+ST+ Nutrition)	2221 1064	8-11	M/F	Accelerometry Epochs : 10 seconds	3 (pre, post, follow-up 1 year)	AFLY5	UK	1 year
Silva et al. (2018)	Cluster non- randomised study	ST Reduction (sitting time)	49 22	11-12 (11.8)	M/F	ActivPAL inclinometer	2 (pre and post)	N/A	Portugal	16 weeks
Swartz et al. (2019)	Crossover study	PA Promotion + ST Reduction	100 50	8-10	M/F	Accelerometry Cut-points: Evenson et al. (2008)	3 (pre, post, follow-up 4 months)	N/A	United- States	9 weeks
Taylor et al. (2018)	Randomised controlled study	PA Promotion + ST Reduction	232 117	9-10	M/F	Accelerometry Epochs : 1 second	2 (pre and post)	Active Schools	UK	8 weeks
Van Kann et al. (2016) et Van Kann et al. (2017)	Quasi- experimental study	PA Promotion + ST Reduction	1343 N/A (9 schools)	8-11	M/F	Accelerometry Epochs : 15 seconds Cut-points: Evenson et al. (2008) ST: less than 100 counts/min	2 (pre and post)	Active Living	Netherland s	1 year
Verbestel et al. (2015)	Cluster non- randomised	Promotion health behaviour (PA+ST+ Nutrition)	16228	2-9.9	M/F	Accelerometry Epochs : 60 seconds Cut-points: Evenson et al. (2008) ST: less than 100 counts/min	2 (pre and post)	IDEFICS	8 european countries	2 years
Verloigne et al. (2018)	Cluster randomised study	Reduction ST (sitting time)	343 51.8% experimental children	10-11	M/F	ActivPAL Epochs: 15 seconds	3 (pre, middle, post)	N/A	Belgium	6 months

2.2.2. Sedentary Time Measure

The method of measurement used in all studies was accelerometry. The reliability and validity of this instrument has yet to be demonstrated for ST (Lubans et al., 2011). Two studies have chosen to use "ActivPal" inclinometers either in addition to accelerometers (Ayala et al., 2018) or as the only way to measure ST (Verloigne et al., 2018).

In the 14 identified studies, the average wearing time of the accelerometer was 5 days. It ranged from a minimum of 3 days (Verbestel et al., 2015) to 8 days (Ayala et al., 2018; Haapala et al., 2017). Only one study required that the school period had a wearing time minimum of 80% of the full day (Haapala et al., 2017). However, most studies applied strict rules by requiring a minimum of 8 hours of wearing time on average during the day. This time extended up to 10 hours per day for 5 studies (Ee et al., 2018; Kidokoro et al., 2019; Taylor et al., 2018; Van Kann et al., 2016; Van Kann et al., 2017). One study opted to conduct the data analysis with 1 day of valid wearing time (Ee et al., 2018), while the other studies required several days of valid wearing time, extending to a minimum of 4 valid days (Kidokoro et al., 2019). The majority of studies used epochs of 15 seconds or less. Two studies used an epoch of 60 seconds (Hamer et al., 2017; Verbestel et al., 2015).

Moreover, most of the studies only focused on the school day and/or the global day and did not include analysis of ST during the weekend days, with the exception of 5 studies (Anderson et al., 2016; Hamer et al., 2017; Van Kann et al., 2016; Van Kann et al., 2017; Silva et al., 2018).

Finally, ST can be analyzed using many variables. In this way, 3 studies measured a plurality of variables such as the number of transitions between sitting and standing positions, sitting time over long periods of inactivity, the frequency of periods of standing and their duration, etc. (Ayala et al., 2018; Brittin et al., 2017; Verloigne et al., 2018). In addition, 11

studies also measured the evolution of PA in addition to ST (e.g., Haapala et al., 2017). Finally, 4 of the 14 studies included a follow-up, ranging from 4 months to 20 months (Anderson et al., 2016; De Meij et al., 2011; Hamer et al., 2017; Swartz et al., 2019; Verloigne et al., 2018).

2.2.3. Participants

The number of children participating in these studies was highly variable, ranging from 38 children (Kidokoro et al., 2019) to 16,228 children in the large-scale IDEFICS intervention (Verbestel et al., 2015). A total of 5 studies had fewer than 100 participants (Ayala et al., 2018; Brittin et al., 2017; Ee et al., 2018; Kidokoro et al., 2019; Silva et al., 2018). These large disparities between studies in the number of participants reflected the different strategies used for the intervention, which may be applied to a small group or a large group. The average age of children ranged from 8 to 12 years old. All studies included boys and girls, except one study that included only boys (Ee et al., 2018).

2.2.4. Interventions

Nine interventions were conducted in European countries, including 3 in England (Hamer et al., 2017; Anderson et al., 2016; Taylor et al., 2018). One intervention was carried out across 8 different European countries (Verbestel et al., 2015). Finally, two interventions were conducted in Australia (Ayala et al., 2018; Ee et al., 2018) and one in the United States (Swart et al., 2019). Only one was conducted on the Asian continent (Kidokoro et al., 2019). The duration of interventions varied greatly, ranging from 21 days (Ee et al., 2018) to 2 years (Haapala et al., 2017; Verbestel et al., 2015).

Some studies have theoretical approaches. The Anderson et al (2016) study was based on Bandura's (1986) sociocognitive theory. Taylor et al. (2018) used the socio-ecological model (Sallis et al., 2008). This model has been taken into account by 3 further studies

(Anderson et al., Haapala et al., 2017; Verbestel et al., 2015). The other studies had not used theoretical approaches (Ayala et al., 2018; Brittin et al., 2017; De Meij et al., 2011; Ee et al., 2018; Hamer et al., 2017; Kidokoro et al., 2019; Swartz et al., 2019; Van Kann et al., 2016; Van Kann et al., 2017; Verloigne et al., 2018) Finally, 5 studies were uni-component (Ee et al., 2018; Hamer et al., 2017; Kidokoro et al., 2019; Swartz et al., 2019; Verloigne et al., 2018) while 9 studies were multi-component (e. g. Anderson et al., 2016). The number of multi-component studies was thus higher than the last systematic review (Hegarty et al., 2016).

2.3. Components presentation

A general presentation of all the components at the different levels of the socio-ecological model are given in Figure 2. A detailed description of the components of each school-based intervention and their results are presented in Appendix 1 (supplementary file).

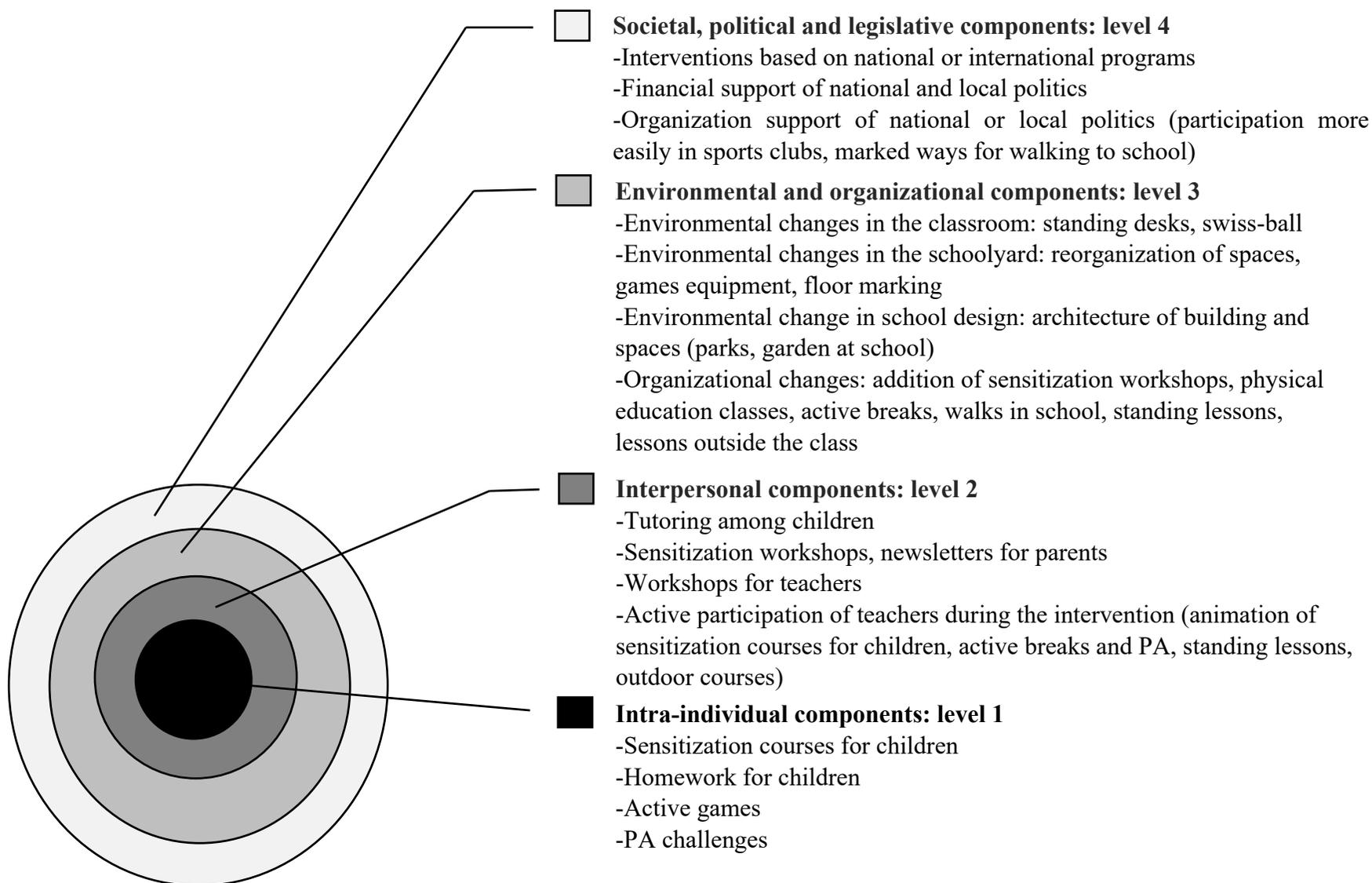


Figure 2. Components used by the school-based intervention on the 4 levels of socio-ecological model of Sallis et al. (2008)

2.3.1. Intra-individual components: level 1

All interventions were aimed at directly acting on children's "individual" factors in order to change their behaviour positively. Four interventions used sensitization workshops to enhance children's knowledge (e.g., Anderson et al., 2016). Three interventions gave children homework assignments (Anderson et al., 2016; Taylor et al., 2018; Verbestel et al., 2015): all of these interventions also conducted sensitization workshops for children. This homework was passive and linked to knowledge, but also active when children had to carry out PA challenges alone or with their families (e.g., replace television time by PA, Anderson et al., 2016).

2.3.2. Interpersonal components: level 2

One intervention proposed tutoring among children, which led to the development of social relations between children (Haapala et al., 2017). In one intervention, children were actively involved in the environmental schoolyard redesign: they had to imagine play spaces that would enable more movement (Hamer et al., 2017). Other interventions involved parents: sensitisation workshops and meetings (Silva et al., 2018; Verbestel et al., 2015), newsletters (Anderson et al., 2016; Taylor et al., 2018) and homework (Anderson et al., 2016; Verbestel et al., 2015). As the interventions took place in the school context, teachers were also involved in almost all interventions: (a) workshops to learn which pedagogical strategies could be used to reduce ST in the classroom (Ayala et al., 2018; Taylor et al., 2018; Verbestel et al., 2015) and how to encourage children (Haapala et al., 2017; Taylor et al., 2018); (b) workshops to prepare sensitization courses for children (Anderson et al., 2016); (c) teaching session on how to use desks in the standing posture correctly (Kidokoro et al., 2019; Silva et al., 2018); (d) participation in working groups with experimental schools (Verbestel et al., 2015); (e) workshops to develop the implementation of active breaks and PA at school (Ayala et al., 2018; Taylor et al., 2018); (f) conducting standing lessons (Ayala et al., 2018; Brittin et

al., 2017; Ee et al., 2018; Swartz et al., 2019; Verloigne et al., 2018) and (g) conducting outdoor courses (Brittin et al., 2017).

2.3.3. Environmental and organisational components: level 3

Equipment was used very often in interventions as it enabled children to modify their sedentary/activity pattern in the short term. It was used as the single component in 5 interventions (Ee et al., 2018; Hamer et al., 2017; Kidokoro et al., 2019; Swartz et al., 2019; Verloigne et al., 2018). Among these, 4 aimed at reducing ST alone by providing standing desk in class (Ee et al., 2018; Kidokoro et al., 2019; Swartz et al., 2019; Verloigne et al., 2018). These desks could be adjustable (Ee et al., 2018) or inclined (Swartz et al., 2019). The number of standing desks available in classrooms was different: 1 study proposed 3 standing desks (Verloigne et al., 2018), while 2 others interventions replaced 50% of the traditional desks (Ee et al., 2018; Swartz et al., 2019) and 1 study replaced all desks (Kidokoro et al., 2019). Among these 5 studies, the last one carried out a complete reorganization of the schoolyard (Hamer et al., 2017). Multi-component studies used similar environmental changes as one of the main components. Some interventions provided sports equipment (Haapala et al., 2017; Van Kann et al., 2016; 2017; Verbestel et al., 2015), for example by offering playground markings or purchasing bicycles. In another study, a school was built and adapted entirely with equipped spaces and classrooms (Brittin et al., 2017).

Organisational changes were also made. Interventions included additional recreation times and organized walks (Haapala et al., 2017) or additional PA or PE lessons (Silva et al., 2018; Van Kann et al., 2016; 2017; Taylor et al., 2018; Verbestel et al., 2015). Active breaks and movements were used (Taylor et al., 2018; Verbestel et al., 2015). Standing lessons were conducted to substitute for the sitting position (Ayala et al., 2018). In the same way, courses outside the classroom were provided (Brittin et al., 2017). Finally, optimal traffic areas were

created outside the school to enhance active commuting to school (Van Kann et al., 2016; Van Kann et al., 2017).

2.3.4. Societal, political and legislative components: level 4

Policies at the international, national and local levels supported programs to promote health behaviours. These policies contributed to the development of programs with financial and logistical support. These programs were tested on a small scale and then conducted on a larger sample. For example, at the international level, one study presented the effects of an intervention based on a major European programme named IDEFICS (Verbestel et al., 2015). This programme started in September 2006 and was funded by the European Commission. A total of 16,224 children aged 2 to 9 from 8 different countries participated. The aims of this programme were to promote health behaviours including PA, reducing sedentary lifestyle and better nutrition. Actions were part of a global intervention conducted similarly in nurseries, families and cities. Moreover, two interventions developed actions in the international framework named Comprehensive School Physical Activity Program on School Day Step Counts in children (CSPAP), whose main objective was to promote PA (Haapala et al., 2017; Taylor et al., 2018). Regarding the national level, one study clearly stated that the content of sensitization courses for children was derived from a national curriculum modified by a pilot study (Anderson et al., 2016).

At the local level, some policies helped children to participate more easily in sports clubs after school (Haapala et al., 2017) while others created marked ways for walking to school (Taylor et al., 2018). Finally, no studies have introduced components that directly focus on cultural or religious factors.

Table 3. Intervention Description and Intervention Effects

Authors and year	Intervention Description	Intervention Effects
<p>Anderson et al. (2016)</p> <p>(1st record: Kipping et al., 2014)</p>	<p><u>Objective(s)</u>: to promote PA and a balanced diet, as well as to reduce children's ST in the long term.</p> <p><u>Type</u>: multi-components</p> <p><u>Components of level 1</u>: This intervention was based on sensitization workshops and homework. Knowledge was therefore essential. The content of the workshops for children was based on a national curriculum that was modified in a pilot study and demonstrated its efficacy.</p> <p><u>Components of level 2</u>: The homework involved parents. Teachers had been trained. They provided 16 sensitization lessons to children with materials (booklets, etc.) that were given to them. They also assigned 10 activities for children and their parents (for example, substitute TV time with PA, cook healthy food, read food labels, etc.). Parents received newsletters. These newsletters contained advice on PA, leisure time and child nutrition, strategies to encourage children and information about the intervention project.</p>	<p>The first conclusions of the intervention were reported in the article by Kipping et al (2014):</p> <ul style="list-style-type: none"> -At the end of the intervention, there were no significant differences for the experimental group compared to the control group for ST (p=0.98) -There were only significant effects for the experimental group compared to the control group in the time reported by children watching television on weekends (- 21 min; p=0.01), <p>Conclusions of Anderson et al (2016) one year after the end of the intervention:</p> <ul style="list-style-type: none"> -One year after the end of the intervention, there were no significant differences between the two groups in ST (p=0.60). -The experimental group reported a decrease of -16.03 min in the time spent in front of the screens on weekends compared to the control group (p=0.06).
<p>Ayala et al. (2018)</p>	<p><u>Objective(s)</u>: to evaluate the effects of adjustable standing desks on patterns of time spent sitting as well as on cardiac markers and musculoskeletal parameters in children.</p> <p><u>Type</u>: multi-components</p> <p><u>Components of level 2</u>: The workshops for teachers had been adapted in accordance with a programme called "Transform-Us". These workshops included pedagogical strategies to reduce children ST:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tips to increase the number of standing lessons - tips on security and use of standing desks 	<p>During the lesson time at school, the experimental group completed fewer periods of sitting time of at least 10 min, compared to the control group (-17.67 periods; p=0.032). Similarly, there was a trend (+5.21 transition; p=0.06) that indicated a higher frequency of transitions of sitting and standing periods in the experimental group compared to the control group. There were no significant effects of the intervention on total sitting time, standing time, walking and light AP during lessons between the two groups.</p> <p>During the school day, and compared to children in the control</p>

	<p>- strategies to adapt standing lessons</p> <p>Teachers were recommended to intersect periods of time spent in class of more than 60 min with at least 2 min of light PA at least every 30 min. During the intervention, teachers also provided advice to children on the importance of reducing ST and increasing PA.</p> <p><u>Components of level 3:</u></p> <p>Adjustable standing desks were available.</p> <p>Teachers were required to complete a minimum 30-minute standing lesson for children each day</p>	<p>group, the experimental group spent significantly less time sitting for periods longer than 10 min (-27.75 periods; $p=0.009$) and the number of transitions between sitting and standing had increased (+726 periods; $p=0.019$). There were no significant changes over the global day. Additional information: no effects concerning muscle discomfort and pain and blood pressure.</p>
Brittin et al. (2017)	<p><u>Objective(s):</u> to evaluate the effects of a new school designed especially for movement on children's ST and PA levels.</p> <p><u>Type :</u> multi-components (few strategies)</p> <p><u>Components of level 2:</u></p> <p>Teachers had to provide courses outside the classroom.</p> <p><u>Components of level 3:</u></p> <p>The active school was built with an architectural guide specially used to promote PA: the architecture had been adapted to maximise movement within the school. This establishment had gardens, gymnasiums, and a playground adapted to promote learning by moving. Classes were more spacious and the equipment adapted for each student (standing desk, adjustable chairs, moving screens, etc.)</p>	<p>At post-intervention, the experimental group reduced their ST level by 81.2 min per day ($p<0.001$) by controlling the time spent in APMV. In addition, the intervention increased the number of active breaks per day (+ 23.4; $p<.001$) and increased the light AP time per day (+67 min; $p<.001$). However, it should be noted that this intervention was accompanied by a decrease in APMV of 10.3 min per day ($p<0.001$).</p> <p>There was the same pattern of results when comparing data for children in the experimental group with children who did not change schools (control group). Compared to children who stayed in the old school, children in the experimental group reduced their ST per day (-90.5 min per day; $p<0.001$), took more breaks (+21.1 breaks; $p<0.001$) and practiced more light AP per day (+64.5 min; $p<0.001$) by controlling APMV. However, compared to their classmates from the old school, they reduced their APMV by 13.1 min ($p<0.001$).</p>
Ee et al. (2018)	<p><u>Objective(s):</u> to evaluate the effects of adjustable standing desks on the ST and PA levels of children in the school day and the global day, as well as to measure their effects on children's muscle pain.</p> <p><u>Type:</u> uni-component</p> <p><u>Components of level 3:</u></p> <p>Adjustable standing desks were provided in the classroom. They contained "fidget bars" that allowed children to swing their non-</p>	<p>When standing desks were used, the standing time increased during the school day (+21 min; $p<0.001$). Standing time was 63 min when children use traditional equipment and 84 min when they used adjustable standing desks.</p> <p>Sitting time decreased during the school day (-24 min; $p=0.003$). Sitting time was 231 min when children use traditional equipment and 208 min when they used adjustable standing desks. There</p>

	supported leg while standing. The design of this study is different from the other published studies: children used either a standing desk or the traditional equipment (sitting desk) for 21 days and then switched places for the following 21 days.	were no significant changes to ST during the global day between the two conditions (use of standing desks or traditional desk). When standing desks were used, children reported less neck, shoulder, knee and lower back pain (significant reduction in neck pain; $p=0.005$).
Haapala et al. (2017)	<p><u>Objective(s)</u>: to promote movement in schools and to develop social links to facilitate learning.</p> <p><u>Type</u>: multi-components</p> <p><u>Components of level 2</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tutoring among children -Incentives by educators to practice PA <p><u>Components of level 3</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Addition of recess time -Sports material available during recess -Walks organized during the school day -Addition of activities during meals led by high school students <p><u>Components of level 4</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Facilitation to practice club sports after school -Bicycles available to encourage active transport 	Children in the experimental group decreased their ST level during the school day (-2.07 min/hour; $p=0.008$). There were no differences between the two groups regarding ST over the overall day and in leisure time.
Hamer et al. (2017)	<p><u>Objective(s)</u>: to evaluate the effects of a complete environmental change of the schoolyard on children's PA and ST levels.</p> <p><u>Type</u>: uni-component</p> <p><u>Components of level 3</u>:</p> <p>Suitable playgrounds to practice PA were provided with climbing areas, trampolines, and bars. The playground was designed with original themes (ancient ruins, volcanoes, clouds). The team project that designed the equipment for the schoolyard previously consulted teachers and children in each school.</p>	There were no significant differences in ST between the experimental and control groups over the school day and the global day. However post-hoc tests demonstrated significant differences according to age one year after the intervention: a decrease in ST during the school day for children under 9 years of age involved in the intervention (-54.1 min/day; $p=0.037$). It is interesting to note that there was also an increase in light PA for children of this age (+48.9 min/day; $p=0.037$). The statistical analyses were repeated after changing the epoch of the accelerometer (from a 60-second epoch to a 5-second epoch): this did not change the results obtained.

Kidokoro et al. (2019)	<p><u>Objective(s)</u>: to evaluate the effects of adjustable standing desks on children's PA and ST levels.</p> <p><u>Type</u>: uni-component</p> <p><u>Component of level 3</u>: All children in the experimental group worked with adjustable standing desks for 6 months, compared to the children in the control group.</p>	<p>The experimental group decreased their ST per day (-18.3 min; $p=0.035$). This decrease was significant at specific school hours: 9 a.m., 10 a.m.; light AP and APMV increased at these same times ($p<0.05$).</p> <p>It should be noted that the experimental group increased their APMV per day (+19.9 min; $p=0.035$).</p> <p>In the experimental group 66.7% of children reported enjoyment of using the standing desks and 77.7% found it easier to work standing up.</p> <p>Children also reported by questionnaire that they used the standing desk on average for 21.4 min a day, and 94.4% mentioned that they used it for group activities.</p>
Silva et al. (2018)	<p><u>Objective(s)</u>: to evaluate the effects of standing desks on children's PA and ST levels.</p> <p><u>Type</u>: multi-components</p> <p><u>Components of level 2</u>: Teachers had been trained for the correct use of the desks. Workshops for parents and their children had been organised (information on ST, tips on how to reduce it, etc.)</p> <p><u>Components of level 3</u>: Standing desks in the classrooms had been installed. Additional PA sessions were conducted.</p>	<p>There were no significant differences in out-of-school activities during the week and weekend between the experimental and control groups.</p> <p>There was a decrease in sitting time for the experimental group ($p<0.05$), both during the week (-6.8%) and at school (-13%), compared to the pre-intervention measure.</p> <p>Time spent standing also increased during the week (+16.5%) and during the school day (+31%) ($p<0.05$).</p>
Swartz et al. (2019)	<p><u>Objective(s)</u>: to evaluate the effects of Stand-Biased desks on children's ST levels.</p> <p><u>Type</u>: uni-component</p> <p><u>Components of level 3</u>: Stand-Biased desks were installed during a school year: 50% of the traditional desks in the classrooms were replaced. For 9 weeks, 50% of the children in each class had a standing desk. Then for the next 9 weeks, the other children who had traditional desks benefited from standing desks.</p>	<p>Regardless of the type of desk used during the school year, children became more sedentary in classroom (pre: 136.2 min; post: 152.5 min; $p<0.001$) Children who used Stand-Biased desks had a smaller increase in ST during the year (2.4% vs 6.5%; $p=0.038$).</p> <p>By controlling the results at the pre-diagnosis level, there was a significant interaction between desk type and time ($p=0.029$). Therefore, children who initially spent a lot of time in a sedentary position and then used a standing desk significantly decreased</p>

	Participating teachers and parents attended a unique information meeting on the project. There were no changes in the pedagogical strategies used.	their ST compared to children using traditional desk.
Taylor et al. (2018)	<p><u>Objective(s)</u>: to evaluate the effects of an intervention based on several strategies to promote PA and reduce children's ST</p> <p><u>Type</u>: multi-components</p> <p><u>Components of level 1</u>: Homework was proposed for the children: 10 challenges were carried out with the parents. Rewards were given for the children who performed the most PA challenges at home.</p> <p><u>Components of level 2</u>: Newsletters were given to parents. Workshops were conducted for teachers.</p> <p><u>Components of level 3</u>: Cards mentioning various games with instructions had been made and were given to the children at each recess time. Active movements were carried out when the school bell rang: in the morning, at lunchtime and after the last ring of the afternoon. For example, various jumps were made. High-intensity exercises were performed with music to improve cardiorespiratory health.</p> <p>PE courses were improved: teachers had been specially trained to increase the intensity of PA.</p> <p>Ways to facilitate active transport had been marked near the school.</p> <p>The children received documents summarizing the number of kilometres covered. In the study it is mentioned that this strategy had already been implemented in England with positive short-term results.</p>	<p>Children in the experimental group decreased their ST compared to children in the control group during the school day (-9 min; $p=0.01$).</p> <p>There were no effects on the PA and on the child's cardiorespiratory capacity.</p>
Van Kann et al. (2016) et Van Kann et al. (2017)	<p><u>Objective(s)</u>: to evaluate the effects of an intervention based on multiple strategies to promote PA and reduce children's ST.</p> <p><u>Type</u>: multi-component</p> <p>The strategies were implemented in recess time. Other actions had been carried out in relation to active transport and leisure time.</p> <p><u>Components of level 3 and 4</u>:</p>	<p>Results of Van Kann et al (2016) :</p> <p>There were no significant differences between the experimental and control groups. Nevertheless, the children in the experimental group reduced their ST at the end of the intervention ($ES=0.33$) although this result was not significant.</p>

	<p>In this intervention, children were more or less exposed to "PEIs" (Physical Environmental Intervention) and "SEIs" (Social Environmental Interventions)</p> <p>- "PEIs": equipment in the schoolyard, ground markings, creation of safe traffic areas near the school (active transport), design and implementation of structures for PA practice outside the school (leisure time).</p> <p>"SEIs": introduction of activities during recess and motivating actions by teachers (schools), implementation of a walking/cycling cycle (active transport) and development of activities outside the school, promoting access to local clubs offering PA (leisure time).</p> <p>Each school chose the number of "PEIs" and "SEIs" implemented.</p>	<p>Results of Van Kann et al (2017) :</p> <p>After a correction made on the control schools, the intervention schools reduced their ST by 5.9% ($p < 0.05$) and increased light PA by 5.4% ($p < 0.05$) but these results were not significant.</p> <p>Additional analyses demonstrated that when children were more exposed to "PEIs" 1 year after the intervention, this led positive effects on ST ($p < .01$), light PA ($p = .03$) and MVPA ($p < .01$).</p>
<p>Verbestel et al. (2015)</p>	<p><u>Objective(s)</u>: to promote PA and a balanced diet, as well as to reduce children's TS over the long term. More specifically, this study aimed to reduce the time spent watching television, to increase PA, family time and sleep time, replace sugary drinks with water and increase fruit consumption.</p> <p>Each child in the experimental group benefited from an obesity prevention program by the school, family and community. This program proposed 10 topics: 6 of which were applied at the school level.</p> <p><u>Type</u>: multi-components</p> <p><u>Components of level 1</u>:</p> <p>Sensitization for children was realized through school curricula and special weeks were organized on PA and sedentary life. Homework was provided.</p> <p><u>Components of level 2</u>:</p> <p>Working groups at the experimental schools were organized. Parents were involved in schools actions.</p> <p><u>Components of level 3</u>:</p> <p>Environmental changes were realised at school to encourage water consumption and fruit consumption. Additional PE classes were</p>	<p>This study reported only the results for PA and ST.</p> <p>At the community level, information campaigns in the media and lobbying had been carried out; the same occurred for families.</p> <p>There were no significant differences in ST and PA between the experimental and control groups.</p>

	<p>provided.</p> <p><u>Components of level 4:</u></p> <p>Actions were conducted at community level.</p>	
Verloigne et al. (2018)	<p><u>Objective(s):</u> to examine the effects of standing desks on children's ST levels.</p> <p><u>Type:</u> uni-component</p> <p><u>Components of level 3:</u></p> <p>Three standing desks were installed in each classroom of 8 different primary schools for 6 months. The children in each class had to take turns. Teachers only attended a 10-minute PowerPoint presentation to learn about the use of standing desks. They were responsible for making a rotation every 25 min, so that everyone could benefit in turn from the standing desks. These environmental changes were also carried out with adolescents.</p>	<p>This intervention achieved significant results for primary school children, but not for adolescents. Only the results for primary school children are reported here.</p> <p>There was a significant reduction in sitting time during school hours for the experimental group (-25.9 min; $p < .05$) as well as in total sitting time during school hours (-19.3 min; $p < .05$) and in the school day (-27.3 min; $p < .05$) while these same variables increased for the control group (+12 min; +11 min; +18 min, respectively; $.05 < p < .10$). In addition, standing time increased during school hours (+25.4 min; $p < .05$) and on the school day (+28.6 min; $p < .05$)</p> <p>However, the time children spent walking decreased by 7 min during the school day, suggesting that children compensated for their activity in the classroom with a lower AP in the school day.</p>

3. Results

3.1. Uni-component interventions

Among 5 uni-component studies, 3 studies resulted in a significant decrease in ST at the end of the intervention, 1 resulted in an increase of ST and a last one yielded no significant changes. These 3 successful studies all added standing desks in the classrooms. One of these studies reported significant results adding only 3 standing desks in each class : it indicated a reduction in the amount of time spent sitting in class (-26 minutes; $p < 0.05$) and an increase in the amount of time spent standing (+25 minutes; $p < 0.05$) during classroom time (Verloigne et al., 2018). A second study (Ee et al., 2018) reported an increased standing time during the school day (+21 minutes; $p < 0.001$) and a decreased sitting time (-24 minutes; $p < 0.003$). The third study found a significant decrease in daily ST (-18.3 min; $p = 0.035$) (Kidokoro et al., 2019). Conversely, another study showed that children became significantly more sedentary during classroom despite the implementation of standing desks during a full year (+ 16.3 minutes; $p < 0.001$, Swartz et al., 2019). Finally, the study that proposed an environmental reorganization of the schoolyard (Hamer et al., 2017) found no significant results in the short term. However, one year after the intervention, children had a reduced ST (-54.1 min/day; $p = 0.037$) during the school day.

3.2. Multi-components interventions

Out of the 9 multi-component interventions, 6 studies found a significant decrease in ST and 3 studies yielded no significant changes. Among the 9 studies, 5 studies (Ayala et al., 2018; Brittin et al., 2017; Silva et al., 2018; Van Kann et al., 2016; Van Kann et al., 2017) focused on only one or 2 levels of the socio-ecological model in comparison to 2 other studies (Haapala et al., 2016; Taylor et al., 2018) focusing on at least 3 levels. These 5 studies had a specific focus on level 3 and the additional actions proposed at level 2 or 4 were

complementary to the environmental changes. Thus, 3 studies among 5 these found significant results in the short-term (Ayala et al., 2018; Brittin et al., 2017; Silva et al., 2018). Among these 3 studies, the 2 that used standing desks found a significant ST decrease (Ayala et al., 2018; Silva et al., 2018). The first one (Ayala et al., 2018) recorded a reduction of the number of sitting periods of more than 10 minutes during school lessons in the experimental group compared to the control group ($p=0.032$). However, there were no significant effects on the total time spent sitting and standing during the school day and the global day. The second one (Silva et al., 2018) found that there was a significant decrease ($p<0.05$) in the amount of sitting time during the entire week (-6.8%) and during the school day (-13%). However, there were no significant differences during the week, weekends and extracurricular time periods between the experimental and control groups. The third study among the 5 mentioned (Brittin et al., 2017) had a school reorganization and reported a reduced ST level (-81.2 minutes per day, $p<0.001$) controlling for moderate and vigorous physical activity (MVPA), as well as an increase in the number of active breaks per day ($p<0.001$) and in the time spent in light PA (+67 minutes per day; $p<0.001$). Finally, the two last studies among the 5 (Van Kann et al., 2016; Van Kann et al., 2017) proposed multiple environmental components but found no significant results in the short term. However, one year after the end of the intervention, results showed a significant decrease in ST only during morning recreation time ($p<0.05$).

Regarding the two studies involving at least 3 levels of the socio-ecological model (Haapala et al., 2016; Taylor et al., 2018), they found significant results. In the first study (Haapala et al., 2017), children in the experimental group decreased their level of ST during the school day ($p=0.008$). The second study (Taylor et al., 2018) obtained a reduction of the ST by 9 minutes per day for the experimental group compared to children in the control group ($p=0.01$).

The 2 remaining studies (Anderson et al., 2016; Verbestel et al., 2015) aimed at promoting multiple health behaviours like PA, nutrition and reduced ST. Although their intervention was carried out on a very large scale, over a minimum period of 1 year and involving various components, they did not report significant results on ST.

4. Discussion

School-based interventions aimed to reduce ST published between August 2016 and January 2020 were analysed in line with the last review (Hegarty et al., 2016). A total of 14 studies were identified, 9 of which reported a significant decrease in ST. All studies were divided into uni-component and multicomponent interventions.

Among 5 uni-component interventions, 3 studies reported a significant decrease of ST. These uni-component studies used only environmental reorganization (i.e., adding standing desk or active friendly schoolyard) to reduce ST in the short term. These findings were supported by a previous review (Hegarty et al., 2016). The positive effects of these environmental reorganizations may be possibly related to a novelty effect (Sherry et al., 2016). Hypothetically, these effects are likely to persist in the long term if standing desks are maintained in classrooms and substitute traditional sitting desks throughout the school year. However, during the year of implementation, it is possible that the previous habits aimed at restricting movement in the classroom to obtain silence and concentration may reappear. This may also explain why one study implementing standing desks led to an increase of ST throughout the interventional school-year (Hamer et al., 2017). No studies have evaluated the long-term effects of this environmental organisation. It should be noted that the financial cost of these desks and their maintenance could be a major constraint to the dissemination of such strategy.

Considering multi-component studies, we found heterogeneous effects in the short term, both during the school day and during the whole day. It seems that studies proposing multiple components on 3 or more levels of the socio-ecological model were more effective than studies acting on only one or 2 levels. In addition, studies that aimed to promote several health behaviours reported no significant results in the short term or in the long term (Anderson et al., 2016; Verbestel et al., 2015). These last two findings were not reported by the previous reviews (Alterburg et al., 2016; Biddle et al., 2014; Hegarty et al., 2016). As with uni-component interventions, very few studies carry out longitudinal follow-ups, which limits the conclusions of these studies for the long term.

Several key points can be summarized from these findings. Globally, school-based interventions aiming to reduce ST had significant effects and this finding is consistent with results previously reported in other systematic reviews (Biddle et al., 2014; Hegarty et al., 2016) but also in contrast with another literature review that report unconvincing evidence for the effectiveness of interventions (Altenburg et al., 2016). If we consider the question of whether using uni or multi-component interventions, our results are consistent with the latest literature review which stated that multi-component interventions using a combination of components at different levels are no more effective than interventions focusing on the implementation of standing desks (Hegarty et al., 2016). Also consistent with the last literature review, longitudinal studies and long-term follow-up are lacking and does not permit to evaluate the sustained impact of the interventions (Hegarty et al., 2016). Focusing only on ST seems more effective than intending to change multiple health behaviours. Regarding these findings, interventions and methodologies of multi-component studies can be improved.

5. Suggestions to improve experimental design

To be more effective, future studies should take into account several recommendations. The first set of propositions is related to intervention components while a second set is dedicated to methodological aspects.

- (a) Use a limited number of components, so that the child will not be submerged. Indeed, one of these studies had various objectives like to reduce ST, to promote PA and a balanced diet and had no significant results (Anderson et al., 2016). It is possible that interventions designed to promote several health behaviours using a wide of actions can be detrimental to the adoption of very specific behaviours (Verbestel et al., 2015).
- (b) Use components that focus on a range of factors/actors in addition to organizational/material-based intervention. Involving friends, parents and teachers as well as seeking public policy support, in accordance with the socio-ecological model (Sallis et al., 2008) could be more efficient. However, one of the problems highlighted was the lack of parental investment (Verbestel et al., 2015). Strategies should be found to increase their participation. Moreover, teacher training should be enhanced to make them more efficient in the intervention (Benes et al., 2016).
- (c) Modify the order of the components used: for example, teacher training and workshops sensitisation for parents should be implemented in the academic year preceding interventional actions for children. No studies to our knowledge have tested such an order effect.

We also suggest to improve the following methodological points:

- 1) Conduct follow-up measures since the great majority of school-based intervention do not carry out longitudinal measurements. Moreover, it would also be desirable to measure the effects of interventions on the whole day and on out-of-school time, including leisure time and weekends.
- 2) Measure more specific variables of ST: sitting time, standing time, transition between these two postures in addition to total ST. These variables would help to more specifically target ST-related behaviours.
- 3) Use the same scientific validation rules for the measurement of ST by accelerometry: same carrying time (number of selected days and minimum validity hours), same epochs and cut-points. Clear recommendation on the use of accelerometer to assess ST is currently lacking.
- 4) Combine an objective measure of ST with data obtained by recording it in a personal diary or with the help of external observers who will estimate the children's sitting and standing time. Indeed, the combination of a quantitative and a qualitative method could provide a more accurate assessment of children's behaviour. For interventions using standing desks, it would be necessary, at least, to complete a survey at the end of the intervention to determine if the standing desk has been used frequently or not.
- 5) Report the participation rates of the different actors in the intervention as much as possible.
- 6) Conduct randomized studies with control groups, separating experimental schools from control schools.

6. Conclusion

School-based interventions have great potential to change children's sedentary patterns and the majority of the studies reported significant reduction of ST: of the 14 studies, 9 studies reported positive significant results (64%). However, the uni- and multi-component studies did not differ clearly in the results obtained. This review agrees with the conclusion of the last systematic review indicating that the multi-component interventions were not more effective (Hegarty et al., 2016). Several suggestions to improve intervention content are made in the last part of the review. Many characteristics are highly variable according to populations (age, country, culture) and can be key elements in the effectiveness of an intervention. An intervention must be specific and respectful of the child population involved.

7. References

Altenburg, T. M., Kist-van Holthe, J. and Chinapaw, M. J. (2016) Effectiveness of intervention strategies exclusively targeting reductions in children's sedentary time: a systematic review of the literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, **13**, 65.

Aminian, S., Hinckson, E. A. and Stewart, T. (2015) Modifying the classroom environment to increase standing and reduce sitting. *Building Research and Information*, **43**, 631-645.

*Anderson, E. L., Howe, L. D., Kipping, R. R., Campbell, R., Jago, R., Noble, S. M. and Lawlor, D. A. (2016) Long-term effects of the Active for Life Year 5 (AFLY5) school-based cluster-randomised controlled trial. *British Medical Journal Open*, **6**, e010957.

*Ayala, A. M. C., Sudholz, B., Salmon, J., Dunstan, D. W., Ridgers, N. D., Arundell, L., and Timperio, A. (2018) The impact of height-adjustable desks and prompts to break-up classroom sitting on adolescents' energy expenditure, adiposity markers and perceived musculoskeletal discomfort. *PloS One*, **13**, e0203938.

Bailey R. C, Olson J., Pepper S. L., Porszasz J., Barstow T. J., Cooper D. M. (1995) The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Medicine Science Sports Exercice*, **27**, 1033–1041.

Bandura, A. (1986) Social foundations of thought and action. *Englewood Cliffs, NJ, 1986*.

Benes, S., Finn, K. E., Sullivan, E. C., Yan, Z. (2016) Teachers' perceptions of using movement in the classroom. *Physical Educator*, **73**, 110.

Biddle, S., Cavill, N., Ekelund, U., Gorely, T., Griffiths, M., Jago, R., et al, (2010) Sedentary behaviour and obesity: review of the current scientific evidence.

Biddle, S. J., Petrolini, I. and Pearson, N. (2014) Interventions designed to reduce sedentary behaviours in young people: a review of reviews. *British Journal of Sports Medicine*, **48**, 182-186.

*Brittin, J., Frerichs, L., Sirard, J. R., Wells, N. M., Myers, B. M., Garcia, J., et al., (2017) Impacts of active school design on school-time sedentary behavior and physical activity: A pilot natural experiment. *PloS One*, **12**, e0189236.

Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Gray, C. E., Poitras, V. J., Chaput, J. P., et al. (2016) Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, **41**(6), S240-S265.

Catellier, D. J., Hannan, P. J., Murray, D. M., Addy, C. L., Conway, T. L., Yang, S., et al., (2005) Imputation of missing data when measuring physical activity by accelerometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **37**(11 Suppl), S555.

Clemes S.A, Barber S.E, Bingham D.D., et al. (2015) Reducing children's classroom sitting time using sit-to-stand desks: findings from pilot studies in UK and Australian primary schools. *Journal of Public Health*, p.fdv084.

Department of Health. (2014) Australia's physical activity and sedentary behaviour guidelines for adults (18–64 years). Canberra, Australia: Australian Government, Department of Health.

Dornhecker, M., Blake, J. J., Benden, M., Zhao, H. and Wendel, M. (2015) The effect of stand-biased desks on academic engagement: An exploratory study. *International Journal of Health Promotion and Education*, **53**, 271-280.

Dunstan, D. W., Kingwell, B. A., Larsen, R., Healy, G. N., Cerin, E., Hamilton, M. T. and Owen, N. (2012) Breaking up prolonged sitting reduces postprandial glucose and insulin responses. *Diabetes Care*, **35**, 976-983.

*Ee, J., Parry, S., IR de Oliveira, B., McVeigh, J., Howie, E., and Straker, L. (2018) Does a classroom standing desk intervention modify standing and sitting behaviour and musculoskeletal symptoms during school time and physical activity during waking time ? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **15**, 1668.

Fabre, N., Lhuisset, L., Bernal, C., & Bois, J. (2020). Effect of epoch length on intensity classification and on accuracy of measurement under controlled conditions on treadmill: Towards a better understanding of accelerometer measurement. *PloS One*, **15**(1), e0227740.

*Haapala, H. L., Hirvensalo, M. H., Kulmala, J., Hakonen, H., Kankaanpää, A., Laine, K. et al., (2017) Changes in physical activity and sedentary time in the Finnish Schools on the Move program: a quasi-experimental study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, **27**, 1442-1453.

*Hamer, M., Aggio, D., Knock, G., Kipps, C., Shankar, A. and Smith, L. (2017) Effect of major school playground reconstruction on physical activity and sedentary behaviour: Camden active spaces. *BMC Public Health*, **17**(1), 552.

Hayes, G., Dowd, K. P., MacDonncha, C. and Donnelly, A. E. (2019) Tracking of physical activity and sedentary behavior from adolescence to young adulthood: a systematic literature review. *Journal of Adolescent Health*, **65**(4), 446-454.

Hegarty, L. M., Mair, J. L., Kirby, K., Murtagh, E. and Murphy, M. H. (2016) School-based interventions to reduce sedentary behaviour in children: a systematic review. *AIMS Public Health*, **3**, 520.

*Kidokoro, T., Shimizu, Y., Edamoto, K., and Annear, M. (2019) Classroom Standing Desks and Time-Series Variation in Sedentary Behavior and Physical Activity among Primary

School Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **16**, 1892.

*Kipping, R. R., Howe, L. D., Jago, R., Campbell, R., Wells, S., Chittleborough, C. R. et al., (2014) Effect of intervention aimed at increasing physical activity, reducing sedentary behaviour, and increasing fruit and vegetable consumption in children: active for Life Year 5 (AFLY5) school based cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal*, **348**, g3256.

Kriemler, S., Meyer, U., Martin, E., van Sluijs, E. M., 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**, 923-930.

LeBlanc, A. G., Broyles, S. T., Chaput, J. P., Leduc, G., Boyer, C., Borghese, M. M., et al. (2015) Correlates of objectively measured sedentary time and self-reported screen time in Canadian children. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, **12**, 38.

Lubans, D. R., Hesketh, K., Cliff, D. P., Barnett, L. M., Salmon, J., Dollman, J., et al. (2011) A systematic review of the validity and reliability of sedentary behaviour measures used with children and adolescents. *Obesity Reviews*, **12**, 781-799.

Mahmood, S., MacInnis, R. J., English, D. R., Karahalios, A. and Lynch, B. M. (2017) Domain-specific physical activity and sedentary behaviour in relation to colon and rectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Epidemiology*, **46**, 1797-1813.

Rowlands, A., Powell, S. M., Humphries, R. and Eston, R. G. (2006) *The effect of accelerometer epoch on physical activity output measures* (Doctoral dissertation, Elsevier).

Salmon, J. (2010) Novel strategies to promote children's physical activities and reduce sedentary behavior. *Journal of Physical Activity and Health*, **7**(s3), S299-S306.

Sallis, J. F., Owen, N. and Fisher, E. B. (2008). Ecological models of health behavior. In *Health Behavior and Health Education: Theory, Research and Practice, (4th ed.)* San Francisco, CA: Jossey-Bass, 465-485.

*Silva, D. R., Minderico, C. S., Pinto, F., Collings, P. J., Cyrino, E. S. and Sardinha, L. B. (2018) Impact of a classroom standing desk intervention on daily objectively measured sedentary behavior and physical activity in youth. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **21**, 919-924.

*Swartz, A. M., Tokarek, N. R., Lisdahl, K., Maeda, H., Strath, S. J. and Cho, C. C. (2019) Do Stand-Biased Desks in the Classroom Change School-Time Activity and Sedentary Behavior? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **16**, 933.

*Taylor, S., Noonan, R., Knowles, Z., Owen, M., McGrane, B., Curry, W. and Fairclough, S. (2018) Evaluation of a pilot school-based physical activity clustered randomised controlled trial—Active Schools: Skelmersdale. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **15**, 1011.

*Van Kann, D. H. H, de Vries, S. I., Schipperijn, J., de Vries, N. K., Jansen, M. W., and Kremers, S. P. (2017) A Multicomponent Schoolyard Intervention Targeting Children's Recess Physical Activity and Sedentary Behavior: Effects After 1 Year. *Journal of Physical Activity and Health*, **14**, 866-875.

*Van Kann, D. H. H., Kremers, S. P. J., De Vries, N. K., De Vries, S. I. and Jansen, M. W. J. (2016) The effect of a school-centered multicomponent intervention on daily physical activity and sedentary behavior in primary school children: The Active Living study. *Preventive Medicine*, **89**, 64-69.

Van Sluijs, E. M., McMinn, A. M., & Griffin, S. J. (2007) Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *British Medical Journal*, **335**(7622), 703.

*Verbestel, V., De Henauw, S., Barba, G., Eiben, G., Gallois, K., Hadjigeorgiou, C. et al., (2015) Effectiveness of the IDEFICS intervention on objectively measured physical activity and sedentary time in European children. *Obesity Reviews*, **16**, 57-67.

*Verloigne, M., Ridgers, N. D., De Bourdeaudhuij, I. and Cardon, G. (2018) Effect and process evaluation of implementing standing desks in primary and secondary schools in Belgium: a cluster-randomised controlled trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, **15**, 94.

New Zealand Ministry of Health (2015). *Eating and activity guidelines for New Zealand adults*. Ministry of Health.

IV -Travaux de recherche 4 :

Rationale and design of a randomised controlled multicomponent school-based intervention to promote physical activity and reduce sedentary time of disadvantaged children aged 6-10 years

Caroline BERNAL¹, Léna LHUISSET¹, Nicolas FABRE¹ et Julien BOIS¹

¹Université de Pau & des Pays de l'Adour, e2s UPPA, MEPS, Tarbes, France STAPS

Contribution des auteurs :

Caroline Bernal a rédigé l'article. Lena Lhuisset et Nicolas Fabre ont participé aux corrections de l'article et à des modifications de son contenu. Julien Bois a ensuite relu l'article afin de le valider.

Cet article a été soumis dans la revue « JMIR Research Protocols » (janvier 2020). Des corrections majeures ont été demandées par deux experts (mars 2020). Une version avec les révisions a été renvoyée à cette revue (avril 2020).

School-Based Multi-component Intervention to Promote Physical Activity and Reduce Sedentary Time of Disadvantaged Children Aged 6-10 Years: Protocol for a Randomised Controlled Trial

Abstract (322 words)

Background: In our modern society, physical activity (PA) is decreasing and sedentary time (ST) is increasing, especially for children from disadvantaged neighbourhoods. School-based interventions to promote PA and decrease ST are therefore required among this population in order to change children's lifestyle habits. Relationships between PA, movement and cognition have been poorly studied with this population. Therefore, a study was planned with 6-to-10 year old disadvantaged children with two major goals: 1) to construct, set up and evaluate a multi-component school-based intervention to promote PA and reduce ST based on the socio-ecological model; 2) to study the relationships between PA, motor skills, attentional capacities and academic achievement.

Objectives: Regarding the two aims of the study, the purpose of this article is to present: 1) the design and methodology of the school-based intervention and the instruments used to evaluate its effectiveness; 2) the instruments and methodology used to study the relationships between movement and academic achievement.

Methods: Two eligible schools participated in the study. During academic year 2016-2017, one school was randomly assigned as the experiment and the other was assigned as the control. Five assessments times were used: baseline (T1: November 2016 - T2: June 2017); follow-up (T3: November 2017 - T4: June 2018) and final assessment (T5: June 2019). The school-based intervention included various components on different levels of the socio-ecological model: 1) curriculum-based program for children; 2) sensitization workshops and

newsletters for parents; 3) training workshops for teachers; 4) environmental adaptation of playgrounds and reorganisation of recess time; 5) time adaptation of lunch breaks; 6) collaboration with politics. PA, ST, motor skills and attentional capacities were evaluated and academic achievement was recorded.

Results: Data analyses are about to be completed. Results are expected to be published late 2020 or 2021.

Conclusions The results of this randomised controlled trial are expected to provide schools and policy-makers with useful intervention-based knowledge that will be helpful to enhance PA and to limit ST.

Keywords: Children, School, Intervention, Promotion, Physical Activity, Sedentary Time, Attention, Academic Achievement.

Registration: ClinicalTrials.gov NCT03983447.

1. Introduction

1.1. Background

Physical inactivity has been recognised in the last decade as a major cause of non-communicable disease, being held responsible for more than 5.3 million of the 57 million deaths that occurred worldwide in 2008, and for a decrease in life expectancy [1]. Furthermore, Physical Activity (PA) has a protective effect against more than 20 chronic diseases, including obesity [2]. Thus, the World Health Organisation (WHO) has set a global action plan to increase PA levels and decrease sedentary time (ST), with the aim of “a 15% relative reduction in the global prevalence of physical inactivity in adults and in adolescents by 2030” [3]. To reach that goal, primary school children are an important target since behaviours adopted in childhood affect health habits and lifestyle choices in adulthood [4,5]. International guidelines for 6-11 years old children recommend at least 60 minutes of moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) per day as well as a reduction of sedentary behaviour [3]. However, data suggest that when conservative cut-points are used to define MVPA, less than half of the children meet the 60 minutes MVPA recommendation [6,7]. As an example, the IDEFICS study reported an average MVPA of 49 minutes for boys and 36 minutes for girls and an average ST of 370 minutes in 8 years old children from 8 European countries [8]. Furthermore, children of low socio-economic status seem to have lower PA levels as well as higher ST [9]. Thus, they should be specific targets for intervention since the WHO defines the reduction of inequalities as one of its Sustainable Development Goals [3].

Many studies have investigated the effectiveness of intervention programs for children to promote PA [10,11,12]. Given the fact that children spend a large part of the day at school, most of the interventions are carried out in this context [11,12,13]. This environment, dedicated to learning, allows the use of several actions and makes it possible to include

children of any social class. Some interventions increase the frequency and duration of Physical Education (PE) classes and include health education workshops [14,15]. These workshops usually contain information on PA and nutrition. The results of these interventions are inconclusive because the children practice less PA outside of these extra PE classes, leading to a reduced effectiveness [16,17]. In fact, school is not the only place for children to be physically active. The socio-ecological model of Sallis applied to health behaviour identifies different levels of factors that influence childrens' behaviour, ranging from personal, inter individual (family or friends), community and environmental, and societal levels [18,19]. Some interventions act only on environmental factors, such as a new playground design adapted to PA practice. This type of environmental adaptation increased light PA and decreased ST, but did not affect MVPA [20]. Thus, as underlined recently by the WHO, a system-based approach should be favoured, which means that interventions have to be integrated and multilevel to actually increase levels of PA and decrease ST [3]. In fact, there is strong evidence for the efficiency of school-based interventions with family and community involvement and multilevel intervention [16]. Thus, if actions are implemented at school, workshops for parents and teachers should be added, especially in disadvantaged neighbourhood that include a lot of children from low socio-economic status families [16,17].

As stated by the WHO, if PA has to be increased, ST also has to be reduced, and healthy PA habits should be learned during childhood [3-5]. In fact, if 7-year-old children spend about half of their waking time in sedentary behaviour, this proportion increases up to around 75% at 15-years-old [21]. Furthermore, the effects of physical inactivity and sedentary lifestyle are independent of health, especially at the cardiometabolic level [22]. Thus, specific interventions to reduce ST are needed. Usually, these interventions focus on the development of classroom material. A literature review analysed 13 studies and showed that height-adjustable desks decreased sitting time in the classroom [23]. Active classroom lessons are

also used in several intervention programs to promote PA and break down ST, leading to improvement in on-task behaviour during academic instruction [24]. In order to show evidence of the hypothesised change of behaviour, an objective method of measurement of PA and ST, such as accelerometry, in pre- and post-intervention periods is necessary since self-reported ST is highly underestimated [25].

To help convince the educational authorities as well as the teachers to implement such interventions, recent evidence underlines the role of physical movement in the establishment of fundamental mental processes during childhood and adolescence, leading to cognitive benefits [26,27]. PA seems to have positive effects on the attentional capacities of children as well as academic achievement [28]. In fact, physical condition would be a mediatory element between PA and executive functions that include attentional capacities [29]. In addition, the development of gross and fine motor skills has a positive impact on cognitive capacities [30]. Thus, this study explores the relationships between PA, motor skills, attentional capacities and academic achievement for children with low socio-economic status from a longitudinal perspective.

1.2. Study and protocol aims

The main goals of the study described here are twofold: (1) to evaluate the effectiveness of a school-based intervention designed to promote PA and reduce ST in 6-to-10-years old children of low socio-economic status and (2) to study the relationships between PA, ST, motor skills, attentional capacities and academic achievement.

The present article aims to describe the details of this school-based multicomponent intervention program designed for disadvantaged 6-to-10-years-old children and the design and instruments used to evaluate its effectiveness.

2. Methods

2.1. Context

In 2016, a Pyrenean cross-cultural structure called Centre for the Promotion of Physical Activity and Health (CAPAS-City) was created to promote PA in two cities (Huesca-Spain, and Tarbes-France). It involves four partners: the city councils of Huesca (Spain) and Tarbes (France), and two research groups from the University of Zaragoza (Spain) and the University of Pau and Pays de l'Adour (France) respectively. CAPAS-City was funded by the European Regional Development Fund (FEDER) programme for territorial cooperation and sustainable development of cross-border regions (Spain, France, and Andorra in this case) called POCTEFA 2014-2020 (EFA095/15). This Centre is in charge of developing PA programs and promotional actions that have a beneficial impact on health especially in disadvantaged populations that are more prone to health issues. It is within this framework that this study has been conducted since it is focussed on children from disadvantaged neighbourhoods.

2.2. Study design and population

The study was designed as a randomised controlled trial with two arms. In a mid-sized city in the southern part of France, the two primary schools located in the city's disadvantaged neighbourhood were invited to participate in the study. In France, neighbourhoods are classified as disadvantaged on a criterion of income per inhabitant: this income is compared to the average income of the city and that of France. This defines the unfavourable social and economic conditions of the neighbourhood and its inhabitants. For example, in the neighbourhood considered in the present study, the unemployment rate is the highest in the city (26% vs. 18%) as well as the prevalence of social housing (49% vs. 23%).

Both primary schools agreed to participate in the project. They included children from grade 1 (6 years old) to grade 5 (10 years old) and had never benefited from any intervention in the field of PA. Schools were randomly assigned to either experimental (School A) or control group (School B) (see Fig. 1). Since the intervention is school-based, all the children were included in the study (n= 141 for school A and n=148 for school B). Based on studies already published on the same theme, the effects of the intervention are expected to be moderate (standard difference ≈ 0.32 , equivalent to an average change in MVPA measurement of 8 minutes per day (SD=18 minutes). Also, in order to detect a difference of 0.32 with a statistical power of 0.8, a significance level of 0.05 and a retention rate of approximately 91% with a pre/post comparison, the number of participants should be 70. As a precaution, more children were included. Thus, the number of children enrolled was above the minimum required.

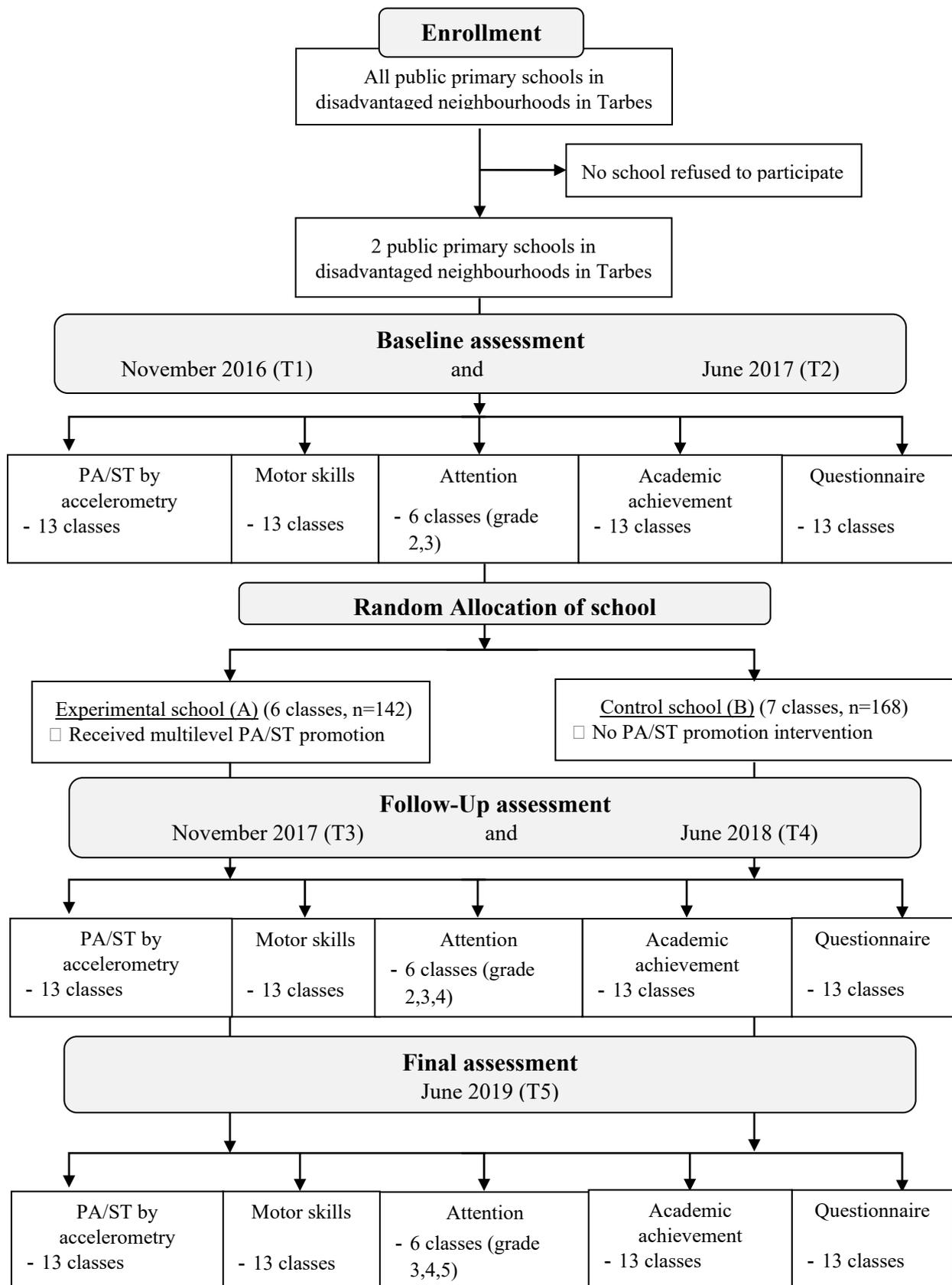


Figure 1. Flow chart of the study

During the academic year 2016/2017, baseline assessments were carried out in these two schools: measurements of PA and ST, motor skills, attentional capacities and academic achievement as well as questionnaires completed by parents. These assessments were carried out in November/December 2016 (T1) and May/June 2017 (T2). Children in both schools had to have parental permission to wear the accelerometer for PA and ST measurement. Motor skills were assessed for all the children at school and their records of academic achievement were collected. The measurements of attentional capacities involved only children in grades 2 and 3.

During the academic school year 2017/2018, the experimental school benefited from a school-based multilevel intervention to increase PA, reduce ST and make children, parents and teachers aware of the importance of PA for health. This intervention program involved all the children from grade 1 to grade 5. During this interventional year, the same periods of assessment as those carried at baseline were repeated in November/December 2017 (T3) and May/June 2018 (T4). A final assessment was carried out in June 2019 (T5) after one year without any special intervention in the experimental school.

2.3. Baseline and follow-up assessments

Table 1 reports the number and percentage of children who participated in the assessment times (T1-T2-T3-T4-T5) in experimental school (School A) and control school (School B).

Table 1. Children's Participation in baseline, follow-up and final assessments in the two schools

Measurements	T1	T2	T3	T4	T5
School A					
Accelerometry, % (<i>n</i>)	64.08 (91)	67.60 (96)	54.81 (74)	32.84 (45)	52.98 (71)
Attention, % (<i>n</i>)	33.80 (48)	34.50 (49)	32.59 (44)	34.30 (47)	39.55 (53)
Motor Skills, % (<i>n</i>)	91.54 (130)	90.84 (129)	97.60 (125)	80.29 (110)	81.34 (109)
Academic Achievement, % (<i>n</i>)	83.09 (118)	83.09 (118)	77.77 (105)	77.77 (105)	70.89 (95)
Questionnaire, % (<i>n</i>)	63.38 (90)	63.38 (90)	44.45 (60)	44.45 (60)	43.28 (58)
School B					
Accelerometry, % (<i>n</i>)	72.02 (121)	69.04 (116)	58.44 (90)	33.11 (51)	49.14 (86)
Attention, % (<i>n</i>)	38.69 (65)	39.28 (66)	37.66 (58)	36.36 (56)	40.57 (71)
Motor Skills, % (<i>n</i>)	90.47 (152)	91.07 (153)	99.35 (153)	99.35 (153)	90.28 (158)
Academic Achievement, % (<i>n</i>)	92.86 (156)	92.85 (156)	90.90 (140)	90.90 (140)	56.57 (99)
Questionnaire, % (<i>n</i>)	67.26 (113)	67.26 (113)	47.40 (73)	47.40 (73)	32.57 (57)

2.3.1. Physical Activity and Sedentary Time

GT3X Accelerometers (Actilife, Pensacola, FL, USA) were used as a valid objective measure to assess the levels of PA and ST [31,32,33]. These assessments were made in T1, T2, T3, T4 and T5. Children wore the accelerometer on the right side of the hip, adjusted with an elastic belt, from morning to evening for 8 consecutive days. They removed it to sleep, during the shower and for aquatic activities. The first day was excluded from the analysis and the data collection was carried out over 5 weekdays and 2 weekend days. The accelerometer had to be worn for at least 10 hours on weekdays and 8 hours on weekend days to be included in the analysis, according to the optimal methodological approach for accelerometry [34]. In addition, if the accelerometer detected at least 10 minutes with an activity of 0 counts (cts), allowing this quota of time 1 to 2 minutes between 0 and 100 cts, this time was determined as “no wear-time”. To be considered as representative of children’s usual behaviour, wear-time had to be valid for at least 3 weekdays and 1 weekend day [35].

For the treatment of accelerometer data, Actilife v-6.13.3 software (Actigraph, Pensacola, FL, USA) was used. In order to measure children’s PA, which is described as spontaneous, it is preferable to use epochs of less than 15 seconds which makes it possible to detect more accurately the changes in the child’s PA intensities [36]. Thus, we used 1 second epochs and 5 cut-points to establish the different intensity categories [31,37]: sitting time 0-99 cts, standing time 99-300 cts, light PA 301-2295 cts, moderate PA 2296-4011 cts, vigorous PA 4012 cts and more. To obtain ST, the first two cut-points were added, thus, the cut-point corresponding to ST was 0-300 cts.

In order to better understand the behavioural changes, PA and ST were analysed within specific periods of the day corresponding to the French cultural childrens’ schedule: time before school (08:00-08:30); morning and afternoon’s school time (08:30-12:00 and 14:00-16:00); lunch time (12:00-14:00); after-school time (16:00-19:00); evening time

(19:00-21:00). During each of these periods, to be valid, the accelerometers had to be worn 80% of the standard segment time. This standard segment time being defined as the length of time in which at least 70% of the participants wore the monitor [38].

2.3.2. Motor Skills

Global motor skills were evaluated with 3 tests issued from the Eurofit Test Battery [39,40] since it is valid and reproducible for school children aged 6 to 18 years old [41]. They were implemented as described in the Eurofit Handbook [39]. Cardiorespiratory fitness was also measured with the PREFIT 20m Shuttle Run Test, an adaptation of the original 20m shuttle run test for children [42]. These tests were carried out at T1, T2, T3, T4 and T5.

2.3.2.1. Standing broad jump

This test is included in the Eurofit Test Battery and measures the explosive power of the legs and inter-segmental coordination [39].

2.3.2.2. Platte tapping test

This test is included in the Eurofit Test Battery [39]. It measures the speed and coordination of the upper limb.

2.3.2.3. 6x5m shuttle run

This test was adapted from the 10x5m shuttle test of the Eurofit Test Battery [39]. It measures running speed and agility.

2.3.2.4. Cardiorespiratory fitness: PREFIT 20m Shuttle Run Test (SRT)

The aerobic capacity was measured with an adapted version of the original 20m shuttle run test [43]: the PREFIT 20m SRT, more appropriate for young children [42]. Children had to run back and forth between 2 lines 20 m apart with an audio signal giving the

rhythm of the corresponding speed. The running speed increase of 0.5 km/h each minute. Some adaptations of the original test were made to fit children's capacities by decreasing the initial speed (i.e. 6.5 km/h instead of the original 8.5 km/h) and by having two evaluators running with a reduced group of children (e.g. 8-12 of the same age) in order to provide an adequate pace. The test ended when the child failed to reach the end lines concurrent with the audio signal on 2 consecutive occasions or when the child stopped because of exhaustion. The results were expressed as the number of laps completed. From this value, the maximal aerobic shuttle running speed (km/h) and the maximal oxygen uptake (VO_{2max} ml/kg/min) can be calculated.

2.3.3. Attentional capacities

The computer-based modified Erickson Flanker Task was used as a variant version of the Flanker-Task [44,45]. It was designed with the software Superlab 4.5 (Cedrus Corporation, San Pedro, USA). It permits the measurement of inhibition and cognitive flexibility, which are identified as attentional capacities [46]. Inhibition refers to focusing on essential elements of the environment while not focusing on disturbing elements and cognitive flexibility involves changing from one cognitive operation to another. The sustained attention was evaluated as well. The task was to respond to a target stimulus while ignoring distracting stimuli presented on a 15-inch computer screen. In this version the stimuli were pictograms of a fish oriented either toward the left or toward the right. The child was instructed to press on the "p" key of the key board (located on the right hand side) with the right hand for target fishes facing to the right, and on the "a" key of the key board (located on the left hand side) with the left hand for target fishes facing to the left. The test included 3 conditions: (a) standard flanker, (b) reverse flanker and (c) mixed condition. In the standard flanker condition, the fishes were blue. The target stimulus was the fish located in the middle of the screen. It could be oriented to the left or to the right and could be accompanied on

either side by other fishes facing either direction and they had to be ignored (i.e. distractors). In the reverse flanker condition, the fishes were pink. In contrast to the previous condition, the target stimuli were the fishes located on either side of the screen while the middle fish had to be ignored (i.e. the distractor). These two conditions require sustained attention to remember the initial instruction and stay focussed throughout the test, and inhibition of the appropriate distractor. In the mixed condition, trials from the standard condition (with blue fishes) and trials from the reverse condition (with pink fishes) were randomly mixed up. The child had to adapt to the variation of the rule to be applied. Thus, this condition required cognitive flexibility on top of sustained attention and inhibition.

For each condition, after being instructed in the task, the child practiced with two familiarization blocks of 7 stimuli: one with feedback on the correctness of his answer and one without feedback. If necessary, these blocks were repeated until it was made sure that the task was clearly understood. The child was asked to respond as quickly and as accurately as possible by pressing on the appropriate key (“p” or “a”) according to the stimulus [45].

The reaction time (RT) and the correctness of the answers were recorded to measure sustained attention, inhibition and flexibility. This test was carried out at each measurement period (T1, T2, T3, T4, T5), only for children in grade 2, 3 and 4. Children were assessed during school morning from 8:30 to 12:00. The measurements took place in a separate classroom and 1 to 4 children were assessed at the same time. Each child was placed in a corner of the classroom in front of a 15-inch screen, with the attendance of one specialist researcher. The instructions were given verbally and individually by the specialist.

2.3.4. Academic achievement

Measures of academic achievement for each child and for both schools were collected at the beginning of each academic year, i.e at baseline (T1), follow-up assessment (T3) and

final assessment (T5). Criteria of assessment of the academic achievement were the same for both schools. These data were provided by the local educational services. Percentages of success for “reading”, “spelling”, “arithmetic” and “mathematics” were collected.

2.3.5. Questionnaire

In addition to collecting academic achievement data, a questionnaire was distributed at the beginning of each school academic year (i.e T1, T3, T5). Parents were asked to complete a questionnaire in order to obtain (1) socio-demographic information: age and gender of the child, socioeconomic data measured by the four-item scale “Family Affluence Scale II” (FAS II) [47], marital status and level of qualification of the parents and (2) subjective information related to children’s PA and ST behaviour: number of sports and outdoor activities practiced, parental perception of the competence of their children in PA practice, sedentary behaviour of the child (time spent playing video games, watching television, artistic and musical activities).

2.4. Statistics

Statistica 12.5 for windows and R software will be used.

Descriptive statistics of MVPA and ST for the whole day and within the different specific periods of the day will be calculated for both schools at the different assessment times. To examine the effectiveness of the intervention to promote PA and reduce ST, ANOVAs contrasting 2 schools x 5 assessment times with repeated measurement on the last factor will be used on MVPA and ST. Furthermore, Chi-square analysis will be carried out to compare the number of children between experimental and control group who comply with MVPA recommendations for the overall day and during school time.

To explore the longitudinal relationship between PA, motor skills, attention and academic achievement, multiple regression analyses will be conducted to determine which

variables will predict academic achievement scores [48]. We will attempt to examine whether PA and/or motor variables predict academic achievement through attention. As there are many variables in each category, a principal component analysis will be used to select the variables that are most correlated. Finally, the decision tree process will be used to examine more accurately the longitudinal relationships between the variables selected.

2.5. Intervention program

Since interventions that are integrated and multileveled seem to be more effective in triggering behavioural changes concerning the levels of PA and ST, this program has been conceived as a school-based approach with interventions at different levels of factors that influence children's behaviours [3,18,19]. More specifically, it is directed to the children (intra-personal level), but also to their teachers and parents (inter-individual level) and to their environment (physical and organisational levels). Furthermore, to be integrated, it has to be adapted to the real needs of the particular population to which it is dedicated. Thus, PA and ST data from the baseline assessment were analysed to tune and adapt the intervention program.

2.5.1. Principal outcomes from measurements at baseline concerning PA and ST

On average, children aged 8 to 10 years old spent 67.20 ± 17.83 minutes of MVPA and 602.97 ± 36.32 minutes of ST on weekdays. At different periods of the school day, it appeared that: (1) during school time, the international recommendation to spend 30 minutes in MVPA were fulfilled by only 26.92% of the 2nd grade children and 5.40% of the 5th grade children. In fact, children spent 22 to 27 minutes in MVPA during school time while they were sedentary for 260 to 270 minutes. Thus, it was confirmed that school is a highly sedentary place where physical activity has to be promoted during recess and also during class time through sedentary breaks and active learning strategies. (2) During lunch time, sedentary activities

represented 80% of the period (i.e. 88 to 93 minutes of ST against 10 to 13 minutes of MVPA), suggesting that this period of the school day could be used for children to be more active and less sedentary through an organisational process. (3) Before school, only 2 to 3 minutes were spent in MVPA while 22 minutes were ST suggesting that active transportation to school was scarce and/or that school is very close to home for some children. Thus, children's and parents' sensitization to active transportation should be developed.

2.5.2. PA and ST intervention program

According to the socio-ecological model and to the analyses of PA and ST at baseline, specific intervention actions have been carried out at the different levels of the model. Their content and objectives are detailed in Table 2.

Table 2. The different axes of the intervention: content and objectives

Theme of each action according to the level of the socio-ecological level	Content
Intra-individual (level 1): children	
Workshop 1: “What is PA?”	Information about PA was given: the different intensities, the principal differences between PA and sport and the benefits of PA on health.
Workshop 2: “How to practice PA?”	Different activities were presented to the child to be more active at school, in his neighbourhood, in a sports club and at different moments of the day.
Workshop 3: “What are sedentary habits?”	Information about the different sedentary behaviours that children can have in a day was given, as well as the effect of cumulative ST on health. The possibilities to decrease ST at each time of the day were analysed.
Workshop 4: “What would you like to draw on the schoolyard to play, run, and have fun?”	Children had to draw schoolyard equipment and materials that they would like to have, to allow them to have fun and to move around. These proposals were then studied in each class, classified and selected to make a proposal per class.
Workshop 5: “How does the accelerometer measure PA and ST?”	The mechanical operation of the accelerometer was studied. The data from the accelerometer were analysed. The children determined their compliance with the WHO guidelines.
Workshop 6: “Do I practice enough PA every day to be healthy?”	An analysis of the time devoted to the practice of PA and ST every day was made for each child. Discussions were held with the children about this data and strategies to further increase PA and decrease ST. They identified and worked on barriers to PA practice.
Workshop 7: “Have I changed my PA practice? Am I trying to be less sedentary?” “What did I learn about PA and ST?”	An assessment was made with children on behavioural changes in terms of PA and ST and on the knowledge acquired on PA, ST and more generally on health.
Workshop 8: Drawing contest	A drawing contest on the theme “I’m moving” was done at the end of the intervention period.
Activities in the schoolyard: “What games can I play...?”	A session was organized in the schoolyard to identify games that can be played in the schoolyard or in leisure time, alone or with friends. For example: “what games can I play with a cord?” The children imagined and listed games and demonstrated them.

Active classroom: “Spelling and mathematics”	<p>Demonstration of active classroom workshops for further use by the teachers:</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Spelling activity”: children had to touch different parts of the body while spelling out the letters of words. The words were more or less complicated depending on the grade of the children. - “Arithmetic exercise”: children had to make a jump after having said the result of the addition or multiplication.
Sedentary breaks: “Relaxation and breathing”	<p>The activity break included breathing, relaxation and visualisation exercises, or body movements such as motor coordination, balance and flexibility exercises. These sedentary breaks did not include academic knowledge.</p>
Activities outside of school: Photovoice workshop	<p>Excursion to the school neighbourhood to observe the areas in which one can practice PA and to identify the areas dangerous for practice. The children took pictures of the different areas with tablets. Back in class, the children showed their photos to their classmates and explained why they took this picture (if it was possible to practice PA in this area, or if it was a dangerous area).</p>
Feedbacks:	<p>Individual summary sheets with PA and ST levels and performance at the different motor tests were given to each child in a graphic format after each assessment. Explanations and consideration took place in the classroom.</p>
Interpersonal (level 2): parents Information meeting:	<p>The overall project was presented (i.e. all the activities planned for parents and children and teachers, school and the involvement of local politics).</p>
Workshop 1: “What is PA?” “How to practice PA?”	<p>Information about PA was given. Consideration of the different opportunities to practice PA: for the parents themselves and with their children. Facilitators and barriers to PA practice were identified.</p>
Workshop 2: “What is ST?”	<p>Information about ST was given: different sedentary behaviours they can have in a day, the effect of cumulative ST on health. The study of different possibilities to decrease ST at each time of the day for them and their child.</p>
Workshop 3: “How can I influence my child’s PA? How do my child’s friends influence him in his practice of PA and health behaviours?”	<p>The influence of parents and friends on the health behaviours of the child was studied.</p>

Workshop 4: “Is the environment adapted to practice physical activity?”	The different pictures taken by the children in the “Photovoice Workshop” were analysed and discussed. A special point was made about the facilitators and the barriers to practice of PA, for them and for their children.
Workshop 5: “Have I changed my PA practice? Am I trying to be less sedentary? Is this also the case for my child? What did I learn about PA and ST?”	An assessment was made of their own behavioural changes in terms of PA and ST as well as for their child and of the knowledge acquired with these workshops on PA, ST and more generally on health.
Newsletter:	After each workshop, all parents received a newsletter with the principal information given during the workshop.
Feedbacks:	Individual summary sheets with PA and ST levels and performance at the different motor tests were given to each child in a graphic format after each assessment. Parents had access to these.
Interpersonal (level 2): teachers	
Workshop 1: “What is PA? What is ST and sedentary habits?”	Theoretical knowledge about PA and ST was proposed.
Workshop 2: Strategic issues to increase children’s PA	Consideration of how to include information related to PA in classes: how to increase PA and decrease ST at school and especially in the classroom.
Workshop 3: Concrete formation on active classroom and sedentary break activities	<p>Ideas on how to conduct an active classroom were presented:</p> <ul style="list-style-type: none"> - proposal of active classroom exercises and sedentary breaks (breathing, relaxation and visualisation exercises, or body movements such as motor coordination, balance and flexibility exercises), - advice and guidance on the implementation - material organization of the classroom to increase movement, etc.
Workshop 4: Main influences around the children	A discussion was held on the influence of parents, friends and teachers on children’s health behaviours. Then the environmental factors facilitating, or not, the practice PA were discussed. This led to the construction of a multilevel model and the presentation of the principal theories used in this study (i.e. the socio-ecological model and the self-determination theory).
Workshop 5: Final assessment of the program intervention	An assessment of the school-based actions they had implemented was made: a discussion on their opinion the intervention, its strength and weaknesses and its effects on their PA and ST behaviours as well as the children’s and their

parents.

Feedbacks:	The general PA and ST levels were presented to the teachers after each assessment.
Environmental (level 3): school Physical and material modifications of the schoolyard:	After children's workshop #4, each class made a design proposal for the schoolyard (marks to be drawn and materials to add for recess). An assessment of these proposals was made with the teachers, the research team and the representatives of the education department of the town hall, and a choice was made about the implementation of the material required. It led to delineation of different games in the different schoolyards (i.e. football field, squares with numbers and letters, snail hopscotch...) and acquisition of small material (i.e. balls, ropes...).
Organizational modifications of lunch break:	In line with the baseline measurement analyses, actions to reduce ST during lunch break were engaged in cooperation with the canteen's agents and services. The aim was to move from 90 minutes of sitting time to 50-60 minutes in order to free up time to play in the schoolyard before going back to the classroom. Thus, the research team proposed changes to the organisation (i.e. two canteen services, table-based group organisation...) from which the educators in charge of lunch time made a choice.
Organizational modifications of recess games:	The schoolyard was divided into different areas dedicated to specific games during recess and lunch-time. This provided an opportunity to have a diversity of games and sports to play together or alone (instead of having one game/sport taking all the schoolyard). The schedule was proposed by the children and supervised by the teachers.
Political (level 4): local politics Collaboration with the city town hall:	The city town hall helped in the implementation of the intervention. It allowed the interactions with the canteen agents for the reorganisation of the lunch time and the drawings in the schoolyard were made by the education service of the city.

Collaboration with national education authorities:

They authorized the implementation of the school-based intervention and helped with the organization of the actions. In addition, these authorities made it possible to officially validate the training for teachers as part of their professional learning curriculum.

Study developed by “Capas-City”:

This study was conducted by CAPAS-City (founded by the European Regional Development Fund-FEDER): this centre is in charge of developing PA programs and promotions actions.

The timings of these actions were coordinated across the different levels of the model. Thus, the contents of the different workshops for the children and the parents were coordinated with the training for the teachers. For example, workshops #1, #2 and #3 for children took place at the same time of year as sensitization workshops #1 and #2 for parents and training workshop #1 for teachers in order to allow children to discuss and exchange views on these subjects (“what is PA?”, “what is ST?”) with the adults around them and for the teachers to reactivate part of the knowledge when they had the opportunity. Then, feedback from the baseline assessment of PA and ST levels and motor skills was given to the children, parents and teachers. This was coordinated with workshops #5 and #6 for the children. This led to actions, learning and discussions with the different actors (i.e. children, parents and teachers) in order to increase PA and decrease ST. Thus, around that time of year, children explored and tested concrete “activities in the schoolyard”, parents came to sensitization workshop #3 (“How can I influence my child’s PA?”) and teachers were trained in active classroom and sedentary breaks (training workshop #2). This training was followed by a demonstration of these activities in the class (“Active classroom and sedentary breaks”). Furthermore, during training workshop #3 and #4, teachers discussed strategies to increase children’s PA and the different factors that can influence it. In parallel, some environmental adaptations were carried out. As noted earlier, the baseline assessment led the research team

to realise that lunch time was highly sedentary (80% of the 120 minutes lunch) when it should be devoted to some active leisure. Therefore, discussions were held with the different staff working in the canteen to reorganise this time so that children spent less time sitting and more time playing and moving (“Organizational modification of lunch break”). In parallel, a discussion was carried out with the teachers to optimize the organisation of the different areas of the schoolyard based on the games to allow children to find their favourite activity and then be more active (“Organizational modification of recess games”).

Around the middle of the school year, delineations of games in the schoolyard were created by the education department of the town hall (“physical and material modifications of the schoolyard”), following a participatory bottom-up approach. In fact, the first ideas came from the children (workshop #4: each child drew what he wanted to have in his schoolyard), then a first selection was done at the class level (design of the schoolyard from the different individual suggestions). Finally, a consultation between the teachers, the research team and the representatives of the town hall led to the final choices. Furthermore, discussions were carried out on the role of the surrounding environment in facilitating or preventing PA practice at the childrens’ level with the “photovoice workshop”, as well as at parents’ level (sensitization workshop #4) and at teachers’ level (training workshop #4).

To conclude the intervention, assessments were made with children (workshop #7), parents (sensitization workshop #5) and teachers (training workshop #5) to discuss the behavioural changes that took place and the strategies that were put into place (“what worked well or what didn’t?”). A drawing contest was organised among children (workshop #8): they were asked to draw themselves in an active situation, and their drawing were presented to the education community and the parents at the end of the school year.

Finally, different political levels were involved during the intervention, such as the different services of the city town hall and the French national education system, which allowed the research team to conduct its actions.

3. Results

Data analysis is about to be completed. A preliminary analysis of the questionnaires completed by the families showed that only 18.27% of the fathers and 16.96% of the mothers had obtained a high-school degree and 17.30% of the fathers and 14.29% of the mothers had obtained a university degree. Concerning the unemployment rate, 21.74% of the fathers and 52.88% of the mothers were unemployed. This emphasises the disadvantaged character of our population of interest.

Two articles are planned, consistent with the two aims of the study. The first one will evaluate the effectiveness of the multicomponent school-based intervention. The second one will study the relationships between PA, ST, motor skills, attentional capacities and academic achievement. Results are expected to be published late 2020 or 2021.

4. Discussion

The most recent literature review found a lack of evidence for the effectiveness of school-based and multileveled interventions to promote PA, despite the fact that those using the socio-ecological model are among the most promising [10,11,17]. Thus, the first aim of this study was to construct, set up and evaluate the effectiveness of a school-based intervention to promote PA and reduce ST among disadvantaged primary school children. Second, this study aimed to examine the relationships between PA, motor skills, attentional capacity and academic achievement by carrying out an evaluation of these variables at the different assessment times, since these relationships during childhood need to be understood, particularly in a longitudinal approach and for the disadvantaged population [28,29]. In order

to achieve these two objectives, the design of the intervention and evaluation need to be detailed. Thus, the present paper aims to describe the multicomponent school-based intervention and all instruments that have been used to evaluate its effectiveness.

This study presents an improved experimental methodology that can contribute to providing crucial information in the field of PA promotion during childhood. First, our experimental methodology used accelerometry, which is an objective method to measure PA and ST. Second, the longitudinal aspect of our study provides a follow-up for a diversity of variables related to movement and cognition over successive years during childhood. These longitudinal measures lead to a more precise understanding of the evolution of the interventional effects from the diagnostic to the follow up measurements. Finally, the configuration of our study makes it possible to measure potentially indirect effects of the intervention on motor skills and attentional capacities. These relationships will be studied with decision trees, to clarify the interaction between all the variables. The study of these interactive relationships will be a novelty, as linear analysis methods have been typically used in studies of this field [28].

An important aspect of this study is that the actions implemented in this intervention are not only based on the relevant literature [10-24], but also on the principal outcomes from the baseline measurement concerning PA and ST. As a consequence, the intervention has been adapted to the context and to the specific needs, which probably contributes to its effectiveness together with the fact that it has been constructed with the different actors involved and that it addresses the different levels of the socio-ecological model [19]. The description of this protocol could be of use to researchers in the field of PA promotion as well as to teachers of children from disadvantaged neighbourhoods, to help them design actions facilitating well-being and academic success in the relevant social climate. In the long term, the objective of this project is to carry out the school-based intervention to promote PA and

decrease ST in several primary schools of this French city. The next step will be to replicate the same intervention in the school that has been assigned as a control group. The effectiveness of this next intervention will also be studied.

In conclusion, physical inactivity and sedentary behaviour are major public health problems. Our project can help to determine effective strategies to promote PA in the context of increasing prevalence of physical inactivity among children with sedentary lifestyles. Understanding these strategies is a real necessity for researchers, stakeholders and public policy-makers seeking to establish health promotional actions for the population.

5. References

1. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk, PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*. 2012;380(9838):219-229. PMID:22818936
2. Warburton DER. Health benefits of physical activity: the evidence. *Can Med Assoc J*. 2006;174(6):801-9. PMID:[16534088](#)
3. World Health Organization. Global Action Plan on Physical Activity 2018–2030: More Active People for a Healthier World. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2018.
4. World Health Organization. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2004.
5. Telama R, Yang X, Viikari J, Valimaki I, Wanne O, Raitakari O. Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study. *Am J Prev Med*. 2005;28(3):267-273. PMID:15766614
6. Cooper AR, Goodman A, Page AS, Sherar LB, Esliger DW, van Sluijs EMF, et al. Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: the International children's accelerometry database (ICAD). *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2015;12(1):113. PMID:[26377803](#)
7. Guinhouya BC, Samouda H, De Beaufort C. Level of physical activity among children and adolescents in Europe: a review of physical activity assessed objectively by accelerometry. *Public Health*. 2013;127(4):301-311. PMID:23582270
8. Konstabel K, Veidebaum T, Verbestel V, et al. Objectively measured physical activity in European children: the IDEFICS study. *Int J Obes*. 2014;38:S135-S143. PMID:25376215

9. Drenowatz C, Eisenmann JC, Pfeiffer KA, et al. Influence of socio-economic status on habitual physical activity and sedentary behavior in 8- to 11-year old children. *BMC Public Health*. 2010;10(1):214. PMID:[20423487](#)
10. de Meij JS, Chinapaw MJ, van Stralen MM, et al. Effectiveness of JUMP-in, a Dutch primary school-based community intervention aimed at the promotion of physical activity. *Br J Sports Med*. 2011;45(13):1052-1057. PMID:21112875
11. Engelen L, Bundy, AC, Naughton G, et al. Increasing physical activity in young primary school children—it's child's play: A cluster randomised controlled trial. *Prev Med*. 2013;56(5):319-325. PMID:23462477
12. Haapala HL, Hirvensalo MH, Kulmala J, et al. Changes in physical activity and sedentary time in the Finnish Schools on the Move program: a quasi-experimental study. *Scand J Med Sci Sport*. 2017;27(11):1442-1453. PMID:27781314
13. Kipping RR, Howe LD, Jago R, et al. Effect of intervention aimed at increasing physical activity, reducing sedentary behaviour, and increasing fruit and vegetable consumption in children: active for Life Year 5 (AFLY5) school based cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 2014;348:g3256. PMID:[24865166](#)
14. Magnusson KT, Sigurgeirsson I, Sveinsson T, et al. Assessment of a two-year school-based physical activity intervention among 7-9-year-old children. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011; 8(1):138. PMID:[22185086](#)
15. Taylor S, Noonan R, Knowles Z, et al. Evaluation of a pilot school-based physical activity clustered randomised controlled trial—Active Schools: Skelmersdale. *Int J of Environ Res Public Health*. 2018;15(5):1011. PMID:[29772839](#)

16. Van Sluijs EM, McMinn AM, Griffin SJ. Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *Br J Sports Med.* 2008;42(8):653-7. PMID:17884863
17. Kriemler S, Meyer U, Martin E, et al. Effect of school-based interventions on physical activity and fitness in children and adolescents: a review of reviews and systematic update. *Br J Sports Med.* 2011;45(11):923-30. PMID:[21836176](#)
18. Sallis JF, Cervero RB, Ascher W, et al. An Ecological Approach to Creating Active Living Communities. *Annu Rev Public Health.* 2006;27(1):297-322. PMID:16533119
19. Sallis JF, Owen N, Fisher EB. *Ecological models of health behavior.* In: GlanzK, Rimer BK, Viswanath K, eds. *Health Behavior and Health Education: Theory, Research, and Practice.* 4th ed. San Francisco, CA: Jossey-Bass;2008:465-485.
20. Hamer M, Aggio D, Knock G, et al. Effect of major school playground reconstruction on physical activity and sedentary behaviour: Camden active spaces. *BMC Public Health.* 2017;17(1):552. PMID:[28592241](#)
21. Janssen X, Mann KD, Basterfield L, et al. Development of sedentary behavior across childhood and adolescence: longitudinal analysis of the Gateshead Millennium Study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2016;13(1):88. PMID:[27484336](#)
22. Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *The Lancet.* 2016;388(10051):1302-10. PMID:27475271
23. Hinckson E, Salmon J, Benden M, et al. Standing classrooms: research and lessons learned from around the world. *Sports Med.* 2016; 46(7): 977-87. PMID:26626071

24. Mahar MT, Murphy SK, Rowe DA, et al. Effects of a classroom-based program on physical activity and on-task behavior. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(12):2086. PMID:17146314
25. Stamatakis E, Ekelund U, Ding D, et al. Is the time right for quantitative public health guidelines on sitting? A narrative review of sedentary behaviour research paradigms and findings. *Br J Sports Med.* 2019;53(6):377-382. PMID:[29891615](#)
26. Kiefer M, Trumpp NM. Embodiment theory and education: The foundations of cognition in perception and action. *Trends Neurosci.* 2012;1(1):15-20.
27. Tomporowski, PD, Lambourne K, Okumura MS. Physical activity interventions and children's mental function: an introduction and overview. *Prev Med.* 2011;52:S3-S9. PMID:[21420981](#)
28. Donnelly JE, Hillman CH, Castelli D, et al. Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(6):1197. PMID:[27182986](#)
29. Pindus, DM, Drollette ES, Scudder MR, et al. Moderate-to-vigorous physical activity, indices of cognitive control, and academic achievement in preadolescents. *J Pediatr.* 2016;173:136-142. PMID:[26973149](#)
30. Tomporowski PD, McCullick B, Pendleton DM, et al. Exercise and children's cognition: the role of exercise characteristics and a place for metacognition. *J Sport Health Sci.* 2015;4(1):47-55.
31. Catellier DJ, Hannan PJ, Murray DM, et al. Imputation of missing data when measuring physical activity by accelerometry. *Med Science Sports Exerc.* 2005; 37(11):555-562. PMID:[16294118](#)

32. Sirard JR, Pate RR. Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med.* 2001;31(6):439-454. PMID:11394563
33. Lubans DR, Hesketh K, Cliff DP, et al. A systematic review of the validity and reliability of sedentary behaviour measures used with children and adolescents. *Obes Rev.* 2011;12(10):781-799. PMID:21676153
34. Ridgers, ND, Fairclough S. Assessing free-living physical activity using accelerometry: Practical issues for researchers and practitioners. *Europ J Sport Sci.* 2011;11(3):205-213.
35. Trost SG, McIver KL, Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exer.* 2005; 37(11):531-543. PMID:16294116
36. Rowlands A, Powell SM, Humphries R, et al. The effect of accelerometer epoch on physical activity output measures. *J Exerc Sci Fit.* 2006; 4(1):52-58.
37. Ridley K, Ridgers ND, Salmon J. Criterion validity of the activPAL TM and ActiGraph for assessing children's sitting and standing time in a school classroom setting. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2016;13(1): 75. PMID:[27387031](#)
38. Catellier DJ, Hannan PJ, Murray DM, et al. Imputation of missing data when measuring physical activity by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37 Suppl 11:S555–S562. PMID:[16294118](#)
39. Adam C, Klissouras V, Ravassolo M, et al. Handbook for the EUROFIT test of Physical Fitness. Rome: Edigraf Editoriale Gráfica;1988
40. Kemper HC, Van Mechelen W. Physical fitness testing of children: a European perspective. *Pediatr Exerc Sci.* 1996;8(3):201-214.
41. Artero EG, Espana-Romero V, Castro-Pinero J, et al. Reliability of field-based fitness tests in youth. *Int J Sports Med.* 2011;32(03):159-169. PMID:21165805

42. Cadenas-Sanchez C, Alcántara-Moral F, Sanchez-Delgado G, et al. Assessment of cardiorespiratory fitness in preschool children: adaptation of the 20 metres shuttle run test. *Nutr Hosp.* 2014;30(6):1333-1343.
43. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, et al. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6(2):93–101. PMID:3184250
44. Eriksen BA, Eriksen CW. Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Percept Psychophys.* 1974;16:143–149.
45. Have M, Nielsen JH, Gejl AK, et al. Rationale and design of a randomized controlled trial examining the effect of classroom-based physical activity on math achievement. *BMC Public Health.* 2016;16(1):304. PMID:[27068574](#)
46. Scudder MR, Lambourne K, Drollette ES, et al. Aerobic capacity and cognitive control in elementary school-age children. *Med and Sci Sports Exerc.* 2014;46(5):1025. PMID:[24743109](#)
47. Boyce W, Torsheim T, Currie C, et al. The family affluence scale as a measure of national wealth: validation of an adolescent self-report measure. *Soc Indic Res.* 2006;78(3):473-487.
48. Baron RM, Kenny DA. The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *J Pers Soc Psychol.* 1986;51(6):1173. PMID:3806354

V -Travaux de recherche 5 :**Effects of a school-based intervention combining socio-ecological model and self-determination theory for promoting physical activity and reducing sedentary time in disadvantaged children: randomized trial**

Caroline BERNAL¹, Léna LHUISSET¹, Noëlle BRU¹, Nicolas FABRE¹ et Julien BOIS¹

¹Université de Pau & des Pays de l'Adour, e2s UPPA, MEPS, Tarbes, France STAPS

Contribution des auteurs :

Caroline Bernal a rédigé l'article. Lena Lhuisset et Nicolas Fabre ont participé aux corrections de l'article et à des modifications de son contenu. Noëlle Bru a apporté ses conseils, son expertise sur les analyses statistiques réalisées pour cet article. Julien Bois a ensuite relu l'article afin de le valider.

Cet article a été soumis dans la revue « Journal of School Health » (avril 2020).

Effects of a school-based intervention combining socio-ecological model and self-determination theory for promoting physical activity and reducing sedentary time in disadvantaged children: randomized trial.

Abstract (194 words)

Background: In our society, children are particularly vulnerable to physical inactivity and excessive sedentary time. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of a school-based intervention designed to promote PA and reduce ST in 6-to-10-years-old children from a disadvantaged neighbourhood.

Methods: The first intervention of this randomized trial was carried out in School 1 in 2017/2018 and 2018/2019, School 2 benefited from the same intervention in 2018/2019. Baseline assessments were realised using accelerometers prior to the intervention (T1-T2), after the first intervention (T3) and after the second intervention (T4). School-based actions targeted children, parents, teachers, physical and organisational environment of school and politics. The chi-square test of independence was used to analyse the evolution of the MVPA and ST.

Results: For School 1, an increase in the percentage of very active children (over 40 minutes MVPA/day) and of having a very low ST (less 240 minutes/day) ($p=0.000$) was found. No further evolution was revealed during the intervention (T2-T3) and one year after (T3-T4). For School 2, similar effects on PA and ST were found at T3 ($p<0.05$).

Conclusions: Positive effects occurred before the intervention in each school and then remained stable.

Keywords: physical activity; sedentary time; youth; accelerometry; school.

ClinicalTrials.gov Identifier: NCT03983447

1. Introduction

Current personal energy expenditure is at its lowest since the post-war period.¹ Children live in a society characterized by a sedentary lifestyle and exhibit passive behaviours from an early age. As a result, they are particularly vulnerable to physical inactivity and excessive sedentary time (ST). From the age of 5 years, children decrease their total PA by 4.2% each year and ST increases similarly.²

The risk of physical inactivity is higher among the most socially disadvantaged children in their early years of life and particularly among girls.³ Many factors can explain the higher prevalence of physical inactivity among children from disadvantaged neighbourhoods. First, money is perceived by families as a barrier to participation in PA. As a result, they are less likely to provide financial and logistical support for institutionalized after-school sports or weekend fee-based activities than upper income families. Several authors have described the influence of the environment on PA.^{4,5} For example, some stressors like traffic lead to a reduction of recreational PA in the neighbourhood.⁶ Thus, it is important to propose interventions to promote PA and reduce ST among children in these settings who don't benefit from favourable environmental conditions.⁷ Interventions to promote active behaviours in disadvantaged neighbourhoods are in accordance with two specific goals established by World Health Organization (WHO) guidelines⁸: 1) to reduce the prevalence of physical inactivity among adults and adolescents by 15% by 2030; 2) to reduce drastically reducing inequalities.

One of the most promising strategies to promote PA and reduce ST is the implementation of school-based interventions.⁹ School is accessible to all children and can help increase the PA of children during this specific period of time.¹⁰ International guidelines recommend 30 minutes of MVPA during school time, that being half of the 60 minutes per day recommended.¹¹ To motivate children to practice PA, school-based interventions can be

uni or multicomponent and can be carried out on one or many levels in accordance with the socio-ecological models applied in the context of health.^{12,13} Thus, actions can be conducted directly with the child at the individual level by promoting an active recess or active classroom or by providing sensitization workshops. Additional actions at higher levels can be implemented having workshops for parents and teachers, modifying the physical and organizational environment of the school and involving local political actors. Furthermore, self-determination theory principles can be associated with the socio-ecological model at the individual level.¹⁴ The social factors activated during the intervention have a positive impact on basic psychological needs, which then have a decisive impact on the child's motivation to participate in PA. Thus, the most effective school-based interventions that can change children's behaviour in both the short-term and long-term would be multileveled and multicomponent.⁹

However, few school-based interventions have been conducted with children from disadvantaged neighbourhoods particularly using an objective method to measure active behaviour.¹⁵⁻¹⁸ These studies represent less than 10% of those published since the last systematic review and therefore there is a lack of evidence regarding the effectiveness of such intervention.⁹ Thus, further studies are essential to achieve the two objectives established by the WHO:⁸ the reduction of the prevalence of physical inactivity among young people and the reduction of inequalities.

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of a school-based intervention designed to promote PA and reduce ST in 6-to-10-years-old children of a disadvantaged neighbourhood. The intervention was multileveled and multicomponent, based on the different factors of the socio-ecological model.

2. Methods

2.1. Study design

The study was designed as a randomised trial and was conducted within the framework of a Pyrenean cross-cultural structure called “Center for the Promotion of Physical Activity and Health” (CAPAS-City) .¹⁹ Both the primary schools contacted to participate in the study were located in disadvantaged neighbourhoods in a mid-sized city in the southern part of France. They both agreed to participate in the project. Neither of these schools had yet benefited from intervention programs that aimed at promoting PA. The two schools included children from grade 1 (6 years old) to grade 5 (10 years old).

The total duration of this study, over the two interventions, was three academic years. During these interventions, several assessments were conducted to measure PA and ST. During the first academic year 2016/2017, baseline measurements were taken to assess PA level of children at the beginning and at the end of the year to control seasonal effects (T1, November 2016; T2, June 2017). During the second academic year 2017/2018, a first intervention to promote PA and reduce ST was carried out in one of the schools (hereafter called School 1) while the other school (hereafter called school 2) was used as control. The choice of the experimental and control schools was random. PA and ST measurements were conducted at the end of this first intervention (T3, June 2018). During the third academic year 2018/2019, the same intervention was carried out in school 2. A final assessment was carried out at the end of this school year (T4, June 2019). It represented a post-intervention assessment for school 2 and a long-term final assessment for school 1.

2.2. Participants

The baseline measurements T1 and T2 included, respectively, 181 and 107 children in both schools. There were 88 at the first follow up assessment (T3) and 68 at final assessment

(T4). A more detailed description of participants' characteristics is given in Table 1. Parents/guardians were informed of the project by a written letter. Once they were aware of the protocol and of the possible risks and benefits, they signed a consent form giving permission for their child to wear the accelerometer for PA and ST measurement. Such a consent form was required for each measurement period. As a result, children's participation was not uniform throughout the three years. Only children with valid accelerometer data were included in the study. This study has been approved by the Comité de Protection des Personnes Sud Méditerranée III.

2.3. Measure of PA and ST

Measurements of PA and ST were made in T1, T2, T3, T4 by accelerometers (Actilife, Pensacola, FL, USA) as a valid objective measure.²⁰⁻²² Children had to wear the accelerometer for 8 consecutive days from morning to evening. It was placed on the right side of the hip and adjusted with an elastic belt. It had to be worn from waking until bedtime except for aquatic activities and during the shower. The first day of each measurement period was removed from the analysis. According to the optimal methodological approach for accelerometry, the minimum wear time required to be included in the analysis was 10 hours on weekdays and 8 hours on weekend day.²³ Wear-time had to be sufficient for at least 3 weekdays and 1 weekend day.²⁴ When the accelerometer detected an activity of 0 counts (cts) over a period of at least 10 minutes and allowing a quota of time 1 to 2 minutes between 0 and 100 cts, this period of time is considered as no-wear time. Actilife v-6.13.3 software (Actigraph, Pensacola, FL, USA) was used for data treatment. We used a 1 second epoch as it is more accurately to measure different intensities of children PA.²⁵ Then, 4 cut-points were used to establish different intensity categories:²⁶ sedentary time 0-300 cts, light PA 301-2295 cts, moderate PA 2296-4011 cts, vigorous PA 4012 cts and more. Moderate and vigorous physical activity (MVPA) was the addition of the two last cut-points. Corresponding to the

French cultural childrens' schedule, PA and ST were analysed for the whole day (8:00 AM-9:00 PM) for weekdays and week-end days, and more specifically during school time for the school-days (morning and afternoon school time: 8:30 AM - 12:00 PM and 2:00 PM - 4:00 PM). To be considered as a valid measure during school time, two conditions had to be met: (i) Children had to wear the accelerometer at least 80% of the morning and afternoon's school time (ii) 70% of the participants had to wear the monitor during each period.²⁰

2.4. Intervention

The intervention was conceived as a school-based approach. All the children in each grade (1 to 5) participated in the intervention, independent of their participation in PA and ST measurement. It proposed multiple actions at different levels of the socio-ecological model.¹³ Some actions were directed personally at the children (i.e. workshops in the classroom, activities in the playground, active classroom). Further actions were conducted at the interpersonal level and were directed at parents and teachers (i.e. sensitisation, reflective and formative workshops). Other actions were carried out in the school environment, (i.e. physical and material modification of the schoolyard, lunchtime and recess reorganisation). Finally, the local, national and international political levels were also involved.

The intervention in each school was implemented in a similar way by the research team. Adaptation to the specific needs of each school were made by the teaching teams, particularly in the implementation of active classroom and sedentary breaks.

2.5. Data Analysis

MVPA levels were measured over the weekdays for each assessment period by classifying children into 4 categories, from the less active to the more active: (1) less than 40 minutes; (2) 40-60 minutes; (3) 60-80 minutes; (4) more than 80 minutes MVPA, on average per day. The same was done with the ST over the weekdays by classifying children into 4

categories, from less sedentary to more sedentary: (1) less than 540 minutes; (2) 540-600 minutes; (3) 600-660 minutes; (4) more than 660 minutes, on average per day. The same analysis was conducted on the weekend days, with the same categories as mentioned above, over the same time period, 8:00 AM - 9:00 PM. The same analyses were done during school time. The 4 categories of MVPA and ST were modified to be consistent with international school guidelines that recommend that half of the daily MVPA should be done at school. For MVPA: (1) less than 20 minutes; (2) 20-30 minutes; (3) 30-40 minutes; (4) more than 40 minutes; and for ST: (1) less than 240 minutes; (2) 240-260 minutes; (3) 260-280 minutes; (4) more than 280 minutes.

For each measurement period, for each school, the percentage of children in each category was calculated taking into account the mean and standard deviation of MVPA and ST obtained for each measurement period.²⁷ Children who had valid accelerometer data at each measurement time were included in the analysis.

The change in the number of children in the four categories of MVPA and ST were analysed between T1-T2, T2-T3 and T3-T4 during weekday, week-end day and school day, independent of the school. Comparisons between the two schools were then done for each measurement period.

2.6. Statistical Analysis

The aim was to explore the change in children's PA and ST levels over the different measurement times to examine the effect of each intervention on PA and ST levels. To achieve this, chi-square independence analysis were performed with the R software ($p < 0.05$).

3. Results

Table 1 illustrates children who had valid accelerometer data at each measurement time.

Table 1. Number and characteristics of children with valid accelerometer data integrated into the analysis at each measurement time.

		Baseline Assessment		Follow-up assessment	Final assessment
		T1 November 2016	T2 June 2017	T3 June 2018	T4 June 2019
School 1	n	73	46	41	28
	% valid data	80.21	47.91	91.11	39.43
	% female	40.36	43.28	40.51	39.02
	Mean age in years (<i>EC</i>)	8.66 (<i>1.36</i>)	9.06 (<i>1.31</i>)	8.83 (<i>1.48</i>)	9.07 (<i>1.48</i>)
School 2	n	108	61	47	40
	% valid data	89.25	52.58	92.15	46.51
	% female	59.63	56.71	59.48	60.97
	Mean age in years (<i>EC</i>)	8.87 (<i>1.40</i>)	9.11 (<i>1.38</i>)	9.17 (<i>1.40</i>)	9.36 (<i>1.47</i>)

3.1. Weekdays and weekend

The percentage of children in the four categories of MVPA and ST on weekdays and weekend days at each measurement point are presented in Table 2.

Table 2. Percentage of children in the four categories of MVPA and ST on weekday and weekend day at each measurement time

	Variables and categories	T1		T2		T3		T4	
		School 1	School 2	School 1	School 2	School 1	School 2	School 1	School 2
MVPA (% children)									
Weekday	1. < 40 min	2.99	5.94	8.16	10.45	2.22	3.92 ^{cc}	8.70	8.33
	2. 40-60 min	40.30	36.63	28.57	50.75	26.67	29.41	32.61	33.33
	3. 60-80 min	41.79	41.58	32.65	22.39 ^b	40.00	43.14	23.91	28.33
	4. > 80 min	14.93	15.84	30.61	16.42	31.11	23.54	34.78	30.00
ST (% children)									
Weekday	1. < 540 min	14.93	6.93	18.37	1.49 ^b	11.11 ^{cc}	9.80 ^c	39.13	33.33
	2. 540-600 min	37.31	43.56	46.94	32.84	46.67	41.18	36.96	35.00
	3. 600-660 min	43.28	48.51	30.61	47.76	37.78	43.14	23.91	25.00
	4. > 660 min	4.48	0.99 ^{aaa}	4.08	17.91 ^b	4.44	5.88	0.00	6.67
MVPA (% children)									
Weekend day	1. < 40 min	14.67 ^{aa}	19.19 ^{aaa}	39.71 ^{\$\$\$}	41.11	50.00	50.98	22.92	18.87
	2. 40-60 min	44.00	37.37	35.29	37.78	29.17	27.45	37.50	37.74
	3. 60-80 min	30.67	19.19	16.18	11.11	14.58	15.69	22.92	28.30
	4. > 80 min	10.67	24.24	8.82	10.00	6.25	5.88	16.67	15.09
ST (% children)									
Weekend day	1. < 540 min	40.00	42.42	58.82	42.53	60.42	58.82	70.83	67.92
	2. 540-600 min	38.67	32.32	23.53	29.89	14.58	21.57	22.92	16.98
	3. 600-660 min	18.67	18.18	14.71	14.94	20.83	11.76	2.08	11.32
	4. > 660 min	2.67	7.07	2.94	12.64	4.17	7.84	4.17	3.77

Detailed differences are given below:

^{aa,aaa} significant differences between T1 and T2 at $p < 0.01$ and $p < 0.001$ respectively

^b significant differences between T2 and T3 at $p < 0.05$

^{c, cc} significant differences between T3 and T4 at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively

^{\$\$\$} significant differences between School 1 and School 2 at $p < 0.001$

3.1.1. Moderate and Vigorous Physical Activity (MVPA)

School 1. During the weekday, the results revealed no significant differences in the percentages of children classified in the four categories of MVPA between T1-T2 ($p=0.092$), T2-T3 ($p=0.585$) and T3-T4 ($p=0.267$). During the weekend, the results only revealed an increase in the percentage of children with a very low level of PA at T2 compared to T1 ($p=0.006$; 68% of the significant link).

School 2. During the weekday, the results indicated an increase in the percentage of children with a moderate level of PA at T3 compared to T2 ($p=0.023$; 42% of the significant link). In the week-end, the results revealed an increase in the percentage of children with a very low level of PA at T2 compared to T1 ($p=0.001$; 50% of the significant link). The results also indicated a decrease in the percentage of children with a very low level of PA at T4 compared to T3 ($p=0.005$; 62% of the significant link).

Comparison School 1-School 2. During the weekday, there were no significant differences in the percentage of children in each category between the schools at T1 ($p=0.824$), T2 ($p=0.060$), T3 ($p=0.837$) and T4 ($p=0.943$). It was the same during the weekend day (T1: $p=0.055$; T2: $p=0.828$; T3: $p=0.996$; T4: $p=0.914$).

3.1.2. Sedentary Time

School 1. On the weekdays, there was an increase in the percentage of children with a very low ST at T4 compared to T3 (64% of the significant link; $p=0.011$). On the weekend, no significant differences were found in the percentages of children classified in the four categories of ST between T1-T2 ($p=0.137$), T2-T3 ($p=0.597$) and T3-T4 ($p=0.477$).

School 2. On the weekdays, there was an increase in the percentage of children with a high ST at T2 compared to T1 ($p=0.000$; 80% of the significant link). There was also an increase in the percentage of children with very low ST at T3 compared to T2 ($p=0.047$; 49%

of the significant link) and a decrease in the percentage of children with a high ST ($p=0.047$; 41% of the significant link). Finally, there was an increase in the percentage of children with a very low ST at T4 compared to T3 ($p=0.020$; 69% of the significant link). No significant differences were found for the weekends in the percentages of children classified in the four categories of ST between T1-T2 ($p=0.621$), T2-T3 ($p=0.345$) and T3-T4 ($p=0.711$).

Comparative analysis School 1-School 2. On weekdays, the results indicated significant differences between both schools at T2: more children have a very low ST in School 1 compared to School 2 ($p=0.000$; 54% of the significant link).

During the weekend, there were no significant differences in the percentage of children in each category between both schools at T1 ($p=0.540$), T2 ($p=0.075$), T3 ($p=0.478$) and T4 ($p=0.309$).

3.2. School days

3.2.1. Moderate and Vigorous Physical Activity (MVPA)

The percentages of children in School 1 and School 2 divided in the four categories of MVPA at each measurement point are presented in Figure 1.

School 1. There was an increase in the percentage of children with a high level of PA at T2 compared to T1 ($p=0.006$; 66% of the significant link) and a decrease in the percentage of children with a low level of PA (24% of the significant link; $p=0.006$). There were no significant differences in the percentages of children in the four categories of MVPA between T2-T3 ($p=0.525$) and T3-T4 ($p=0.813$).

School 2. There was an increase in the percentage of children with a very low level of PA at T2 compared to T1 ($p=0.000$; 58% of the significant link) and a decrease in the percentage of children with a low level of PA at T2 ($p=0.000$; 24% of the significant link).

There was also an increase in the percentage of children with a moderate level of PA at T3 compared to T2 ($p=0.003$; 50% of the significant link) and a decrease in the percentage of children with a very low level of PA at T3 ($p=0.003$; 39% of the significant link). There were no significant differences in the percentages of children in the four categories of MVPA between T3-T4 ($p=0.440$).

Comparative analysis: School 1- School 2. There were significant differences between both the two schools at T1: fewer children had a very low level of PA in School 1 than in School 2 ($p=0.012$; 49% of the significant link). There were more children with a moderate level of PA in school 1 than in school 2 ($p=0.012$; 45% of the significant link). There were significant differences between the both schools at T2: fewer children had a very low level of PA in School 1 than in School 2 ($p=0.000$; 37% of the significant link) while more children had a high level of PA in School 1 ($p=0.000$; 33% of the significant link) and less children had a moderate level of PA ($p=0.000$; 30% of the significant link). At T3, there were no significant differences in the percentage of children in each category between the schools ($p=0.156$). Finally, the results indicated that at T4, fewer children had a very low level of PA in School 1 than in School 2 (56% of the significant link; $p=0.049$).

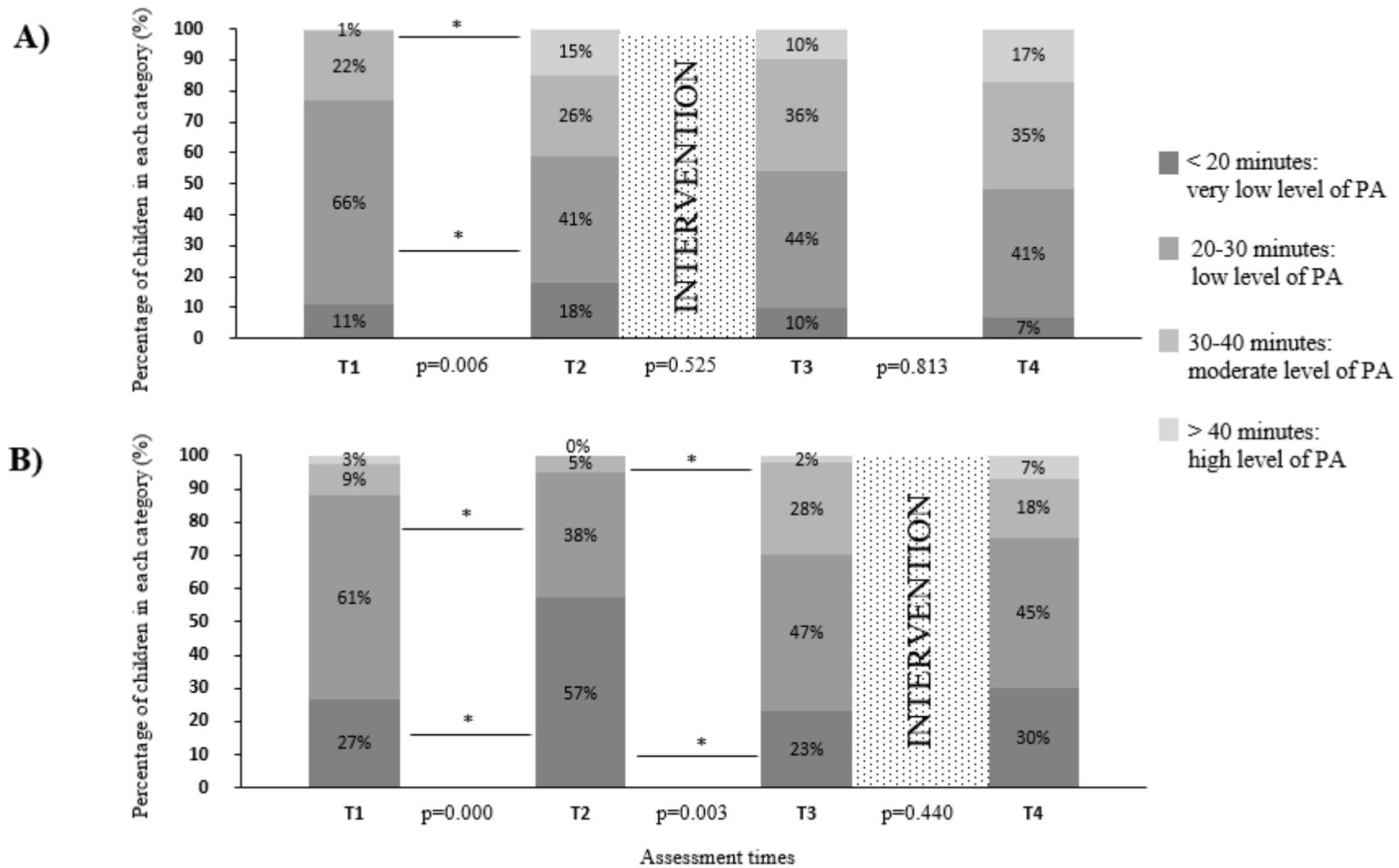


Figure 1. Evolution of PA levels of children in school 1 (A) and in school 2 (B) during the school day

3.2.2. Sedentary Time (ST)

The percentages of children in School 1 and School 2 in the four categories of ST at each measurement point are presented in Figure 2.

School 1. There was an increase in the percentage of children with very low ST at T2 compared to T1 ($p=0.000$; 50% of the significant link) and a decrease in the percentage of children with moderate ST at T2 ($p=0.000$; 40% of the significant link). There were no significant differences in the percentages of children in the four categories of MVPA between T2-T3 ($p=0.146$). There was an increase in the percentage of children with a very low ST at T4 compared to T3 ($p=0.040$; 62% of the significant link).

School 2. There was an increase in the percentage of children with a high ST at T2 compared to T1 ($p=0.005$; 71% of the significant link). However, this percentage decreased from T2 to T3 ($p=0.000$; 49% of the significant link). There was also an increase in the percentage of children with low ST at T3 ($p=0.000$; 36% of the significant link). Finally, there was an increase in the percentage of children with a very low ST at T4 compared to T3 ($p=0.006$; 63% of the significant link) and a decrease in the percentage of children with high ST at T4 ($p=0.006$; 25% of the significant link).

Comparative analysis: School 1- School 2. There were significant differences between the schools at T1: fewer children had high ST in School 1 than in School 2 ($p=0.004$; 67% of the significant link). There were also significant differences between the schools at T2: more children had very low ST in School 1 than in School 2 ($p=0.000$; 44% of the significant link) while fewer children had high ST in School 1 ($p=0.000$; 24% of the significant link). At T3 and T4, there were no significant differences in the percentage of children in each category between both schools (respectively $p=0.085$ and $p=0.062$).

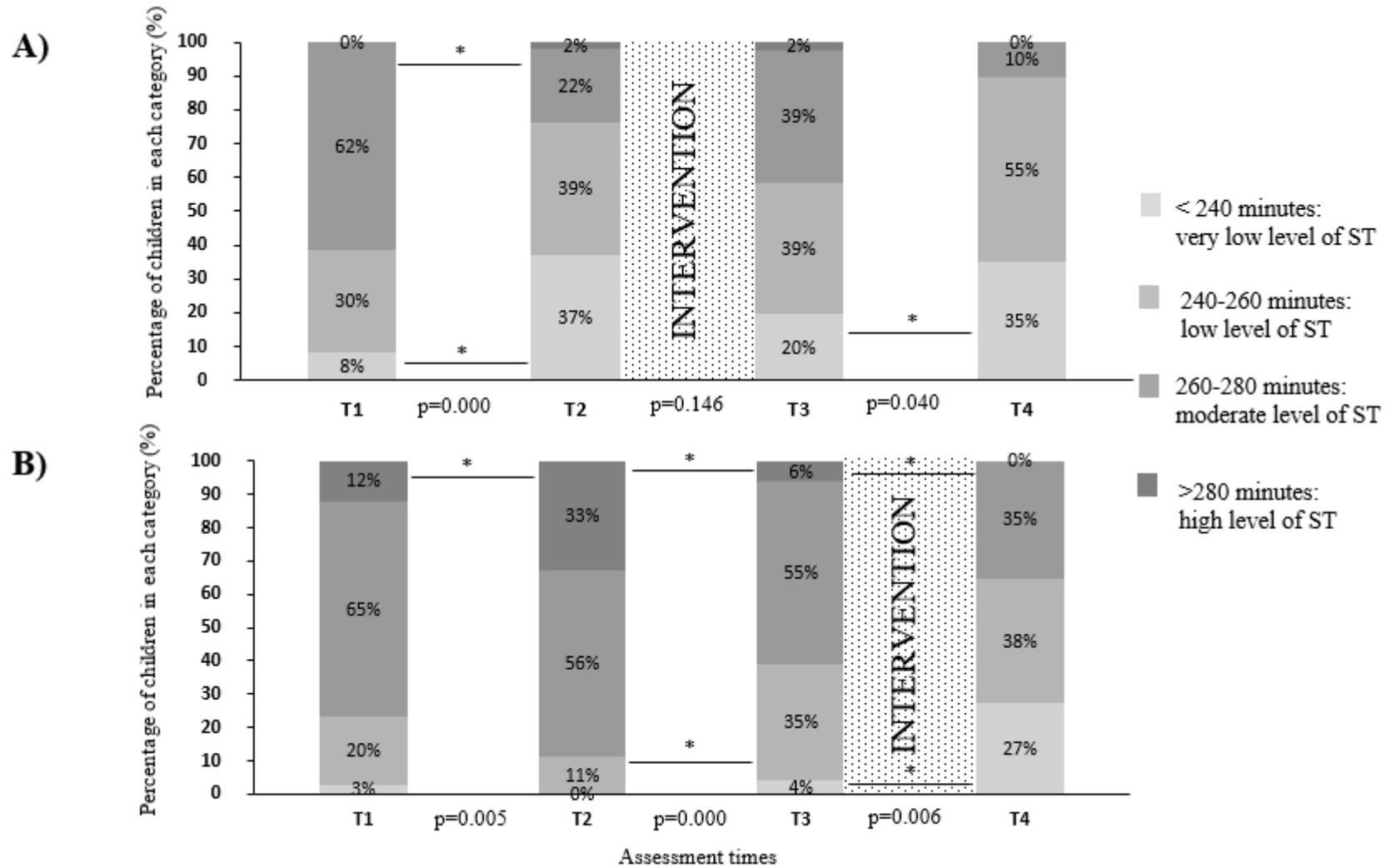


Figure 2. Evolution of ST of children in school 1 (A) and in school 2 (B) during the school day

4. Discussion

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of a duplicated intervention conducted in primary schools with children from disadvantaged neighbourhoods. The intervention was based on the socio-ecological model with the aim of having a decisive impact on the psychological factors of children.¹³ Chi-square analyses were conducted to assess the changes in the percentages of children in MVPA and ST levels at each measurement point.

For School 1, significant positive outcomes were clearly found during the school day at T2 compared to T1 for MVPA and ST. However, these effects did not appear on weekdays and weekend days. During the intervention (T2-T3) and one year after (T3-T4), no significant differences were revealed in the 4 categories of MVPA during the school day, weekday, and weekend day. However, one year after the intervention (at T4), there were more children with a low level of ST during the school day and weekday (less than 270 and 540 minutes per day, respectively).

In School 2, the percentages of children in the lowest MVPA categories increased from T1 to T2 during the school day. These results were the opposite of School 1. From T2 to T3, there was a clear change: the percentages of children who reached the recommended levels of PA increased significantly during the school day and weekday, indicating that a larger number of children had higher levels of PA in T3 than in T2. During the year of the intervention (T3-T4), additional effects occurred on MVPA. We found the same pattern of results with ST on the school day and on the weekday. More specifically, in T3 compared to T2, as well as in T4 compared to T3, there was a significant decrease in the number of sedentary children. Thus, at the end of the intervention (T4), there was a greater percentage of children who were less sedentary.

It seems that "early" effects had occurred in both schools (i.e before the intervention really started). Intervention also seems to have contributed to a maintenance of, or a progression towards, more active categories. The effects on ST were complementary to those on MVPA but supplementary effects were also seen at the end of the intervention.

However, disparities were found between the schools. While beneficial effects on MVPA during the intervention year at school 2 were found at the weekend, no improvements were shown for school 1 during the intervention year. In School 2 positive effects on ST were found at the end of the intervention (at T4) during the school day and weekdays, but these effects were only visible one year after the end of the intervention (T4) on the school day and on weekdays for school 1.

The early effects of the duplicated interventions could potentially be explained by a Hawthorne effect.²⁸ It is possible that the presence of the research team at each school during the measurements in the year prior to each intervention may have influenced the behaviour of the children and the teachers. These actions may have been sufficient to generate conscious or even unconscious actions by children and teachers during the previous year, before the interventions which were being planned for the following year. Alternatively, it is also possible that teachers have anticipated some modification in their classroom because they did not want to wait the official start of the intervention as it was a long time before the first measurement point. The Hawthorne effect may have occurred as teachers may have been impatient to engage in the intervention.

The implementation of multicomponent interventions could possibly maintain these early effects. All effects were principally observed during the school day. These results are in accordance with a 2-year multicomponent study intervention in a primary school.²⁹ They also reported effects on MVPA and ST only during the school day, while no effects were observed on the weekdays. This result suggests that the children may have compensated their MVPA

during the school day by decreasing the MVPA outside school hours. Moreover, this present study also found delayed effects on ST. Similar to our study, an intervention conducted with disadvantaged children found continuing improvements in ST levels during the 3 years of intervention.¹⁵

Our study reported more effects on ST-related behaviours than on PA. Similarly, a study found reduced ST but no increase in PA.³⁰ As in our study, this intervention includes several actions intended to reduce ST. Therefore, it seems that these specific strategies on school ST are really effective and are even more beneficial than PA-related actions. Moreover, the beneficial effects on ST were preserved one year after the intervention. This can be compared to an intervention study carried out with children from a disadvantaged background, which found no increase in MVPA and ST during the intervention, but did find an effect one year after the end of it.¹⁶ They reported a decrease in the time spent in front of the television on weekends. Conscious behaviours aimed at decreasing ST were possibly used by the children over periods of non-school time (weekends).

These results suggest that school actions may have a different impact on PA and on ST on weekend day, these being quite distinct behaviours. Children from disadvantaged backgrounds may not have the material and organizational resources to practice PA outside school but they are able to reduce ST at home without financial resources.

This study has several strengths. The intervention was multicomponent and multilevel. Teachers and children participated actively in some of the school-based actions. In particular, the intervention was carried out with children from disadvantaged neighbourhoods, a population which rarely has such interventions. However, this study also has several limitations. It was difficult to get the involvement of the parents in the intervention. As a consequence, many children were not allowed to wear the accelerometer or did not do so properly and this resulted in high rates of missing data. In addition, there was a significant

turn-over of disadvantaged children in these schools. Thus, it was not possible study longitudinal effects by following the same children over the 3 years.

5. Conclusion and perspectives

Positive effects on PA and ST seems to have occurred before the intervention in each school. These "early" effects were maintained during the intervention. Initiative and motivation to engage quickly in the project can explain these results which seem to be linked to a Hawthorne effect. These results suggest that simply describing a new motivational project and giving independence to the teachers and children could be help to improve active behaviours. Perception of autonomy could play a major role with disadvantaged children. It would be appropriate to carry out qualitative measures with this population to determine which factors can change childrens' behaviour towards a more active and less sedentary lifestyle.

6. References

1. Ng SW, Popkin, BM. Time use and physical activity: a shift away from movement across the globe. *Obes Rev.* 2012;13(8):659-680.
2. Cooper AR, Goodman A, Page AS, Sherar LB, Esliger DW, van Sluijs EM. Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: the international children's accelerometry database (ICAD). *Inter J Behav Nutr Phys Act.* 2015;12(1):113.
3. Cheval B, Sieber S, Guessous I, Orsholits D, Courvoisier DC, Kliegel M. Effect of early- and adult-life socioeconomic circumstances on physical inactivity. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(3):476-485.
4. Davison KK, Lawson, CT. Do attributes in the physical environment influence children's physical activity? A review of the literature. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2006;3(1):19.
5. King AC, Stokols D, Talen E, Brassington, GS, Killingsworth R. Theoretical approaches to the promotion of physical activity: forging a transdisciplinary paradigm. *Am J Prev Med.* 2002;23(2):15-25.
6. Cohen S, Evans G, Stokols D, Krantz D. Behavior, health and environmental stress. *Appl Ergon.* 1986;18(3):253-254.
7. Bradley RH, Corwyn, RF. Socioeconomic status and child development. *Annu Rev Psychol.* 2002;53(1):371-399.
8. World Health Organization. *Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030: More Active People for a Healthier World.* Geneva, Switzerland: World Health Organization;2019.
9. Kriemler S, Meyer U, Martin E, van Sluijs EM, Andersen LB, Martin BW. Effect of school-based interventions on physical activity and fitness in children and adolescents: a review of reviews and systematic update. *Br J Sports Med.* 2011;45(11):923-930.

10. Van Sluijs, E. M., McMinn, A. M., & Griffin, S. J. Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *BMJ*. 2007;335(7622):703.
11. Pate RR, Davis MG, Robinson TN, Stone EJ, McKenzie, TL, Young JC. Promoting physical activity in children and youth. *Circulation*. 2006;114(11):1214-1224.
12. Sallis JF, Cervero RB, Ascher W, Henderson KA, Kraft MK, Kerr J. An ecological approach to creating active living communities. *Annu Rev Publ Health*. 2006;27:297-322.
13. Sallis JF, Owen N, Fisher, EB. *Ecological models of health behavior*. In: Glanz K, Rimer BK, Viswanath K, eds. *Health Behavior and Health Education: Theory, Research, and Practice*. 4th ed. San Francisco, CA: Jossey-Bass;2008:465-486.
14. Deci EL, Ryan, RM. Self-determination theory: a macrotheory of human motivation, development, and health. *Can Psychol*. 2008;49(3):182.
15. King KM, Ling J. Results of a 3-year, nutrition and physical activity intervention for children in rural, low-socioeconomic status elementary schools. *Health Educ Res*. 2015;30(4):647-659.
16. Kipping RR, Howe LD, Jago R, Campbell R, Wells S, Chittleborough, CR. Effect of intervention aimed at increasing physical activity, reducing sedentary behaviour, and increasing fruit and vegetable consumption in children: active for Life Year 5 (AFLY5) school based cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 2014;348:g3256.
17. Nyberg G, Sundblom E, Norman Å, Bohman B, Hagberg J, Elinder LS. Effectiveness of a universal parental support programme to promote healthy dietary habits and physical activity and to prevent overweight and obesity in 6-year-old children: the healthy school start study, a cluster-randomised controlled trial. *Plos One*. 2015;10(2):e0116876.

18. Vander Ploeg KA, Maximova K, McGavock J, Davis W, Veugelers P. Do school-based physical activity interventions increase or reduce inequalities in health? *Soc Sci Med.* 2014;112:80-87.
19. Zaragoza Casterad J, Sevil-Serrano J, Bois JE, Generelo E, Lhuisset L, Aibar-Solana A. Centre for the Promotion of Physical Activity and Health (CAPAS-City): A Pyrenean Cross-Cultural Structure to Lead the Way in the Design, Implementation, and Evaluation of Multilevel Physical Activity Interventions. *Int J Env Res Public Health.* 2019;16(19):3631.
20. Catellier DJ, Hannan PJ, Murray DM, Addy CL, Conway TL, Yang S, Rice JC. Imputation of missing data when measuring physical activity by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(11 Suppl):S555.
21. Lubans DR, Hesketh K, Cliff D, Barnett L, Salmon J, Dollman J. A systematic review of the validity and reliability of sedentary behaviour measures used with children and adolescents. *Obes Rev.* 2011;12(10):781-799.
22. Sirard JR, Pate RR. Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med.* 2001;31(6):439-454.
23. Ridgers ND, Fairclough S. Assessing free-living physical activity using accelerometry: Practical issues for researchers and practitioners. *Europ J Sport Sci.* 2011;11(3):205-213.
24. Trost SG, McIver KL, Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(11):S531.
25. Rowlands AV, Powell SM, Humphries R, Eston RG. The effect of accelerometer epoch on physical activity output measures. *J Exerc Sci Fit.* 2006;4(1):52-58.
26. Evenson, KR., Catellier, DJ, Gill K, Ondrak KS, McMurray RG. Calibration of two objective measures of physical activity for children. *J Sports Sci.* 2008;26(14):1557-1565.

27. Kotsiantis, S., & Kanellopoulos, D. (2006). Discretization techniques: A recent survey. *GESTS International Transactions on Computer Science and Engineering*, 32(1),47-58.
28. Adair JG. The Hawthorne effect: a reconsideration of the methodological artifact. *J Appl Psychol*. 1984;69(2):334.
29. Haapala HL, Hirvensalo MH, Kulmala J, Hakonen H, Kankaanpää A, Laine K. Changes in physical activity and sedentary time in the Finnish Schools on the Move program: a quasi-experimental study. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27(11):1442-1453.
30. Taylor S, Noonan R, Knowles Z, OwennM, McGrane B, Curry W, Fairclough S. Evaluation of a pilot school-based physical activity clustered randomised controlled trial - active schools: Skelmersdale. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(5):1011.

VI -Travaux de recherche 6 :

Interventions en école primaire pour promouvoir l'activité physique et diminuer le temps sédentaire : bilan des expériences vécues par les enseignants

Caroline BERNAL¹

¹Université de Pau & des Pays de l'Adour, e2s UPPA, MEPS, Tarbes, France STAPS

Contribution des auteurs :

Caroline Bernal a rédigé l'article et a réalisé les révisions mineures demandées par la revue *eJRIEPS*.

Cet article a été soumis dans la revue *eJRIEPS* (janvier 2020). Des corrections mineures ont été demandées par les experts (mars 2020). Une version révisée a été renvoyée à la revue (avril 2020).

Intervention en école primaire pour promouvoir l'activité physique et diminuer le temps sédentaire : bilan des expériences vécues par des enseignants

Résumé (11 lignes) :

Face à l'augmentation de l'inactivité physique, une intervention ayant pour objectif de promouvoir l'activité physique et de diminuer le temps sédentaire des enfants a été mise en place successivement dans deux écoles primaires françaises situées en Réseau d'Education Prioritaire. Suite aux interventions, des données de questionnaires destinés aux enseignants ont permis de connaître leur investissement et le déroulement de l'intervention sur le terrain. Globalement, les enseignants ont adhéré à l'intervention en proposant en toute autonomie des pauses actives pour réduire le temps sédentaire ainsi que des ateliers d'activité physique supplémentaires. L'intervention a également permis d'agir positivement sur leur propre niveau d'activité physique. Ce partage d'expérience peut constituer une source d'informations pour les futurs chercheurs, intervenants et enseignants s'intéressant à la promotion des comportements de santé pendant l'enfance.

Mots clés : activité physique, sédentarité, intervention, école, enseignant

**Title: School-based intervention to promote physical activity and reduce sedentary time:
a survey of the teachers' experiences**

Summary (9 lines):

With the increase of physical inactivity levels, an intervention aimed at promoting physical activity and reducing children's sedentary time has been implemented in one french primary school and duplicated in a second primary school. Data from questionnaires addressed to the teachers following theses interventions provided a feedback on the progress of the interventions and on the experiences lived in the school. Teachers have globally adhered to the intervention by proposing independently sedentary breaks and additional physical activity workshops. The intervention also had a positive impact on their personal physical activity level. This shared experience from teachers can be useful for future researchers, practitioners and teachers who are interested in the promotion of health behaviours on childhood.

Key words: physical activity, sedentariness, intervention, school, teacher

1. Introduction

Dans les pays industrialisés tels que la France, le développement de l'ère industrielle a précipité le déclin de l'activité physique (AP) et a augmenté parallèlement le temps passé assis (Warburton et Bredin, 2017). Les enfants d'aujourd'hui, nés dans l'Anthropocène, ont connu uniquement cette société hypermoderne qui a pour norme la réalisation d'activités en position sédentaire et qui considère la pratique d'AP comme complémentaire au mode de vie traditionnel (Cregan-Reid, 2019). Les comportements sédentaires sont inconscients et automatisés (Cheval, Radel, Neva, Boyd, et Swinnen, 2018). Ainsi, se faire accompagner par ses parents en voiture, prendre le bus ou un ascenseur, s'asseoir pendant des heures à l'école, constituent des comportements habituels. Tous ces temps sédentaires s'additionnent au temps consacré aux loisirs passifs, comme par exemple le temps passé face aux écrans, qui ont été démultipliés ces dernières décennies par les avancées technologiques (Cregan-Reid, 2019). Ainsi, en France, 72% des garçons et 82% des filles ne respectent pas les recommandations des 60 minutes d'AP par jour et le temps sédentaire (TS) est estimé à plus de 8 heures par jour pour chaque enfant (Rapport de Santé Publique France, 2015). De plus, pendant les années d'école primaire, entre 6 et 12 ans, l'AP décroît significativement (Cheval et al., 2018). Ce fléchissement s'accélère ensuite tout au long de l'adolescence ainsi qu'à l'âge adulte. Or, l'inactivité physique et le cumul de TS entraînent de nombreuses répercussions négatives sur la santé physique, psychologique et sociale et sont considérés comme des problèmes de santé publique graves (Warburton et Bredin, 2017). L'inactivité physique a notamment été identifiée comme étant la quatrième cause de mortalité au niveau mondial. Les problèmes de santé engendrés pendant l'enfance et l'adolescence ont des répercussions sur la future vie adulte de l'enfant (Jones, Hinkley, Okely, et Salmon, 2013), augmentant le risque de développer des pathologies cardiovasculaires. Face à ce constat, il est primordial d'agir pour modifier les comportements de santé des enfants.

2. Cadre théorique

La prévalence de l'inactivité physique et de la sédentarité est plus élevée pour des enfants issus de milieux défavorisés (Cheval et al., 2018). En effet, ces milieux de vie diminuent les possibilités de pratiquer une AP. Certains facteurs de stress environnementaux (trafic de drogue, violence dans le quartier) peuvent amener à réduire la pratique d'AP récréative dans le quartier (King, Stockols, Talen, et Killingsworth, 2002 ; Perkins, Meeks, et Taylor, 1992 ; Sanders-Phillips, 2000). De plus, les moyens logistiques, financiers et éducationnels des familles constituent également des barrières importantes à la pratique d'AP (King et al., 2002). L'école permet de réaliser des activités de sensibilisation et d'éducation à la santé auprès de tous les enfants, quel que soit leur situation familiale et financière. En effet, les comportements actifs doivent être revalorisés et être réappris dans ce contexte d'urgence sanitaire (World Health Organization, 2019). Le rôle du chercheur est de concevoir des interventions dans le domaine scolaire et d'évaluer leurs effets afin de promouvoir les comportements actifs des enfants tout au long de leur vie (Kriemler et al., 2011).

Il semble que les interventions en école primaire destinées à promouvoir l'AP et diminuer le TS qui sont les plus efficaces sont celles qui agissent sur une somme de facteurs qui influencent les enfants (Kriemler et al., 2011). Le modèle socio-écologique regroupe l'ensemble de ces facteurs (Sallis, Owen, et Fisher, 2008). L'enfant y est placé au centre avec ses caractéristiques personnelles. Il est influencé par des facteurs interpersonnels situés au second niveau du modèle, tels que les parents et les enseignants. Ainsi, les études interventionnelles en école primaire proposent par exemple des ateliers de sensibilisation pour les parents et des formations pour les enseignants afin qu'ils puissent par la suite influencer positivement les enfants dans l'adoption de comportements sains. Le troisième niveau est composé de facteurs environnementaux et organisationnels. Par exemple, il est possible d'aménager le milieu scolaire en mettant à disposition du matériel sportif aux enfants pendant

les récréations ainsi que proposer des créneaux d'AP supplémentaires à l'école. Enfin, au niveau le plus distal du modèle, les politiques publiques peuvent également influencer les enfants. Par exemple, les politiques de la ville et des régions sont en mesure de décider d'implanter des parcs ou de favoriser les activités sportives dans la commune. Afin d'augmenter la motivation intrinsèque des enfants dans la pratique de l'AP, la théorie de l'autodétermination de Deci et Ryan peut être couplée au modèle socio-écologique (Deci et Ryan, 2008). En effet, les leviers d'intervention ont pour objectif de modifier les trois besoins psychologiques fondamentaux de l'enfant, c'est-à-dire le sentiment de compétence, d'autonomie et d'affiliation sociale. De ce fait, ces changements vont agir positivement sur la motivation de l'enfant à pratiquer une AP en favorisant le plaisir de la pratique et vont ainsi participer à la modification des comportements d'AP à long terme.

Les enseignants jouent un rôle primordial auprès des enfants et notamment sur ceux issus de milieux défavorisés. Situés sur le deuxième niveau du modèle socio-écologique de Sallis et al. (2008), ils sont considérés comme l'un des facteurs sociaux ayant une influence cruciale sur les comportements des enfants (Eather, Morgan, et Lubans, 2013). Ainsi, leurs propres comportements liés à l'AP peuvent être déterminants sur les comportements actifs des enfants (Eather et al., 2013). Lors de la mise en place d'une intervention pour promouvoir l'AP et diminuer le TS en école primaire, ils peuvent être impliqués activement aux différentes actions (Kriemler et al., 2011). Leur engagement est décisif, car il mène les enseignants à modifier leur pratique d'enseignement, à leur faire analyser de nouvelles situations et à les faire progresser (Uwamariya et Mukamurera, 2005). Cependant les enseignants ne disposent pas toujours des compétences leur permettant de réaliser seuls des actions interventionnelles ou de choisir des contenus d'intervention pour promouvoir l'AP et diminuer le TS des enfants. En effet, les enseignants peuvent ne pas être suffisamment formés et peuvent manquer de soutien et de suivi lors de la mise en place des actions de promotion

(Allisson et al., 2016). Certains enseignants peuvent également éprouver un moindre intérêt pour ce domaine (Gilmore et Donohoe, 2016). De ce fait, il est nécessaire pour l'équipe en charge d'un projet interventionnel d'apporter un soutien et un accompagnement professionnel aux enseignants, afin de faire entrer les enseignants dans une démarche de développement professionnel et de constituer un contexte favorable à la réussite de l'intervention (Beaudoin, Turcotte, Berrigan, Gignac, et Bernier, 2018 ; Turcotte, Gaudreau, et Otis, 2007). Suite à l'intervention, il est indispensable de comprendre quel a été leur rôle auprès des enfants, mais également de connaître leurs ressentis. Ainsi, il est possible de les interroger à propos des expériences interventionnelles qu'ils ont vécues au cours de l'intervention. Plusieurs indicateurs peuvent être ainsi mesurés par questionnaire : 1) Participation aux différentes actions, reflet de leur engagement ; 2) Perceptions à propos de l'efficacité des actions menées (évolution de l'AP et du TS de l'enfant, de son comportement en classe) ; 3) Modifications comportementales personnelles liés à l'AP (plaisir de pratiquer, évolution de la pratique au cours de l'intervention).

Moins de 10% des études interventionnelles en milieu scolaire ont été réalisées auprès d'enfants de quartiers défavorisés depuis la dernière décennie (Kriemler et al., 2011). De plus, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2019 a pour objectif de diminuer la prévalence de l'inactivité physique chez les jeunes ainsi que diminuer les inégalités sociales. Prenant en considération tous ces points, une intervention a été dupliquée dans deux écoles primaires situées en Réseau d'Education Prioritaire ayant pour objectif de promouvoir l'AP et de diminuer le TS. Ces interventions ont combiné l'approche socio-écologique ainsi que la théorie de l'autodétermination (Deci et Ryan, 2008 ; Sallis et al., 2008). Les enseignants ont participé activement et ont été des facteurs fondamentaux dans la conception et dans la mise en place des actions interventionnelles. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'analyser les

expériences vécues des enseignants suite à l'intervention destinée à promouvoir l'AP et à diminuer le TS chez des enfants d'école primaire issus d'un quartier défavorisé.

3. Méthodologie

3.1. Protocole expérimental de l'étude

Deux écoles primaires de la ville de Tarbes (Hautes-Pyrénées, France) situées en Réseau d'Education Prioritaire ont été sollicitées et ont toutes les deux accepté de participer au projet d'intervention. Ce projet avait été discuté préalablement avec les équipes enseignantes des deux écoles qui s'étaient montrées volontaires. Ce projet d'intervention s'est effectué sur 3 années scolaires et un protocole expérimental a été parallèlement mis en place afin de mesurer les effets de l'intervention. Pendant la première année scolaire 2016/2017, aucune intervention n'a été effectuée. Sur cette même année, des mesures diagnostiques d'AP et de TS ont été effectuées en début d'année dans les deux écoles dans le cadre d'une première période de récolte de données notée T1 (« T » faisant référence à « temps de mesure »). (T1, novembre 2016). Ces données ont été récoltées afin de connaître les niveaux d'AP et de TS initiaux des enfants, sans intervention préalable. En fin d'année scolaire, ces mesures ont été répétées afin d'observer un éventuel effet de saison (T2, juin 2017). Pendant la deuxième année scolaire 2017/2018, l'intervention destinée à promouvoir l'AP et diminuer le TS a été mise en place dans l'école 1. L'école 2 a été assignée comme école contrôle. De manière similaire à la première année du projet, des données d'AP et de TS des enfants ont été récoltées en début d'année scolaire, alors que les premiers ateliers de sensibilisation dans l'école 1 avaient commencé (T3, novembre 2017). Enfin, une quatrième période de récolte de données a été effectuée en post-intervention (T4, juin 2018). Pendant la troisième année de l'étude 2018/2019, cette même intervention a été dupliquée dans l'école 2 ; une seule période de récolte de données a été effectuée dans les deux écoles en fin d'année scolaire (T5, juin 2019).

Une équipe universitaire a participé à la mise en place du protocole expérimental et de l'intervention dans les deux écoles. Plus précisément, deux chercheurs, quatre étudiants et une doctorante diplômée dans le domaine de l'activité physique et de la santé ont participé aux différentes phases de récolte de données et sont également intervenus dans les écoles dans le cadre de l'intervention. Ils ont travaillé en collaboration avec l'ensemble des équipes enseignantes des deux écoles, l'Inspection Académique (IA) du département, et les politiques éducatives de la ville.

3.2. Mesures réalisées

À chaque période de récolte de données (T1, T2, T3, T4, T5), l'AP et le TS ont été évalués par accélérométrie. Il s'agit d'une méthode de mesure objective valide permettant de recueillir pour chaque enfant des temps précis d'AP avec les intensités pratiquées, ainsi que le temps passé en position sédentaire. Les enfants devaient avoir obligatoirement une autorisation des parents pour porter l'accéléromètre pendant 7 jours sur chaque période. Des analyses du temps passé à pratiquer de l'AP et du TS sur une journée d'école classique et du week-end seront effectuées afin de déterminer les effets de chaque intervention sur les comportements actifs des enfants. À chaque période, d'autres données ont été récoltées par l'équipe universitaire en charge du projet. Un questionnaire destiné aux enseignants a notamment permis de recueillir les expériences vécues au cours de l'intervention, objet de cette étude.

3.3. Implication des enseignants à l'intervention

Tous les enfants du CP au CM2, âgés en moyenne de 6 à 12 ans, ont bénéficié des actions interventionnelles, ce qui correspond approximativement à 400 enfants par établissement. De plus, 55% des enfants de chaque école ont porté l'accéléromètre à chaque temps de mesure. Au total, six leviers d'intervention ont été sélectionnés et mis en place : 1.

Ateliers de sensibilisation et pauses actives en classe pour les enfants ; 2. Réunions, newsletters et feedbacks pour les parents ; 3. Sessions de formation des enseignants ; 4. Aménagement environnemental et matériel (traçage au sol dans la cour de récréation) ; 5. Aménagement organisationnel (diminution du temps passé à la cantine, aires aménagées dans la cour) ; 6. Collaboration avec les politiques locales et éducationnelles, notamment la mairie et l'IA des Hautes-Pyrénées. Ainsi, les facteurs des différents niveaux du modèle socio-écologique ont été pris en considération et de nombreuses actions interventionnelles ont été mises en place par l'équipe universitaire. L'ensemble de ces actions, répertoriées sur le modèle socio-écologique, sont rapportées sur la Figure 1.

Les enseignants ont ainsi été impliqués dans la conception et la mise en place de l'intervention, et ont également participé activement à l'ensemble du protocole expérimental. Tout d'abord, l'un des leviers les plus importants était de proposer aux enseignants de chaque école quatre sessions de formation sur la promotion de l'AP et du TS, d'une durée de 3 heures chacune. Ces rencontres étaient formelles. Avec le soutien de l'IA des Hautes-Pyrénées, ces sessions étaient comptabilisées parmi les formations continues proposées chaque année aux enseignants. La doctorante et intervenante en charge du projet d'intervention a piloté et animé l'ensemble de ces sessions. Les thèmes suivants ont été abordés : 1. Connaissances sur les notions d'AP, de TS, leurs liens avec la santé et travail sur la pratique d'AP personnelle ; 2. Techniques et outils pour promouvoir l'AP et diminuer le TS des enfants (pauses actives, ateliers de sensibilisation, séances d'AP, modification de l'organisation et de l'environnement de la classe, travail interdisciplinaire) avec attribution de conseils pratiques et personnalisés en fonction de l'âge des enfants ; 3. Facteurs sociaux des différents niveaux du modèle socio-écologique pouvant influencer la pratique d'AP des enfants ; 5. Informations à propos de l'intervention (dates des périodes de récolte de données et des ateliers, taux de participation des enfants, etc.). Ces sessions avaient principalement pour but de favoriser les échanges

d'idées et de solutions entre enseignants, de susciter de l'intérêt pour l'AP et pour l'éducation à la santé et d'améliorer leur sentiment de compétence. Ces formations ont été réalisées au cours des années interventionnelles. Les enseignants ont pu bénéficier de documents de synthèse concernant les principales connaissances abordées, ainsi que des conseils d'ordre pratique. Il a également été proposé aux enseignants de recevoir des documents supplémentaires par messagerie électronique. L'ensemble de ces documents ont été rédigées par la doctorante-intervenante.

Les enseignants avaient la possibilité de réaliser toutes les actions interventionnelles qu'ils souhaitaient au cours de chaque année interventionnelle respective. Par exemple, ils pouvaient ajouter des jeux dans la cour de récréation, ajouter des cours d'Education Physique et Sportive (EPS) supplémentaires, réaliser un travail interdisciplinaire en classe en lien avec l'AP, proposer des ateliers de sensibilisation supplémentaire ainsi que des pauses actives, etc. Cependant, au début de chaque année interventionnelle, les intervenants ont réalisé les premiers ateliers de sensibilisation et les pauses actives en classe. Cet accompagnement avait pour objectif de mettre les enseignants en confiance en leur montrant le déroulement de ces ateliers. Ils ont ainsi pu observer l'organisation de ces activités, notamment les différentes techniques et exercices utilisés par les intervenants. Sur la suite de chaque année interventionnelle, les enseignants ont mis en place des ateliers de sensibilisation et des pauses actives sans la présence des intervenants. Les enseignants pouvaient cependant les solliciter afin d'obtenir diverses suggestions, conseils et informations, notamment au travers des sessions de formation. Un support à distance a également été proposé.

Un des buts recherchés par l'équipe universitaire (intervenants) en charge du projet était de rendre les enseignants autonomes dans la mise en place et la réalisation de ces actions tout au long de l'année interventionnelle, afin qu'ils puissent les reproduire au long terme. De ce fait, les intervenants n'étaient pas présents tous les jours dans les écoles : leur fréquence

d'accompagnement dépendait des phases de l'intervention. Au début de l'intervention, ils étaient présents pour assurer l'ensemble des démonstrations, puis peu à peu, une plus grande autonomie a été laissée aux enseignants. Il est également important de souligner que les équipes enseignantes des écoles ont été impliquées lors de chaque période de récolte de données, c'est-à-dire pendant un à deux mois à chaque année scolaire parmi les 3 années du protocole expérimental. À chaque période de récolte de données, les enseignants de chaque classe ont ainsi adapté leurs leçons en classe pendant la distribution des accéléromètres. Ils ont également participé à la distribution et au recueil des autorisations parentales pour le port de l'accéléromètre ainsi que d'autres documents (lettres d'information pour les parents, documents avec résultats et feedbacks sur les niveaux d'AP, etc.). L'ensemble de ce projet ayant été collaboratif avec les politiques locales et régionales, les enseignants ont également participé à des réunions avec des représentants communaux et de l'IA.

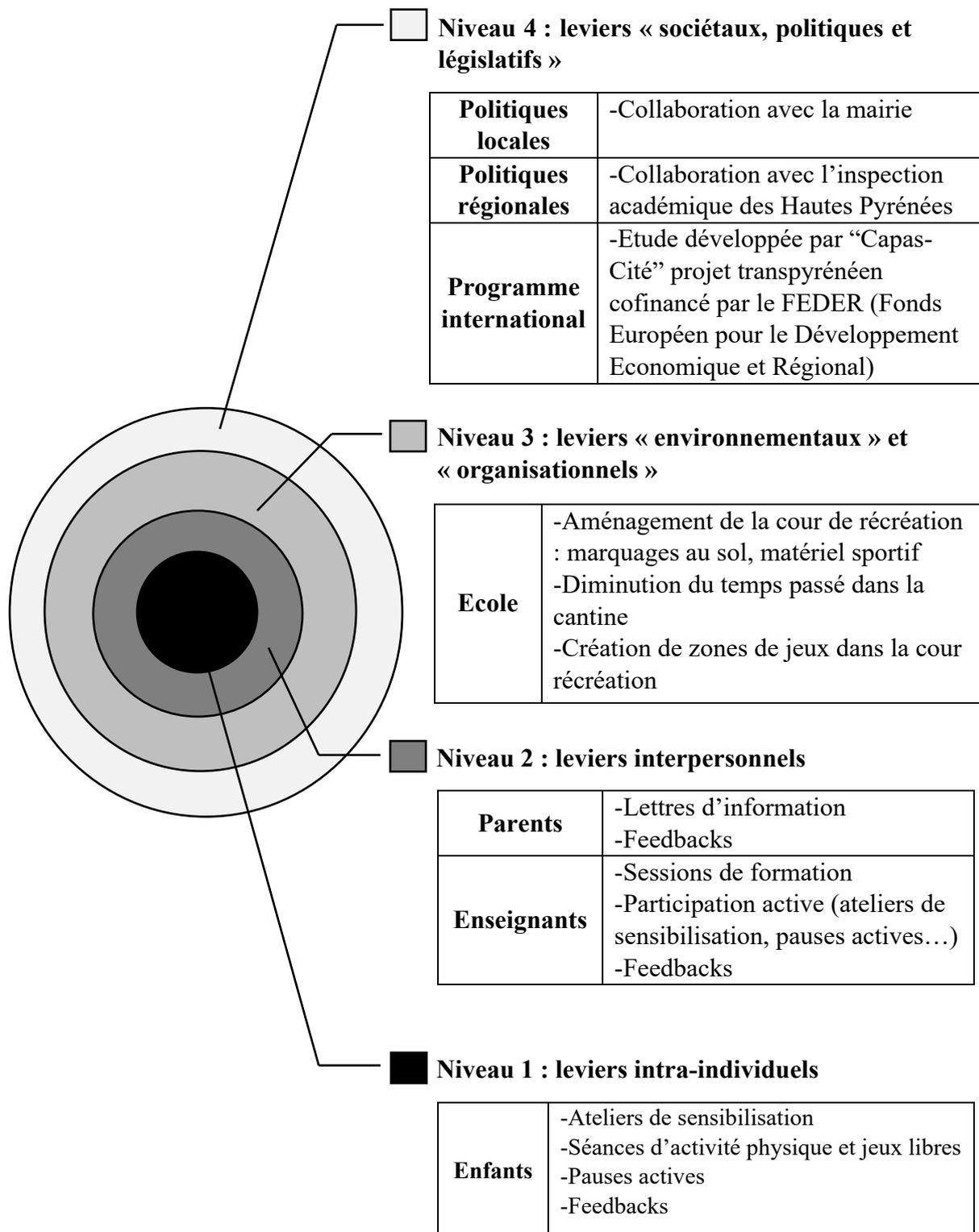


Figure 1. Leviers d'intervention mobilisés sur les 4 niveaux du modèle socio-écologique dans les deux interventions scolaires.

3.4. Enseignants participants

Un questionnaire a été réalisé avec l'interface « Google Forms » qui appartient à l'application « Google Drive ». Les expérimentateurs peuvent ainsi rédiger des questions qui sont à choix simple ou multiples, ou pouvant demander une réponse ouverte courte ou longue. Le questionnaire a été élaboré par la doctorante-intervenante de l'équipe universitaire. Ce questionnaire était envoyé par messagerie électronique aux enseignants de chaque école l'année qui ont suivi l'intervention. Ainsi, les enseignants de l'école 1 ont reçu le questionnaire au cours de l'année scolaire 2018/2019 alors que ceux de l'école 2 l'ont reçu plus tard en 2019/2020. Une période de latence de 5 mois a été appliquée entre la fin de l'intervention et l'envoi du questionnaire dans chaque école. Au maximum, trois rappels par messagerie électronique ont été effectués auprès des enseignants afin d'obtenir la totalité des réponses. Les réponses de chaque questionnaire étaient disponibles sur l'application « Google Drive » uniquement pour la doctorante-intervenante qui s'est chargée de sa diffusion auprès des enseignants.

La réalisation du questionnaire a pris entre 15 et 20 minutes à chaque enseignant. Leurs réponses étaient anonymes. La totalité des réponses ont été traitées lorsque l'effectif complet des enseignants de chaque école ayant participé à l'intervention ont répondu au questionnaire. Le nombre de participants s'élève donc à 6 enseignants (5 femmes, 1 homme) pour l'école 1 et à 9 enseignants (8 femmes, 1 homme) dans l'école 2.

3.5. Caractéristiques du questionnaire distribué aux enseignants

Le questionnaire comportait quatre parties. Dans la première partie, les enseignants ont été interrogés à propos de leur participation sur la mise en place d'actions interventionnelles supplémentaires à celles réalisées par les intervenants. Ces questions concernaient la participation et la fréquence de réalisation des diverses actions

interventionnelles ; 1. Pausas actives pour diminuer le TS en classe ; 2. Ateliers d'AP en classe et en récréation ; 3. Cours d'EPS. Si les enseignants n'ont pas effectué ces différentes actions, ils ont pu expliquer les raisons de ce choix. Deux questions supplémentaires ont été posées. L'une d'elle était destinée à savoir si les enseignants ont abordé le thème de l'AP et de la sédentarité avec les élèves. Une autre question avait pour objectif de savoir si les enseignants ont apporté d'éventuelles modifications dans l'organisation des leçons afin de proposer plus de mouvement aux enfants. Enfin, les enseignants ont également estimé leur investissement sur l'ensemble du projet, comprenant l'intervention et le protocole expérimental.

La deuxième partie du questionnaire s'est intéressée aux perceptions des enseignants concernant l'efficacité de l'intervention sur : 1. Les comportements d'AP des enfants ; 2. Les comportements sédentaires des enfants ; 3. Le niveau de sensibilisation des enfants à ces problématiques. 4. D'autres caractéristiques (estime de soi, résultats scolaires, concentration des enfants en classe, etc.).

La troisième partie comportait des questions destinées à examiner les déterminants psychologiques des enseignants par rapport à l'intervention et à leur pratique personnelle d'AP. Plus précisément, les enseignants ont été interrogés sur le plaisir qu'ils ont éprouvé au cours de l'intervention. Ensuite, il a été demandé aux enseignants s'ils pensent avoir eu les compétences nécessaires pour réaliser les actions interventionnelles. Enfin, une dernière question sur cette troisième partie avait pour objectif de savoir si les enseignants se sont perçus comme étant un soutien essentiel pour les enfants leur permettant d'influencer leur pratique d'AP.

Dans une dernière partie, les enseignants ont pu faire part de l'évolution concernant leur propre niveau d'AP : 1. Plaisir à pratiquer ; 2. Evolution du temps de pratique d'AP ; 3. Evolution de la vision de l'AP et du TS. Enfin, les enseignants ont pu compléter deux

questions ouvertes les invitant à mentionner des aspects de l'intervention qui auraient pu être améliorés ainsi que des nouveaux éléments interventionnels qui pourraient être ajoutés dans les futures interventions en école primaire.

3.6. Exploitation des données

Les réponses des enseignants à chaque question ont été reportées sur un fichier excel. Pour les données quantitatives, des statistiques descriptives simples (moyenne, écart-type) ont été effectuées. Ces analyses ont été élaborées à l'aide des outils statistiques proposés par Google Forms. Ainsi, les statistiques descriptives ont permis d'explorer les réponses des données quantitatives des quatre parties du questionnaire. Elles ont été réalisées rigoureusement par la doctorante-intervenante. Le recueil des données sur le fichier excel était la seule condition préalable à la réalisation des statistiques descriptives. Les données qualitatives, recueillies par les questions demandant une réponse ouverte courte ou longue, n'ont pas fait l'objet de méthodes statistiques et ont été reportés avec exactitude sur le fichier de données. Les réponses des enseignants de deux écoles ont été analysées séparément afin de pouvoir disposer de retours d'expériences spécifiques à chaque contexte scolaire.

4. Résultats : réponses des enseignants au questionnaire

4.1. Participation des enseignants aux actions interventionnelles

Les résultats sont rapportés dans le tableau 1. Dans l'école 1, la moitié des enseignants (50%) ont mis en place des pauses actives en classe pour réduire le TS et les ont réalisées quotidiennement. Dans l'école 2, les pauses actives ont été effectuées par une majorité d'enseignants (77,8%). Parmi ces 77,8%, seulement 28,6% d'entre eux les ont effectuées quotidiennement, contre 42,9% de manière hebdomadaire. De plus, parmi les 66,7% d'enseignants ayant réalisé des ateliers d'AP supplémentaire dans l'école 1, 50% les ont mis en place tous les jours et 25% de manière hebdomadaire. Dans l'école 2, parmi les 55,6% des

enseignants ayant effectué des ateliers d'AP, 40% les ont mis en place quotidiennement contre 60% de manière hebdomadaire. Des enseignants des deux écoles ont évoqué les raisons qui ont constitué un blocage à la réalisation des pauses actives pour réduire le TS. Parmi celles-ci, ils citent un « problème de place », un « problème de retour au calme » ainsi qu'« un manque de temps ». Parmi les enseignants qui n'ont pas effectué d'ateliers d'AP avec les enfants, le manque de temps est l'unique raison évoquée.

Dans l'école 1, aucun enseignant n'a mis en place des séances supplémentaires d'EPS avec les élèves au cours de l'année interventionnelle, alors que cela a été le cas pour 44,4% des enseignants de l'école 2. Les enseignants de l'école 2 n'ayant pas pu réaliser des séances supplémentaires d'EPS citent également un manque de temps prévu pour l'EPS au cours de la semaine scolaire.

Au cours de l'intervention, 60% des enseignants de l'école 1 et 100% des enseignants de l'école 2 ont abordé le thème de l'AP et de la sédentarité avec les élèves en classe. De plus, 66,7% des enseignants de l'école 1 et 88,9% des enseignants de l'école 2 ont modifié, ponctuellement ou quotidiennement, la manière d'organiser la classe et les enseignements afin de favoriser le mouvement chez les enfants.

Sur une échelle de 1 à 10, les enseignants devaient également juger leur investissement à l'intervention avec une échelle allant de 1 (faible investissement) à 10 (très grand investissement). Au total, 66,7% des enseignants de l'école 1 ont estimé leur investissement dans l'intervention à 7 sur 10 sur cette échelle. De plus, 16,7% des enseignants ont jugé leur investissement à 8 sur 10, et également 16,7% l'ont estimé à 10 sur 10. Dans l'école 2, 66,8% des enseignants ont jugé que leur investissement se situait au minimum à 8 sur 10 dont un qui estime se situer à 10 sur 10 (11,1%).

Tableau I. Taux de participation des enseignants aux actions interventionnelles

Questions	Ecole 1			Ecole 2		
	« Oui »	Si « Oui », à quelle fréquence ?	« Non »	« Oui »	Si « Oui », à quelle fréquence ?	« Non »
Avez-vous réalisé des breaks (pauses actives) pour diminuer le temps sédentaire en classe ?	50%	100% des répondants « oui » les ont réalisés quotidiennement	50%	77,8%	28,6% des répondants « oui » les ont réalisés quotidiennement ; 42,9% de manière hebdomadaire ; 28,6% en fonction du besoin des élèves	22,8%
Avez-vous réalisé des ateliers afin de favoriser l'activité physique des enfants (en classe, en récréation, sans compter des séances d'EPS supplémentaires) ?	66,7%	50% des répondants « oui » les ont réalisés quotidiennement ; 50% de manière hebdomadaire ; 28,6% de manière mensuelle	33,3%	55,6%	40% des répondants « oui » les ont réalisés quotidiennement ; 60% de manière hebdomadaire	44,4%
Avez-vous réalisé des séances supplémentaires d'EPS ?	0%	Pas de réponses	100%	44,4%	75% des répondants « oui » les ont réalisés de manière hebdomadaire ; 25% à certaines périodes.	55,6%

4.2. Perceptions de l'efficacité de l'intervention

Les résultats complets sont présentés dans le tableau 2. Au total, 75% des enseignants de l'école 1 et 62,5% des enseignants de l'école 2 pensent que l'intervention a permis à plus de la moitié des enfants de modifier leurs comportements liés à la pratique d'AP. De plus, 60% des enseignants de l'école 1 et 55,5% des enseignants de l'école 2 pensent que l'intervention a été bénéfique également sur les comportements sédentaires pour plus de la moitié des enfants. Enfin, 80% des enseignants de l'école 1 ainsi que 77,7% des enseignants de l'école 2 pensent que l'intervention a permis également à plus de la moitié des enfants d'être plus sensibilisés aux effets de l'AP et de la sédentarité sur la santé.

Les enseignants ont évoqué d'autres effets bénéfiques de l'intervention. En effet, dans l'école 1, 50% des enseignants ont rapporté une diminution des tensions entre les enfants, 25% des enseignants ont estimé que l'intervention a permis une diminution du stress des enfants, et 25% ont également indiqué une meilleure concentration des enfants sur les tâches scolaires. Dans l'école 2, 50% des enseignants mentionnent une meilleure concentration sur des tâches scolaires ainsi que d'autres effets bénéfiques tels qu'une amélioration de l'estime de soi des enfants, des capacités motrices et une diminution du stress.

Enfin, respectivement, 80% et 88,9% des enseignants de l'école 1 et de l'école 2 pensent que cette intervention va modifier leurs pratiques d'enseignement en classe et en EPS au long terme.

Tableau II. Effets de l'intervention sur le comportement des enfants d'après les enseignants

	Question 1 : Pensez-vous que l'intervention a permis aux enfants de modifier leurs comportements en lien avec l'activité physique ?		Question 2 : Pensez-vous que l'intervention a permis aux enfants de modifier leurs comportements en lien avec la sédentarité ?		Question 3 : Pensez-vous que l'intervention a permis aux enfants d'être plus sensibilisés par rapport aux effets de l'activité physique et de la sédentarité sur la santé ?	
Réponses	Ecole 1	Ecole 2	Ecole 1	Ecole 2	Ecole 1	Ecole 2
« Oui, pour la totalité des enfants de l'école »	0%	0%	0%	0%	0%	22,2%
« Oui, pour les trois quarts des enfants de l'école »	25%	12,5%	20%	22,2%	20%	33,3%
« Oui, pour la moitié des enfants de l'école »	50%	50%	40%	33,3%	60%	22,2%
« Oui, pour moins de la moitié des enfants de l'école »	25%	37,5%	40%	33,3%	20%	22,2%
« Non, pas du tout »	0%	0%	20%	11,1%	20%	0%

4.3. Déterminants psychologiques des enseignants

L'ensemble des enseignants des deux écoles (100%) déclarent avoir pris du plaisir à participer à l'intervention. Les enseignants de l'école 2 évoquent le fait que l'intervention a pu « retravailler certains dispositifs ». Un autre enseignant évoque le fait qu'« il faut le temps d'avoir un groupe classe prêt à fonctionner ». Respectivement, 83,3% et 87,5% des

enseignants de l'école 1 et de l'école 2 pensent avoir eu les compétences nécessaires pour participer à ce projet d'intervention. Enfin, dans l'école 1 et dans l'école 2, 50% des enseignants ont indiqué le fait qu'ils ne pensent pas avoir été un soutien important pour les enfants. D'autre part, un enseignant mentionne avoir été « un soutien au moins dans la prise de conscience de la nécessité d'intégrer l'AP dans le mode de vie traditionnel ». Un enseignant évoque avoir été « un soutien » pour impulser des choses mais il explique qu'il faut un relai à l'extérieur comme les parents et les personnels de garderies extrascolaires.

4.4. Evolution du niveau d'AP personnel

L'évolution des comportements actifs des enseignants suite aux interventions sont présentés dans le tableau 3. Au total, 100% des enseignants de l'école 1 et 88,9% des enseignants de l'école 2 prennent du plaisir à pratiquer de l'AP. De plus, 33,3% des enseignants de l'école 1 et 44,4% des enseignants de l'école 2 ont augmenté leur temps de pratique d'AP au cours de l'intervention. Parmi les 33,3% des enseignants de l'école 1, 50% des enseignants l'ont augmenté de moins de 30 minutes et 50% l'ont augmenté entre 30 minutes et 2 heures par semaine. Dans l'école 2, les 44,4% des enseignants ont augmenté leur temps de pratique de 30 minutes à 2 heures supplémentaires hebdomadaire. Au total, 80% des enseignants de l'école 1 et 66,7% des enseignants de l'école 2 avaient la même vision de l'AP et du sport en pré intervention et en post intervention. Les enseignants ont ensuite décrit leur vision de l'AP et du sport. Dans l'école 1, ils y associent la santé, le bien-être, la socialisation, la détente, le plaisir, le fait de « se sentir mieux dans son corps et dans sa tête ». Dans l'école 2, deux enseignants mentionnent le caractère indispensable de l'AP mais également du besoin de disposer de temps pour en effectuer.

Tableau III. Evolution des comportements actifs des enseignants suite à l'intervention

Questions	Ecole 1		Ecole 2	
	Réponse : « Oui »	Réponse : « Non »	Réponse : « Oui »	Réponse : « Non »
Actuellement, prenez-vous du plaisir à pratiquer de l'activité physique ?	100%	0%	88,9%	22,2%
Au cours de l'intervention, avez-vous augmenté votre temps de pratique d'activité physique ?	33,3%	66,7%	44,4%	55,6%
Avant l'intervention, aviez-vous une autre vision de l'activité physique, du sport, de la sédentarité ?	20%	80%	33,3%	66,7%

4.5. Remarques des enseignants

Les enseignants ont souligné l'importance d'élargir l'intervention aux équipes périscolaires de l'école. Un enseignant évoque la difficulté de « transposer l'intervention à la maison sans une sensibilisation des familles » et le « besoin d'avoir des feedbacks supplémentaires sur la pratique des enfants ». De plus, un enseignant a souligné que « la réalisation des pauses actives pour diminuer le TS a été très motivante ».

5. Discussion

L'objectif de cet article était d'analyser les expériences vécues par les enseignants de deux écoles suite à une intervention destinée à promouvoir l'AP et diminuer le TS pour les enfants. En effet, celle-ci a été mise en place successivement dans deux écoles primaires situées en Réseau d'Education Prioritaire dans la ville de Tarbes. Jusqu'à présent, peu d'études se sont focalisées sur les expériences vécues par les enseignants lors d'une intervention destinée à promouvoir l'AP et diminuer le TS. Or, ces données permettent de

mieux comprendre leur rôle auprès des enfants au cours de l'intervention. Plusieurs indicateurs ont été retenus afin de rassembler les expériences vécues : taux de participation et engagement des enseignants, leur perception liée à l'efficacité de l'intervention, compétences perçues, pratique d'AP individuelle. Certains des indicateurs mesurés, tels que l'engagement ainsi que la pratique personnelle d'AP de l'enseignant peuvent être de potentielles variables pouvant influencer les comportements actifs des enfants (Eather et al., 2013 ; Uwamariya et Mukamurera, 2005). Il a été remarqué que les enseignants ont adhéré au projet d'intervention en proposant en toute autonomie des pauses actives pour diminuer le TS ainsi que des ateliers d'AP supplémentaires. Une majorité d'enseignants ont ainsi modifié leurs pratiques d'enseignement au cours de l'intervention pour favoriser le mouvement chez les enfants. Cependant, le manque de temps semble être la barrière la plus importante pour la réalisation des ateliers d'EPS supplémentaires et constitue une des limites fréquemment rencontrées dans les études interventionnelles (Benes, Fin, Sullivan, et Yan, 2016). Il est possible que la charge importante des programmes scolaires ne laisse pas la possibilité aux enseignants d'effectuer des séances d'EPS qui demandent entre 1 heure à 2 heures par séance. Les ateliers d'AP, d'une durée moindre, semblent avoir été épargnés par ce manque de temps. L'étude interventionnelle de Mc Mullen et al. (2014) s'était focalisé sur les perceptions des enseignants au cours d'une intervention et il en est ressorti que les enseignants ont préféré réaliser des pauses actives qui étaient plus faciles à mettre en place et qui étaient plus rapides et amusantes pour les enfants. Ce résultat joint les constats de notre étude.

De plus, nous pouvons constater que les enseignants de l'école 2 ont été plus nombreux à effectuer des pauses actives et des séances d'EPS que les enseignants de l'école 1. De nombreuses variables peuvent expliquer ces résultats, qui s'avèrent être spécifiques au contexte de chaque école. Il semble, par exemple, que les enseignants de l'école 2, qui étaient en présence d'enfants plus défavorisés que ceux de l'école 1, aient recherché davantage de

solutions pour modifier positivement le climat de la classe et favoriser des apprentissages liés à l'éducation à la santé. Ainsi, ils ont possiblement mis à profit les outils théoriques et pratiques qui leur ont été proposés par l'équipe universitaire en charge du projet face aux besoins importants de ces élèves en matière d'apprentissage. D'autre part, ce questionnaire a indiqué que la majorité des enseignants ont observé et rapporté des effets bénéfiques sur les comportements d'AP et de TS de plus de la moitié des enfants. Ils ont également indiqué que les enfants se concentraient mieux en classe lors de l'année interventionnelle. Or, ce constat a également été réalisé dans l'étude de Turcotte et al. (2012) qui avait étudié les perceptions d'enseignantes lors de la mise en place d'une période d'activité physique quotidienne dans une école canadienne. Les enseignants semblent convaincus des effets de l'intervention sur les comportements des enfants. Or, la littérature scientifique indique que les enseignants modifient leurs pratiques uniquement s'ils sont convaincus des effets du projet qu'ils portent sur les apprentissages des enfants (Stylianou et al., 2016 ; VanTassel-Baska et al., 2008). Ainsi, au cours de l'intervention, les enseignants ayant observé des modifications comportementales positives des enfants ont sans doute continué à modifier leur pratique d'enseignement jusqu'à la fin de l'intervention.

Il est important de mentionner que des sessions de formation pour les enseignants avaient également été mises en place afin de les accompagner au cours de l'intervention. Or, ce suivi est essentiel et constitue un des piliers sur lesquels les enseignants peuvent développer de nouvelles compétences en matière d'éducation à la santé (Beaudoin et al., 2018 ; Benes et al., 2016). Les travaux menés par l'équipe de Turcotte montrent que les enseignants doivent être au cœur de toute démarche interventionnelle (Turcotte et al., 2007). De ce fait, les sessions de formation continue effectuées pour les enseignants ainsi que le suivi régulier organisé pendant les phases de mesure ont participé au développement professionnel des enseignants, qui est une des conditions de la réussite de l'intervention (Beaudoin et al.,

2018). Les sessions de formation se déroulaient en groupes, entre collègues, et poussaient les enseignants à échanger entre eux et à trouver des stratégies efficaces et spécifiques à chaque école. Or, ces ateliers en groupe permettent à chaque enseignant de repenser leurs pratiques d'enseignement et de créer une démarche de changements collectifs (Uwamariya et Mukamurera, 2005). De plus, les enseignants étaient impliqués sur la totalité du protocole expérimental d'une durée de 3 ans. Ils ont ainsi participé activement aux périodes de récolte de données. Cette émulation de tous les enseignants sur la durée totale de ce projet a sans doute constitué un facteur important contribuant à la réussite de ce projet d'intervention. L'accompagnement professionnel et la cohésion de groupe a ainsi pu favoriser une augmentation du sentiment de compétence des enseignants envers les actions interventionnelles.

Cependant, peu d'enseignants se sont considérés comme des soutiens importants pour promouvoir les comportements actifs chez les enfants. Or, le soutien des enseignants apparaît comme le plus important facteur médiateur de l'intervention sur l'AP des enfants comparativement au soutien perçu des parents ou des amis (Eather et al., 2013). Cette perception liée au faible soutien peut avoir été une source de démotivation chez les enseignants. Il est possible que cette perception ait limité leurs actions interventionnelles. Lors des sessions de formation, leur rôle de soutien avait été expliqué et valorisé. Néanmoins, il semble qu'ils avaient déjà attribué un rôle important à l'éducation parentale comme facteur explicatif déterminant sur les comportements actifs des enfants. Il aurait été judicieux d'insister plus longuement sur l'importance de leur rôle de soutien et de l'impact qu'ils peuvent avoir auprès des enfants. Cela aurait permis de renforcer leur confiance en soi au cours de l'intervention. Il est possible que les enseignants les plus impliqués personnellement dans la pratique d'AP et ayant également pris du plaisir à participer à l'intervention aient favorisé les comportements actifs chez les enfants.

Les échanges effectués avec les équipes enseignantes avant la totalité du projet (protocole expérimental et intervention) ont permis de constater qu'elles étaient motivées dès le départ. Elles suscitaient déjà un intérêt pour la promotion de l'AP. Cependant, il aurait été judicieux de recueillir plus spécifiquement leurs besoins et leurs attentes pour réaliser un suivi plus individualisé. De plus, il aurait été intéressant de recueillir des informations à propos de leur vision de l'AP et de leur sentiment de compétence liés à la conduite de séances d'AP avant la conduite de ce projet. Cette évaluation préalable aurait permis de mieux connaître l'évolution des comportements des enseignants vis-à-vis de leurs propres expériences d'AP et de leurs pratiques d'enseignements liés à la promotion de l'AP.

Bien que les pratiques d'enseignements aient été modifiées au cours de l'intervention, il est pertinent de se demander si les enseignants vont poursuivre les actions qu'ils ont menées ou s'ils vont revenir à leurs anciennes habitudes une fois l'intervention terminée. Au cours de cette étude, 80% des enseignants de l'école 1 et 88,9% des enseignants de l'école 2 pensent que l'intervention va modifier leurs pratiques d'enseignement en classe et en EPS au long terme. Le suivi actif des enseignants et à plusieurs reprises au cours de l'intervention a pu participer à la pérennisation des nouvelles habitudes des enseignants.

Il serait pertinent, dans la continuité de notre étude, de proposer un autre questionnaire aux enseignants 2 ans à 5 ans suivant la fin de l'intervention. Cela permettrait de connaître les effets de l'intervention sur l'évolution de leurs techniques d'enseignements au long terme liés à la promotion des comportements actifs. Ces informations seront essentielles afin de savoir si les enseignants, qui disposent de 3 heures dans leur service pour l'EPS, peuvent réaliser de multiples actions auprès des enfants et de leurs familles ou si des intervenants extérieurs semblent nécessaires pour les assurer. Des actions sortant du cadre scolaire sont également requises, notamment auprès des équipes périscolaires qui font le lien entre l'AP scolaire et

l'AP extrascolaire. En effet, les habitudes de vie doivent également être modifiées en dehors des heures scolaires, représentant un grand défi de la promotion de l'AP auprès des enfants.

6. Conclusion

Dans cette étude, les expériences vécues par les enseignants au cours d'une intervention multi-levier visant à promouvoir l'AP et diminuer le TS en école primaire d'un quartier défavorisé ont été explorées. De manière générale, ces données ont permis de connaître le niveau d'investissement des enseignants à l'intervention, leur perception concernant l'efficacité de l'intervention ainsi que leur rapport personnel à la pratique de l'AP. Ces données ont été recueillies en complément des mesures d'AP et de TS effectuées par accélérométrie et qui étaient destinées à évaluer les effets de l'intervention sur les comportements actifs des enfants. Peu d'études interventionnelles se focalisent sur les perceptions des enseignants au cours d'une intervention. Or, ces données permettent de contribuer à l'avancement des connaissances actuelles relatives aux interventions visant à promouvoir les comportements de santé des enfants, notamment celles qui se déroulent en école primaire et qui impliquent une participation active des enseignants. Ces données ont également permis de pointer les dysfonctionnements liés à l'implémentation des différentes actions. Elle a ainsi ouvert la voie à des pistes d'amélioration pour les futures études interventionnelles multi-leviers dont le rôle des enseignants s'avère crucial. Bien que les expériences aient été recueillies dans un contexte scolaire bien précis, cet article constitue une source d'information pour les enseignants et les politiques liée à l'éducation et à la santé. En finalité, ce partage d'expérience peut permettre de progresser dans le domaine de la promotion de l'AP auprès des enfants d'école primaire.

7. Bibliographie

- Allison, K. R., Vu-Nguyen, K., Ng, B., Schoueri-Mychasiw, N., Dwyer, J. J., Manson, H., Hobin, E., Manske, S., & Robertson, J. (2016). Evaluation of daily physical activity (DPA) policy implementation in Ontario: Survey of elementary school administrators and teachers. *BMC Public Health*, *16*, 746-761.
- Beaudoin, S., Turcotte, S., Berrigan, F., Gignac, C., & Bernier, P. M. (2018). Dispositif d'accompagnement professionnel pour optimiser la mise en œuvre d'une période d'activité physique quotidienne en milieu scolaire. *Staps*, (2), 63-81.
- Benes, S., Finn, K. E., Sullivan, E. C., & Yan, Z. (2016). Teachers' perceptions of using movement in the classroom. *Physical Educator*, *73*(1), 110.
- Boutet, M. & Villemin, R. (2014). L'accompagnement : un élément clé pour l'apprentissage en stage et pour le développement professionnel continu des enseignants. *Phronesis*, *3*(1-2), 81-89.
- Cheval, B., Radel, R., Neva, J. L., Boyd, L. A., Swinnen, S.P., Sander, D., & Boisgontier, M.P. (2018). Behavioral and neural evidence of the rewarding value of exercise behaviors: a systematic review. *Sports Medicine*, *48*(6), 1389-1404.
- Cheval, B., Sieber, S., Guessous, I., Orsholits, D., Courvoisier, D. C., Kliegel, M., ... & Boisgontier, M. (2018). Effect of early-and adult-life socioeconomic circumstances on physical inactivity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *50*(3), 476-485.
- Cregan-Reid, V. (2018). *Primate Change: How the world we made is remaking us*. Hachette UK.

- Deaudelin, C., Brodeur, M., & Bru, M. (2005). Conclusion: un portrait caractéristique de la recherche sur le développement professionnel des enseignants et sur la formation à l'enseignement. *Revue des Sciences de l'Éducation*, 31(1), 177-185.
- Deci, E. L., Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 49(3), 182.
- 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. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), 68.
- Gilmore, T. & Donohoe, H. (2016). Elementary school generalist teachers' perceived competence to deliver Ontario's daily physical activity program. *Society and Leisure*, 39, 135-144.
- Jones R. A., Hinkley, T, Okely, A. D, & Salmon J. (2013). Tracking physical activity and sedentary behavior in childhood: a systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 44(6), 651-658.
- King, K. M., & Ling, J. (2015). Results of a 3-year, nutrition and physical activity intervention for children in rural, low-socioeconomic status elementary schools. *Health Education Research*, 30(4), 647-659.
- Kriemler, S., Meyer, U., Martin, E., van Sluijs, E. M., 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.

- Martin, R., & Murtagh, E. (2017). Active classrooms: a cluster randomized controlled trial evaluating the effects of a movement integration intervention on the physical activity levels of primary school children. *Journal of Physical Activity and Health, 14*(4), 290-300.
- McMullen, J., Kulinna, P., & Cothran, D. (2014). Physical activity opportunities during the school day: classroom teachers' perceptions of using activity breaks in the classroom. *Journal of Teaching in Physical Education, 33*(4), 511-527.
- Perkins, D. D., Meeks, J.W., & Taylor, R. B. (1992). The physical environment of street blocks and resident perceptions of crime and disorder: Implications for theory and measurement. *Journal of Environmental Psychology, 12*(1), 21-34.
- Rapport de Santé Publique France. (2015). Étude de santé sur l'activité physique (Esteban). Consulté à l'adresse <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/documents/rapport-synthese/etude-de-sante-sur-l-environnement-la-biosurveillance-l-activite-physique-et-la-nutrition-esteban-2014-2016.-volet-nutrition.-chapitre-activit>
- Sallis, J. F., Owen, N., & Fisher, E. B. (2008). Ecological models of health behavior. Dans K. Glanz, B.K. Rimer & K. Viswanath (Eds.), *Health behavior and health education: theory, research and practice* (p. 465-485), 4ème éd. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Sanders-Phillips, K. (2000). The Impact of Exposure to Violence. *Promoting human wellness: New frontiers for research, practice, and policy*, 294.
- Stylianou, M., Kulinna, P. H., & Naiman, T. (2016). '... because there's nobody who can just sit that long' Teacher perceptions of classroom-based physical activity and related management issues. *European Physical Education Review, 22*(3), 390-408.

- Turcotte, S., Gaudreau, L., & Otis, J. (2007). Démarche de modélisation de l'intervention en éducation à la santé incluse en éducation physique. *Staps*, (3), 63-78.
- Uwamariya, A. & Mukamurera, J. (2005). Le concept de développement professionnel en enseignement : approches théoriques. *Revue des Sciences de l'Éducation*, 31(1), 133-155.
- VanTassel-Baska, J., Xuemei Feng, A., Brown, E., Bracken, B., Stambaugh, T., French, H., ... & Bai, W. (2008). A study of differentiated instructional change over 3 years. *Gifted Child Quarterly*, 52(4), 297-312.
- Warburton, D. E., & Bredin, S. S. (2017). Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*, 32(5), 541-556.

VII -Travaux de recherche 7 :

Do physical activity, sedentary time, motor skills and aerobic fitness predict the attentional capacities of primary school children from disadvantaged neighbourhoods?

Utilisation of data mining strategy

Caroline BERNAL¹, Léna LHUISSET¹, Noëlle BRU¹, Nicolas FABRE¹ et Julien BOIS¹

¹Université de Pau et des Pays de l'Adour, e2s UPPA, MEPS, Tarbes, France, STAPS

Contribution des auteurs :

Caroline Bernal a rédigé l'article. Lena Lhuisset, Julien Bois et Nicolas Fabre ont participé aux corrections de l'article et à des modifications de son contenu. Noëlle Bru a apporté ses conseils, son expertise sur les analyses statistiques réalisées pour cet article.

Do physical activity, sedentary time, motor skills and aerobic fitness predict the attentional capacities of primary school children from disadvantaged neighbourhoods?

Utilisation of data mining strategy.

Summary (239 words)

Backgrounds: This study was conducted to explore the relationships between physical activity (PA), sedentary time (ST) and motor skills to predict attentional capacities for disadvantaged 6-10 years old children using a data mining approach. Methods: 605 children of two primary schools participated at 5 measurement times over 3 academic school years. Moderate and vigorous PA (MVPA) and ST were measured by accelerometry. Motor skills were also assessed with a shuttle run test, a standing broad jump and a plate tapping test. Attentional capacities were measured with a computer-based Flanker Task: Reaction Time (RT, ms) of sustained attention and inhibition were collected for each child. Two conditional inference trees and random forests were performed with R software. PA, ST, motor skills, grade, sex, and BMI were included in the analysis as possibly predictive variables of the two targeting attentional variables. Results: RT of sustained attention was predicted first by the grade ($p<0.001$), shuttle run test and plate tapping test performances ($p<0.001$). RT of inhibition was predicted first by the plate tapping test and shuttle run performances ($p<0.001$), grade and the standing broad jump performance ($p=0.019$). Conditional inference trees were evaluated with the pseudo R-square (0.33). Discussion: Sustained attention and inhibition were predicted mainly by grade and by the upper and lower limb coordination-speed. Different profiles of children were highlighted. These findings revealed the strong relationships between motor skills and attentional capacities from a data mining perspective.

Key words: children; physical activity; motor skills; attention.

1. Introduction

Among cognitive processes, executive functions (EF) enable human adaptation to his environment through language, problem solving, decision making, and attentional capacities (Best, Miller, & Jones, 2009). Attention has been defined as “the maintenance of goal-directed behaviour in the face of multiple, competing distractions” (Parasuraman, 1988). More precisely, sustained attention is essential to focus on a stimulus over a period of time. Inhibition is the ability to resist to distractions (Best, Miller, & Jones, 2009; Posner, 1975). For example, performing a mathematic exercise in classroom require sustained attention and inhibition. These two attentional capacities are developed early and slowly during childhood (Best et al., 2009; Dagenbach & Carr, 1974).

The development of attentional capacities during childhood and adolescence can be enhanced by chronic PA (Kiefer & Trumpp, 2012; Thelen, 1995; McCullick, Pendleton, & Pesce, 2015). Children with higher aerobic fitness have consequently a more rapid cognitive processing depending on a dose-response effect according to the cardiovascular fitness hypothesis (Donnelly et al., 2016). Moderate to Vigorous Physical Activity (MVPA) improves neurogenesis, synaptic plasticity and the production of specific neurotransmitters in areas involved in attentional capacities (Vivar & Potter, 2012). Moreover, the relationships between MVPA and attentional capacities can also be mediated by motor skills (Fisher et al., 2005) according the cognitive stimulation hypothesis (Diamond, 2000; Pesce, 2012; Rigoli, Piek, Kane, & Oosterlaan, 2012). PA has an impact in the prefrontal cortex what is implicated in the achievement of some motor skills and on attentional capacities (Tomprowski Lambourne, & Okumura, 2011; Hillman, Erickson, & Kramer, 2008). Motor experiences influence children's perceptions of their environment and the way that they interact with it. Engaging in PA in environment with high uncertainty favours the development of attentional

capacities (Budde, Voelcker-Rehage, Pietraßyk-Kendziorra, Ribeiro, & Tidow, 2008; Crova, Marchetti, Struzzolino, Forte, & Pesce, 2014; Pesce, 2012).

On the contrary, it seems that children who have a higher cumulative sedentary time (ST) have a lower aerobic capacity and perform less on motor skill tests which has a negative effect on attentional capacities (Lopes, Santos, Pereira, & Lopes, 2012; Donnelly et al., 2016; Tomporowski et al., 2015). However, studies analysing the relationships between ST and attentional capacities are still scarce and little is known about ST effects on children cognitive health (Donnelly et al., 2016; Stamatakis et al., 2019). Moreover, no study has yet explored relationships between MVPA, ST, aerobic fitness and motor skills on attentional capacities for children from disadvantaged neighbourhoods (Donnelly & Lambourne, 2011; Donnelly et al., 2016).

Given that early MVPA practice would have later impacts on the child's physical, mental, and social health, it seems necessary to explore the influence of MVPA on cognitive processes over a broad period of childhood (Warburton et al., 2017). However, longitudinal studies have been rarely used and these complex relationships are typically analysed with a linear approach (Geertsen et al., 2015; Pindus et al., 2016; Scudder et al., 2014; van der Niet et al., 2014). These linear relationships do not permit to understand the complex interactions between many variables related to PA and attentional capacities.

Thus, this study aims to determine whether MVPA, ST, aerobic fitness and motor skills predict sustained attention and inhibition of primary school children aged 6-10 years old from disadvantaged neighbourhoods. We postulate MVPA improves sustained attention and inhibition throughout aerobic fitness and motor skills according to the cardiovascular fitness and the cognitive stimulation hypothesis respectively. Inversely, ST has a negative impact on attentional capacities. Finally, the study of these relationships will be carried out using a data

mining approach that highlights the hierarchical structure of all these variables and their mutual influences.

2. Methodology

2.1. Study design and participants

The study was conducted in the framework of a Pyrenean cross-cultural structure called “Center for the Promotion of Physical Activity and Health” (CAPAS-City) (Zaragoza Casterad et al., 2019). It has been approved by the Comité de Protection des Personnes Sud Méditerranée III.

Two primary schools were contacted to participate in the study and both agreed to participate. They included children from grade 2 (6 years old) to grade 5 (10 years old) and were located in a disadvantaged neighbourhood in a mid-sized city in the southern part of France. These children have a low socio-economical level and were characterized as vulnerable communities. Parents/guardians were informed about the study with a written letter. Children must have their permission to participate in the study and they must have returned a completed and signed consent form at school. The total duration of this study was three academic years. In order to study the relationships between PA and attentional capacities on the long run during infancy, children were assessed at 5 measurement times: T1 (November 2016); T2 (June 2017); T3 (November 2017); T4 (June 2018); T5 (June 2019). In each period, PA, ST, motors skills, and attentional capacities were collected. Children's participation was not even uniform throughout the three years, depending on rate participation, valid data, school turnover rate, children's disabilities or prolonged absences: a total of 605 children, including 289 boys (47.76%) and 316 girls (52.24%) participated finally in the study (T1: n=161 - 8.21 years; T2: n=114 - 8.80 years; T3: n=101 - 9.32 years; T4:

n=104; 9.78 years; T5: n=125; 10.14 years). The study had therefore a longitudinal design: the same children were followed between T1 and T5.

2.2. Measure of predictors and target variables

2.2.1. Predictors

2.2.1.1. Physical Activity and Sedentary Time

Accelerometers (Actilife, Pensacola, FL, USA) were used to measure PA and ST (Catellier et al., 2005; Lubans et al., 2011; Sirard & Pate, 2001). Children wore the accelerometer on the right side of the hip and adjusted with an elastic belt from morning to evening for 8 consecutive days. They removed it to sleep, during the shower and for aquatic activities. The first day was deleted from the analysis and the data collection was carried out over 5 weekdays and 2 weekend days. The accelerometer had to be worn for at least 10 hours on weekdays and 8 hours on weekend days (Ridgers & Fairclough, 2011). To be considered as representative of children's usual behaviour, wear-time had to be valid for at least 3 weekdays and 1 weekend days (Troost, McIver, & Pate, 2005). We used a 1 second epoch to measure different intensities of PA (Rowlands, Powell, Humphries & Eston, 2006). Then, 4 cut-points were used to determine the different intensity categories (Evenson, Catellier, Gill, Ondrak, & McMurray, 2008): ST 0-300 cts, light PA 301-2295 cts, moderate PA 2296-4011 cts, vigorous PA 4012 cts and more. MVPA and ST were measured over the weekday and weekend from 8 AM to 9 PM over a classic school week in order to be representative of the children habitual PA and ST. Only children having valid accelerometer data were included in the study. In summary, there were 4 variables for this theme: MVPA of the weekday, ST of the weekday, MVPA of the weekend day, ST of the weekend day (minutes).

2.2.1.2. Motor Skills

The Eurofit battery was used to assess three global motor skills. This tool is valid and reproducible for school children aged 6 to 18 years old (Artero et al., 2011). The Standing Broad Jump measures the explosive power of the legs and inter-segmental coordination (Adam et al., 1988) and consist on a two feet take-off and landing as far as possible. Three trials were allowed and only the best performance was recorded in centimetres. The plate tapping test measures the speed and coordination of the upper limb. The children had to touch two discs alternatively as quickly as possible with his preferred hand, passing over the other hand situated in the middle. They had to perform 25 full cycles (50 taps) and the time taken to complete them was recorded in seconds. The test was performed twice and the best time was kept. A 6x5m shuttle run test was adapted from the 10x5m shuttle test of the Eurofit battery (Adam et al., 1988). This back-and-forth run was realised to measure the running speed and the coordination of the lower limb. Each child had only one trial. The time spent to cover the 30m was recorded and expressed in seconds.

The cardiorespiratory fitness was measured with the PREFIT 20m shuttle run test (SRT), an adaptation of the original 20m shuttle run test (Leger, Mercier, Gadoury & Lambert, 1988) more appropriate for children (Cadenas-Sanchez et al., 2014). Children had to run back and forth between two lines 20 m apart with an audio signal giving the rhythm of the corresponding speed. The running speed increase of 0.5 km/h each minute. Initial speed has been reduced compared to the original test (i.e. 6.5 km/h instead of the original 8.5 km/h) and two evaluators were present with a reduced group of children (e.g. 8-12 of the same age) in order to provide an adequate pace. The test ended when the child failed to reach the end lines concurrent with the audio signal on 2 consecutive occasions or when the child stopped because of exhaustion. The results were expressed as the number of laps completed.

2.2.1.3. Individual characteristics of the participants: sex, grade, body mass index (BMI)

Variable “Sex” was categorised “1” for boys and “2” for girls. The variable “Grade” was categorised from 2 to 5 in accordance with school primary French grade. A Tanita scale and a metric was used to calculate the Body Mass Index (BMI; kg/m²), which was assessed only for children in grade 2, 3, and 4 who completed the attentional test. These three variables were also included as predictive variables.

2.2.2. Target variables

Sustained attention and inhibition were the target variables. They were evaluated with a computer-based modified Erickson Flanker Task (Have et al., 2016) what is a variant version of Flanker Task (Eriksen & Eriksen, 1974). It was designed with the software Superlab 4.5 (Cedrus Corporation, San Pedro, USA). This test is used to measure sustained attention and inhibition and is adapted to children (Have et al., 2016; Scudder et al., 2014). The task was to respond to a target stimulus while ignoring distracting stimuli presented on a 15-inch computer screen. In this version, the stimuli were pictograms of a fish oriented either toward the left or toward the right. The child was instructed to press on the “p” key of the key board (located on the right hand side) with the right hand for target fishes facing to the right, and on the “a” key of the key board (located on the left hand side) with the left hand for target fishes facing to the left. It includes three conditions: (1) standard flanker, (2) reverse flanker and (3) mixed condition (see Have et al., 2016 for a complete description of the test). To measure our target variables, only the first condition was analysed. In the standard flanker condition, the target stimulus was the fish located in the middle of the screen. It could be oriented to the left or to the right and could be accompanied on either side by other fishes facing either direction and they had to be ignored (i.e. distractors). Two tasks were proposed. In the first one, all the fishes were oriented on the same direction and provide the measurement of sustained attention. In the second task, the fish located in the middle of the

screen was oriented differently to the fishes located on either side: this task allow measure of inhibition. The reaction time (RT, ms) and the correctness of the answers were recorded in these two tasks. Consequently, two variables were selected: 1) RT of sustained attention of the correct answers; 2) RT of inhibition of the correct answers. Children were assessed during school morning from 8:30 to 12:00. The measurements took place in a separated classroom and 2 children were assessed at the same time.

2.3. Data Analysis

Two methods of data mining (also defined as machine learning) were performed to explore the effects of predictor on each target variable assuming potential non-linear links. First, for each attentional variable, a conditional inference tree was performed (Hothorn, Hornik & Zeileis, 2006). This method is a data mining approach which enables to highlight the multiple interactions with a large number of predictive variables mixing numerical and categorical information. More specifically, this method is a type of decision induction analysis. When the links between a set of explanatory variables and a quantitative predictive variable are tested, a regressive relationship is estimated through a binary splitting partitioning. This tool is easy to interpret through straightforward visualizations called trees. Using conditional tree only significant relationships are shown, avoiding so some kind of overfitting and giving a reasonable depth. Second, to test the stability of the results, random forests using conditional inference tree were also applied for each variable (Breiman, 2001). In this method, a large number of single trees are built each based on a random sample of the dataset and are then averaged. It permits to identify the predictive variables that have the greatest importance on a target variable. Thus, for each target variables, respectively the RT of sustained attention and the RT of the inhibition task, a conditional inference tree and random forest were generated. For the construction of each tree and random forest, the following variables were included: sex, gender, grade, BMI, MVPA and ST measured over

the weekday and weekend day, plate tapping test, 6x5m shuttle run test, standing broad jump, PREFIT 20m. For each random forest, 500 trees were generated. The pseudo R-square was collected for each tree and each forest and was used to assess its predictability for a larger population. All these analyses were conducted with R Statistical Software (R. 3.3.3, R Foundation for Statistical Computing).

3. Results

3.1. Prediction of RT of sustained attention

The first conditional inference tree is presented in figure 1. Overall, 7 groups were generated in the tree to predict RT of sustained attention. Grade was the first predictive variable ($p < 0.001$). Two branches were generated in order to highlight different profiles of RT of children from grade 2 and 3 in one hand and from grade 4 and 5 on the other hand.

For children in grade 2 and 3, four groups emerged. Groups issued from node 4 ($n=58$) and node 7 ($n=17$) contained observations from children with low RT (respectively 636.00 ms and 632.08 ms). This was linked, in both case to a good performance in plate tapping (under 14.08 s and under 12.78 s respectively) whether they had a performance under or above 12.23 s in shuttle run ($p=0.02$). Group issued from node 5 ($n=66$) contained observations from children with a medium RT (697.58 ms). This was linked to a performance in shuttle run under 12.23s and a performance in plate tapping above 14.08 s ($p < 0.001$). Finally, group issued from node 8 ($n=221$) contained observations from children with the highest RT (801.11 ms) which was linked to a performance in shuttle run above 12.23s and a performance in plate tapping above 12.78 s ($p < 0.001$).

For children in grade 4 and 5, three groups were generated. Group from node 11 ($n=35$) contained observations from children with the lowest RT (535.75 ms). This was linked to a performance in plate tapping below 11.71s ($p=0.036$). Group from node 12 contained

observations from children who obtained a medium RT (620.12 ms). This was linked to a performance in plate tapping ranging from 11.71 to 13.24s ($p=0.036$). Finally, group from node 13 ($n=105$) contained observations from children with the highest RT of sustained attention (667.58 ms). This was linked to a performance in plate tapping test above 13.24s ($p<0.001$). Overall, the pseudo R-square of this model was evaluated at 0.33.

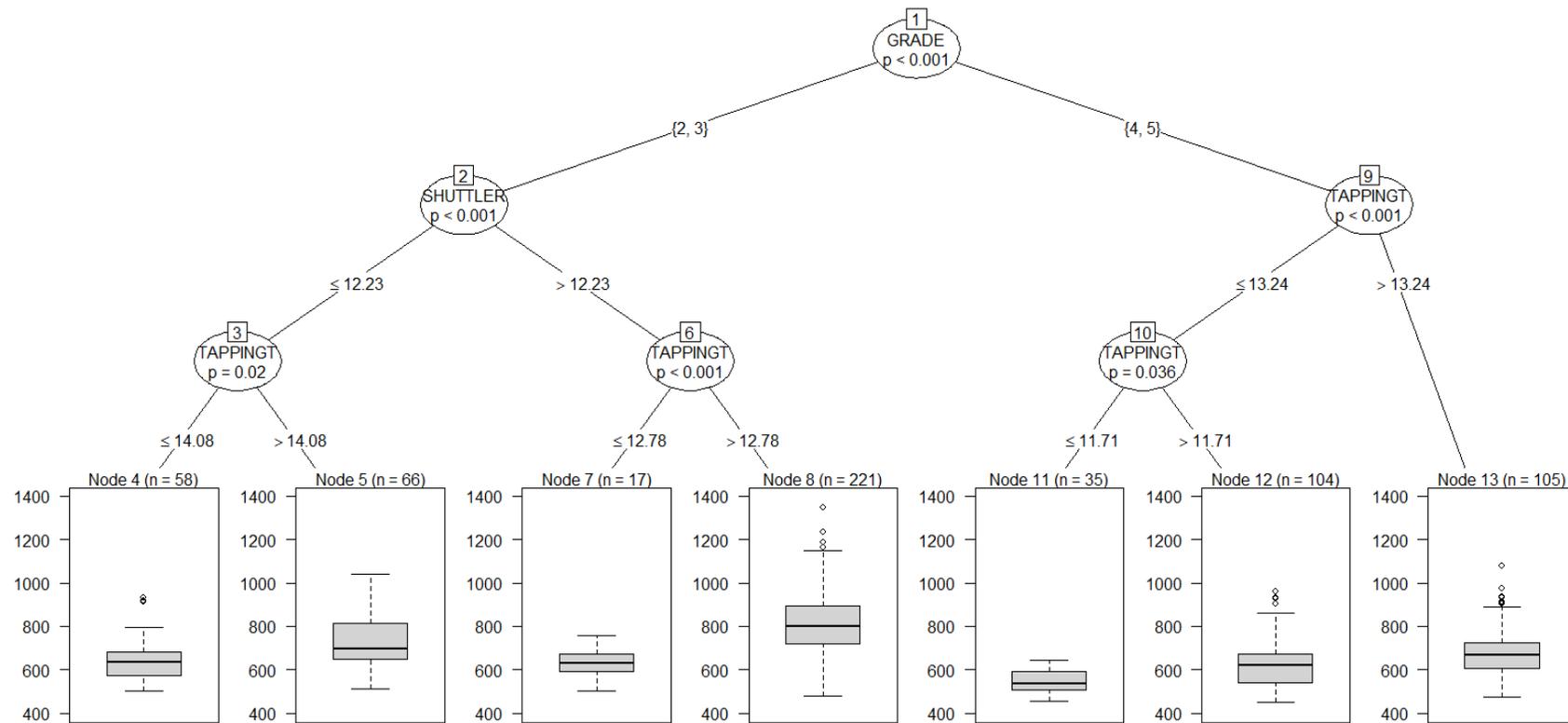


Figure 1. Conditional Inference Tree built for the prediction of RT of sustained attention

Built with “ctree”

Number of observations: 605

Response: RT of sustained attention

Inputs: SEX, GRADE, BMI, TAPPINGT, SHUTTLE, SBJ, PREFIT, MVPAWDAY, SEDWAY, MVPAWEND, SEDWEND

Note: Full names of variables

RT of sustained attention: RT of the correct answers of the first standard condition task; SEX: sex of the children (female, male); GRADE: 2nd, 3rd, 4th, 5th grade); BMI: weight/height (kg/m²); TAPPINGT: Plate Tapping Test; SHUTTLE: 6x5m shuttle run test; SBJ: Standing broad Jump; PREFIT: laps of the PREFIT 20m run test; MVPAWDAY: MVPA measured over the weekday from 8 AM to 9 PM; SEDWAY: ST measured over the weekday from 8 AM to 9 PM; MVPAWEND: MVPA measured over the weekend day from 8 AM to 9 PM; SEDWEND: ST measured over the weekend day from 8 AM to 9 PM.

The random forest performed to predict RT of sustained attention is presented in figure 2. This forest highlighted the importance of the three variables that were significant in the previous tree. The variable having the greatest impact on RT was the plate tapping test (importance score of 3443.33). It was followed by grade (3024.02) and shuttle run performance (1429.07) and standing broad jump performance (455.02). The pseudo R-square of this forest was evaluated to 0.53.

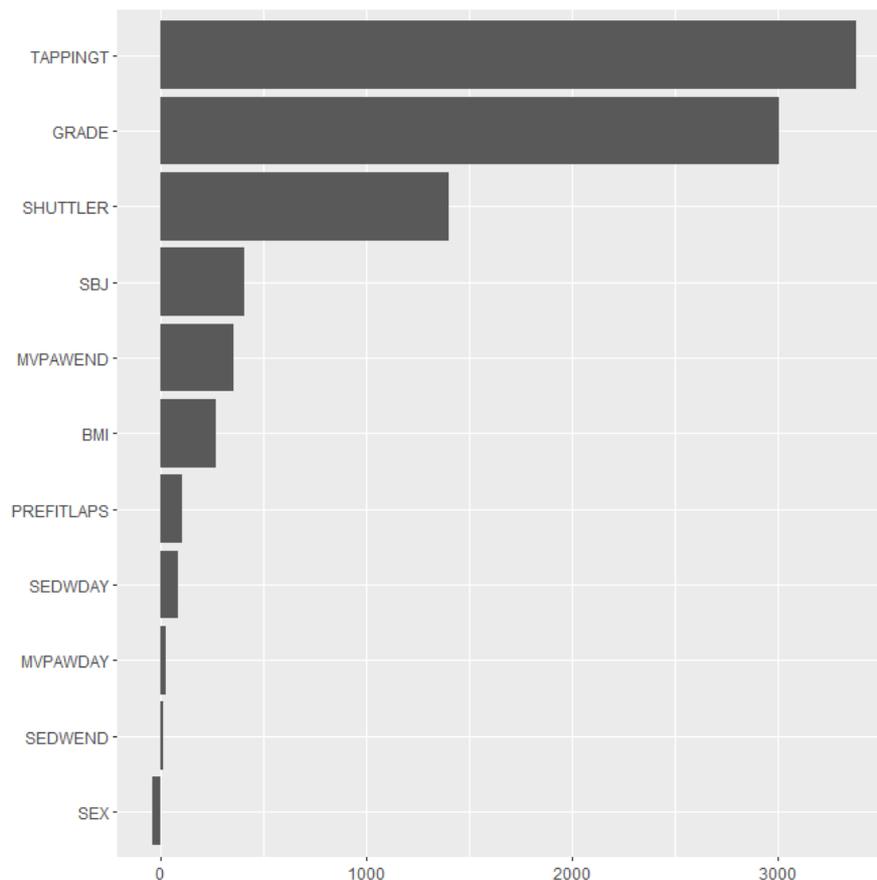


Figure 2-Random Forest Using Conditional Inference Tree built for the prediction of RT of sustained attention.

Number of observations: 605

Response: RT of sustained attention

Inputs: SEX, GRADE, BMI, TAPPINGT, SHUTTLER, SBJ, PREFIT, MVPAWDAY, SEDWDAY, MVPAWEND, SEDWEND

Importance:

1) TAPPINGT=3443.33389; 2) GRADE=3024.022760; 3) SHUTTLER=1429.073429; 4) SBJ=455.027738; 5) MVPAWEND=307.032707; 6) BMI=243.974469; 7) PREFIT=120.842861; 8) SEDWDAY=84.714829 ; 9) MVPAWDAY=53.951534; 10) SEDWEND=-2.704341; 11) SEX= -5.923708

3.2. Prediction of RT of inhibition

The second conditional inference tree to predict RT of inhibition is presented in figure 3. Overall, 7 groups were generated. It was predicted first by the performance at the plate tapping test ($p < 0.001$). Two branches were generated in order to highlight different profiles of RT in children having a performance in the plate tapping test lower or greater than 14.04s.

For children having a performance in plate tapping test lower than 14.04s, the fastest children had the lowest RT of inhibition. In fact, two groups were generated. Among these, the group issued from node 3 ($n=149$) contained observations from children having the lower RT of inhibition of all the three (645.87 ms). This was linked to a performance in plate tapping test under 12.89s ($p < 0.001$). The group from node 4 ($n=99$) contained observations from children having a RT slightly higher (714.81 ms). This was linked a performance in plate tapping test ranging from 12.89s and 14.04s.

For children having a performance in plate tapping test higher than 14.04s, their RT of inhibition was also related to other factors. In fact, a total of five groups were generated. More specifically, on one hand, for children with a performance in the shuttle run test above 12.89s, their RT was linked to their performance in plate tapping ($p=0.025$). If this performance was lower than 17.13s, their RT was lower (850.62ms for group issued from node 12) while their RT was higher (951.65 ms for group issued from node 13) if the plate tapping performance was higher than 17.13s. It is worth noting that these two groups have the highest RT overall. On the other hand, children with a performance in the shuttle run test above 12.89s, had their inhibition RT linked to more variables. While it was linked to nothing else for children from grades 4 and 5 (group issued from node 10), it was linked to the standing broad jump ($p=0.019$) for children from grades 2 and 3 (groups issued from nodes 8 and 9). RT were similar and quite low for the older children (from node 10) and the younger one jumping longer than 147cm (from node 9) with respective inhibition RT of 715.35 and 717.18 ms. The

younger children jumping less than 147 cm (from node 8) had a high RT (823.68 ms). The pseudo R-square of this model was evaluated at 0.33.

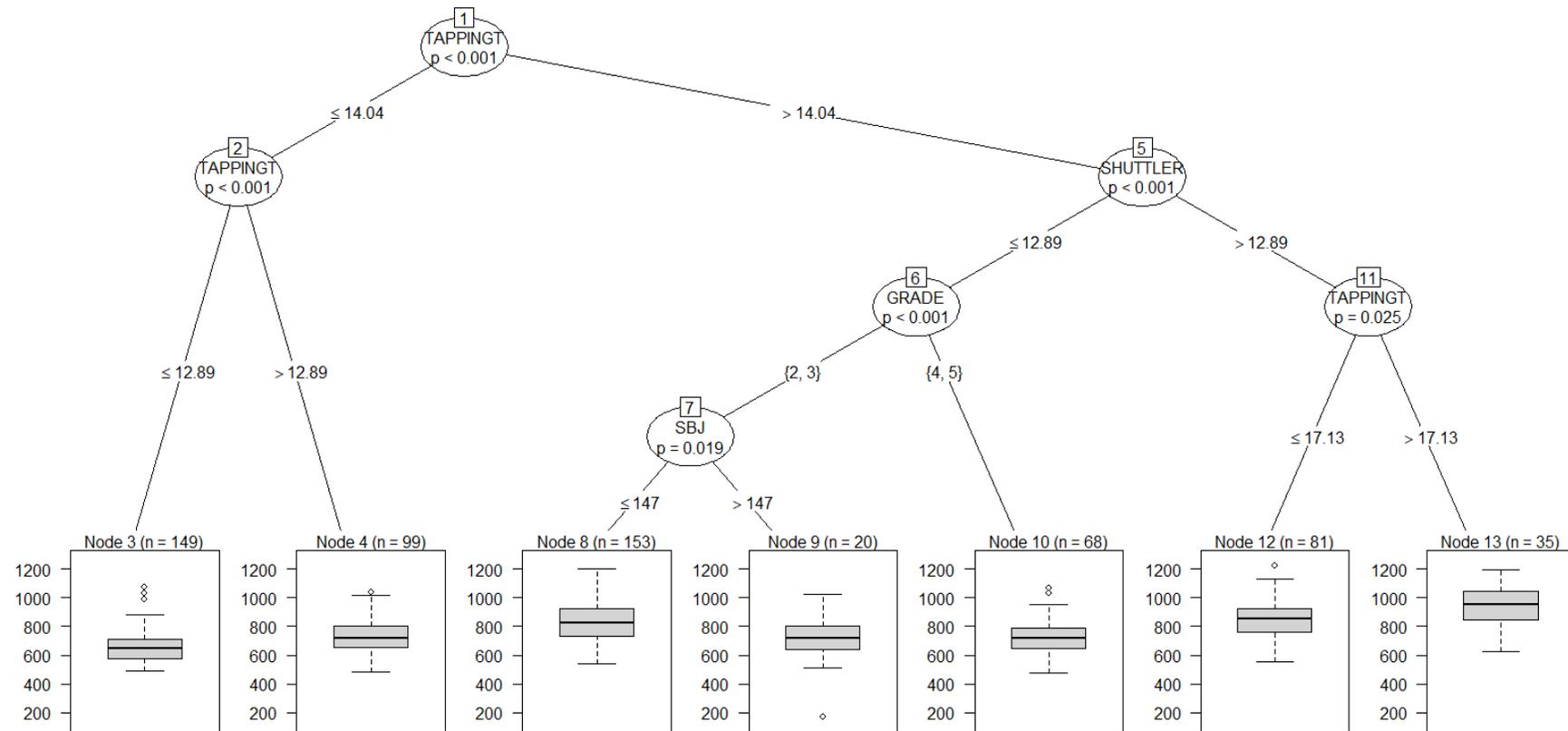


Figure 3. Conditional Inference Tree built for the prediction of RT of inhibition.

Built with “ctree”

Number of observations:605

Response: RT of inhibition

Inputs: SEX, GRADE, BMI, TAPPINGT, SHUTTLE, SBJ, PREFIT, MVPAWDAY, SEDWAY, MVPAWEND, SEDWEND

Note: Full names of variables

RT of inhibition: correct answers of the second standard condition task; SEX: sex of the children (female, male); GRADE: 2nd, 3rd, 4th, 5th grade); BMI: weight/height (kg/m²); TAPPINGT: Plate Tapping Test; SHUTTLE: 6x5m shuttle run test; SBJ: Standing broad Jump; PREFIT: laps of the PREFIT 20m run test; MVPAWDAY: MVPA measured over the weekday from 8 AM to 9 PM; SEDWAY: ST measured over the weekday from 8 AM to 9 PM; MVPAWEND: MVPA measured over the weekend day from 8 AM to 9 PM; SEDWEND: ST measured over the weekend day from 8 AM to 9 PM.

The random forest performed to predict RT of inhibition is presented in figure 4. The first variable having the greatest impact on RT of inhibition was the plate tapping test (importance score of 4190.36). It was followed by grade (3217.47), shuttle run performance (1037.11) and standing broad jump performance (845.41). The pseudo R-square of this forest was evaluated at 0.51.

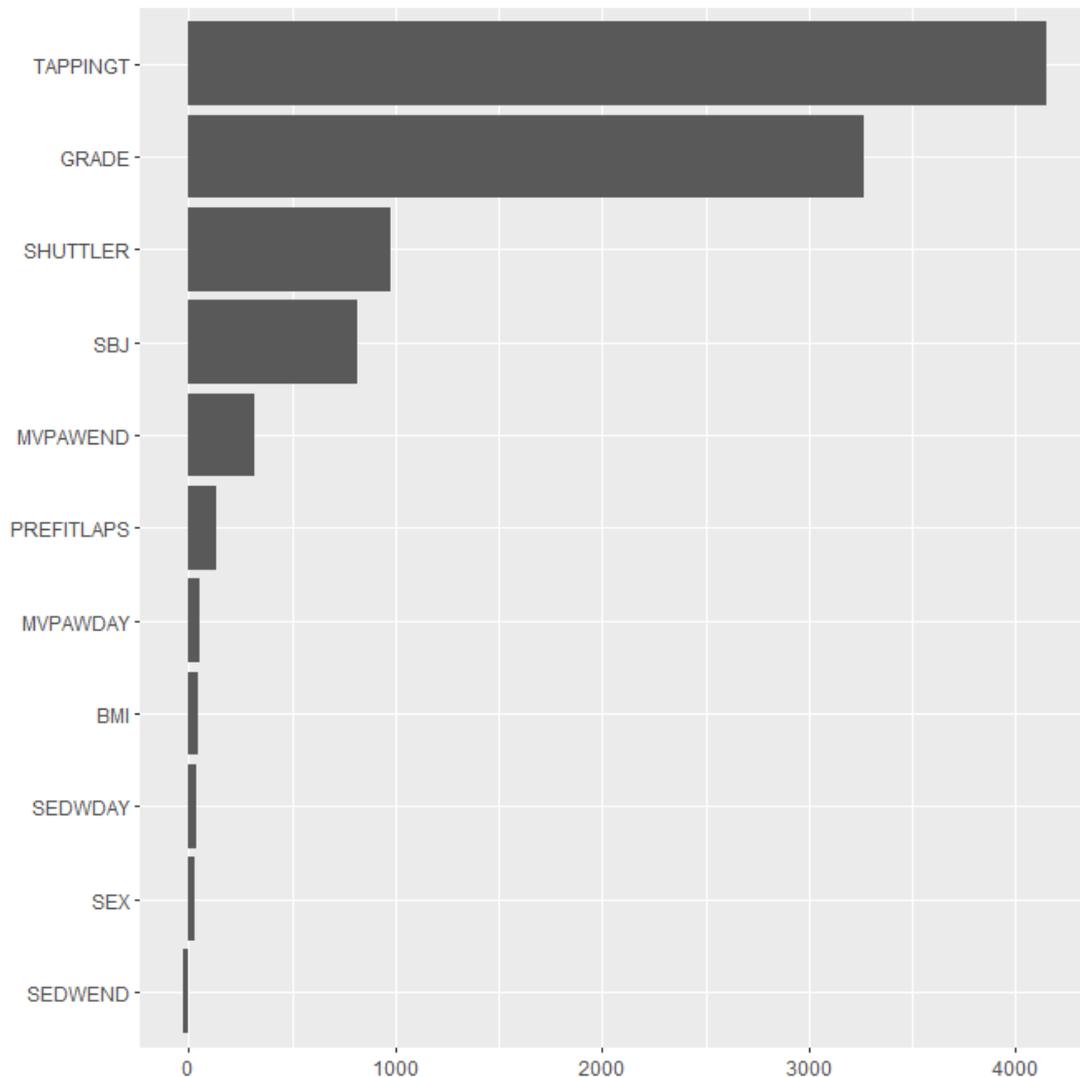


Figure 4. Random Forest Using Conditional Inference Tree built for the prediction of RT of inhibition.

Number of observations: 605

Response: RT of inhibition

Inputs: SEX, GRADE, BMI, TAPPINGT, SHUTTTLER, SBJ, PREFIT, MVPAWDAY, SEDWAY, MVPAWEND, SEDWEND

Importance:

1) TAPPINGT=4190.36571; 2) GRADE= 3217.47784; 3) SHUTTTLER=1037.11479; 4) SBJ = 845.41865; 5) MVPAWEND=293.31565; 6) PREFIT=83.80262; 7) MVPAWDAY= 76.79811; 8) SEDWDAY=56.63176 ; 9) BMI=46.25260; 10) SEX=17.19917; 11) SEDWEND=-20.54816

4. Discussion

This study was conducted to explore the relationships between PA, ST and motor skills to predict sustained attention and inhibition for disadvantaged 6-10 years old children using a data mining approach.

4.1. RT of sustained attention

Sustained attention appears to be predicted essentially by motor skills, however somewhat differently according to the age. For the youngest children (in grade 2 and 3), RT was largely predicted by performance in plate tapping test and shuttle run test. Indeed, children who were faster to touch the discs (<14.08) and to complete the 6x5m (<12.23s) were those with a lower RT. Inversely, children who had the poorer performance in these two motor skills had a higher RT. However, even for children running slower at shuttle run test, it seems that if the plate tapping test was good (under <12.78s), the RT of sustained attention remained consequently low. For older children (in grades 4 and 5), the plate tapping test variable was the only one that predicted different profiles or RT: the better the children performed on the plate tapping test, the lower their RT, and inversely.

4.2. RT of inhibition

The inhibition performance also seems to be predicted by motor skills. The plate tapping test performance seems to be the principal predictive variable of inhibition, as the children who performed better (under 14.04s) were those with the better inhibition capacities regardless of age. However, for children having a plate tapping test performance above 14.04s, RT of inhibition was improved if their shuttle run performance was good (under 12.89s). This was particularly the case for children in grades 2 and 3 who also performed better at the standing broad jump (>147 cm), as well as for children in grades 4 and 5 independently of the standing broad jump. The RT of these two last profiles were almost

similar to the RT obtained when the performance at the plate tapping test time was between 12.89s and 14.04s. Finally, children having the highest RT of inhibition were those with a weaker shuttle run performance added with the weaker plate tapping test performance (respectively above 12.89s and 17.13s).

4.3. Synthesis

The total mean of RT of sustained attention is weaker than RT of inhibition (655.74 ms vs 774.16 ms), indicating that the inhibition condition requires more cognitive effort. However, it seems that there were no major differences between the predictors of RT of sustained attention and predictors of inhibition RT. This finding suggests that these motor skills are similarly involved in both simple and more complex attentional capacities.

Random forests reported the plate tapping test as the most important predictor of child attentional capacities, followed by grade, shuttle run test and standing broad jump performances. More specifically, children who performed better in plate tapping test were also those with better attentional capacities.

Motors skills, and particularly inter-segmental speed coordination of the upper limb seems to be decisive factors on attentional capacities. This result is consistent with other reviews having identified the same relationships (Donnelly et al., 2016; de Greeff, Bosker, Oosterlaan, Visscher, & Hartman, 2018; Schmidt et al., 2017; Zeng et al., 2017). More specifically, one study has yet revealed positive effects on motor coordination on a task engaging inhibition (Rigoli et al., 2012). It may be explained by the fact that this skill engages the same cortical areas as those related to attention (Diamond, 2002). Moreover, it is possible that motor and attentional tasks may require both spatio-temporal reference and rhythmicity which results in transferability between the tasks (Annett, 2013, Dellatolas et al., 2003; Rigal, 1992). In younger children, it seems that performances in shuttle run and standing broad jump

involving lower limb coordination are more related to attentional capacities compared to older children in grades 4 and 5, even though performance in the plate tapping test engaging upper limb coordination is not optimal. This finding is consistent with other studies that have yet reported the relevance of gross motor function for young children (Cattuzzo et al., 2016; Lubans, Morgan, Cliff, Barnett, & Okely, 2010; Robinson et al., 2015).

Interestingly, MVPA and cardiorespiratory fitness (PREFIT test) were not identified as significant predictors of attentional capacities. This result is not consistent with previous studies that indicated that chronic MVPA or aerobic fitness had a positive influence on children's attentional capacities (Booth et al., 2013; Chaddock et al., 2012). However, a meta-analysis has already pointed the fact that motor skills have more effects on executive function than aerobic capacities, thus giving credit to the "cognitive stimulation hypothesis" (de Greef et al., 2018).

This study examined the relationships between PA, ST, motor skills and attentional capacities from children located in a disadvantaged neighbourhood. No study has yet explored these relationships from children in disadvantaged neighbourhoods to our knowledge, which constitute a major strength of this study. Data mining was used to analyse the relationships which constitute a novel approach. This method allows studying relationships between many variables at the same time without bias of the choice of the variables a priori as in linear regressions. Accelerometers were used to measure objectively PA and ST. Unfortunately, this method cannot capture cycling and movement in water activities. Thus, the usual MVPA can be underestimated for children who engaged in these activities.

It should also be noted that pseudo R-square evaluation for the two trees were weak (0.33). The models were therefore only applicable for 33% of children. However, pseudo R-square of the random forests were strong (respectively 0.51 and 0.53). Similarly, studies reported weak relationships between these variables using a multiple linear regression (de Greef et al., 2018;

Donnelly et al., 2016; Sibley & Etnier, 2003) but stronger effects were reported between motor and attentional capacities in a meta-analysis (effect size of 0.53) (de Greef et al., 2018). It would be appropriate to conduct the same study with a larger population to explore how these relationships occur on a large scale.

5. Conclusion

This study revealed that higher performance in inter-segmental coordination and speed in the upper and lower limb is related to improved attentional capacities. Although PA is not linked to attentional capacities, it should be noted that children with higher levels of MVPA are more likely to have highest motor skills performances (Fisher et al., 2005; Zeng et al., 2017). Promoting PA and games that require motor actions is crucial to the development of cognitive processes, especially for children from disadvantaged neighbourhoods. Moreover, attentional capacities are positively related to academic achievement (Cameron, Cottone, Murrah, & Grissmer, 2016; Smith et al., 2017). Thus, PA and motor skills could contribute to the child's healthy development throughout his lifespan.

6. Bibliography

- Adam C., Klissouras V., Ravassolo M., Renson R., Tuxworth W., Kemper H., et al. (1988) Handbook for the EUROFIT test of Physical Fitness. Rome: Edigraf Editoriale Gráfica.
- Annett, M. (2013). *Handedness and brain asymmetry: The right shift theory*. Psychology Press.
- Artero E.G., Espana-Romero V., Castro-Pinero J., Ortega F.B., Suni, J., Castillo-Garzon M.J., et al. (2011). Reliability of field-based fitness tests in youth. *International Journal of Sports Medicine*. 32(03), 159-169.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200.
- Booth, J. N., Tomporowski, P. D., Boyle, J. M., Ness, A. R., Joinson, C., Leary, S. D., & Reilly, J. J. (2013). Associations between executive attention and objectively measured physical activity in adolescence: findings from ALSPAC, a UK cohort. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 212-219.
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32.
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraßyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P., & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters*, 441(2), 219-223.
- Cadenas-Sanchez, C., Martinez-Tellez, B., Sanchez-Delgado, G., Mora-Gonzalez, J., Castro-Piñero, J., Löf, M., et al. (2016). Assessing physical fitness in preschool children: Feasibility, reliability and practical recommendations for the PREFIT battery. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(11), 910-915.

- Cameron, C. E., Cottone, E. A., Murrah, W. M., & Grissmer, D. W. (2016). How are motor skills linked to children's school performance and academic achievement? *Child Development Perspectives, 10*(2), 93-98.
- Catellier, D. J., Hannan, P. J., Murray, D. M., Addy, C. L., Conway, T. L., Yang, S., & Rice, J. C. (2005). Imputation of missing data when measuring physical activity by accelerometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 37*(11), S555.
- Cattuzzo, M. T., dos Santos H., R., Ré A. H. N., de Oliveira, I. S., Melo, B. M., de Sousa M., et al. (2016). Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport, 19*(2), 123-129.
- Chaddock, L., Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Johnson, C. R., Raine, L. B., & Kramer, A. F. (2012). Childhood aerobic fitness predicts cognitive performance one year later. *Journal of Sports Sciences, 30*(5), 421-430.
- Crova, C., Marchetti, R., Struzzolino, I., Forte, R., & Pesce, C. (2014). Training attention in physical education: effects on typically developing and DCD children. *Procedia–Social and Behavioral Sciences, 116*, 1509-1514.
- Dagenbach, D. E., & Carr, T. H. (1994). Inhibitory processes in attention, memory, and language. Cambridge: Academic Press.
- de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport, 21*(5), 501-507.

- Dellatolas, G., De Agostini, M., Curt, F., Kremin, H., Letierce, A., Maccario, J., & Lellouch, J. (2003). Manual skill, hand skill asymmetry, and cognitive performances in young children. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 8(4), 317-338.
- Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335-341.
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P. et al. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48, 6, 1197.
- Donnelly, J. E., & Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52, S36-S42.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16(1), 143-149.
- Etnier, J. L., Nowell, P. M., Landers, D. M., & Sibley, B. A. (2006). A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Research Reviews*, 52(1), 119-130.
- Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., & McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sports Sciences*, 26(14), 1557-1565.
- Fisher, A., Reilly, J., Kelly, L., Montgomery, C., Williamson, A., Paton, J. Y., & Grant, S. (2005). Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(4), 684-688.

- Geertsen, S. S., Thomas, R., Larsen, M. N., Dahn, I. M., Andersen, J. N., Krause-Jensen, M., et al. (2016). Motor skills and exercise capacity are associated with objective measures of cognitive functions and academic performance in preadolescent children. *Plos One*, *11*(8).
- Have, M., Nielsen, J. H., Gejl, A. K., Ernst, M. T., Fredens, K., Støckel, J. T., et al. (2016). Rationale and design of a randomized controlled trial examining the effect of classroom-based physical activity on math achievement. *BMC Public Health*, *16*(1), 304.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, *9*(1), 58-65.
- Hothorn T, Hornik K, Zeileis A (2006). "Unbiased Recursive Partitioning: A Conditional Inference Framework." *Journal of Computational and Graphical Statistics*, *15*(3), 651–674.
- Kiefer, M., & Trumpp, N. M. (2012). Embodiment theory and education: The foundations of cognition in perception and action. *Trends in Neuroscience and Education*, *1*(1), 15-20.
- Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, *6*(2), 93-101.
- Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2012). Associations between sedentary behavior and motor coordination in children. *American Journal of Human Biology*, *24*(6), 746-752.
- Lubans, D. R., Hesketh, K., Cliff, D. P., Barnett, L. M., Salmon, J., Dollman, J., et al. (2011). A systematic review of the validity and reliability of sedentary behaviour measures used with children and adolescents. *Obesity Reviews*, *12*(10), 781-799.

- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents. *Sports Medicine*, *40*(12), 1019-1035.
- Parasuraman, R. (1998). The attentive brain: Issues and prospects. In R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp. 3–15). Cambridge, MA: MIT Press.
- Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *34*(6), 766-786.
- Pindus, D. M., Drollette, E. S., Scudder, M. R., Khan, N. A., Raine, L. B., Sherar, L. B., et al. (2016). Moderate-to-vigorous physical activity, indices of cognitive control, and academic achievement in preadolescents. *The Journal of Pediatrics*, *100*(173), 136-142.
- Ridgers, N. D., & Fairclough, S. (2011). Assessing free-living physical activity using accelerometry: Practical issues for researchers and practitioners. *European Journal of Sport Science*, *11*(3), 205-213.
- Rigal, R. A. (1992). Which handedness: preference or performance? *Perceptual and Motor Skills*, *75*(3), 851-866.
- Rigoli, D., Piek, J. P., Kane, R., & Oosterlaan, J. (2012). An examination of the relationship between motor coordination and executive functions in adolescents. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *54*(11), 1025-1031.
- 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*, *45*(9), 1273-1284.

- Rowlands A.V., Powell S.M., Humphries R., & Eston R.G. (2006). The effect of accelerometer epoch on physical activity output measures. *Journal of Exercise Sciences and Fitness*, 4(1), 52-58.
- Scudder, M. R., Lambourne, K., Drollette, E. S., Herrmann, S., Washburn, R., Donnelly, J. E., & Hillman, C. H. (2014). Aerobic capacity and cognitive control in elementary school-age children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(5), 1025.
- Sibley, B. A., & Etnier, J. L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15(3), 243-256.
- Sirard, J. R., & Pate, R. R. (2001). Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Medicine*, 31(6), 439-454.
- Schmidt, M., Egger, F., Benzing, V., Jäger, K., Conzelmann, A., & Roebbers, C. M. (2017). Disentangling the relationship between children's motor ability, executive function and academic achievement. *PLoS One*, 12(8), e0182845.
- Stamatakis, E., Ekelund, U., Ding, D., Hamer, M., Bauman, A. E., & Lee, I. M. (2019). Is the time right for quantitative public health guidelines on sitting? A narrative review of sedentary behaviour research paradigms and findings. *British Journal of Sports Medicine*, 53(6), 377-382.
- Thelen, E. (1995). Motor development: A new synthesis. *American Psychologist*, 50(2), 79.
- Tomporowski, P. D., Lambourne, K., & Okumura, M. S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: an introduction and overview. *Preventive Medicine*, 52(1), S3-S9.

- Tomporowski, P. D., McCullick, B., Pendleton, D. M., & Pesce, C. (2015). Exercise and children's cognition: the role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science, 4*(1), 47-55.
- Trost, S. G., Mciver, K. L., & Pate, R. R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 37*(11), S531-S543.
- Van der Niet, A. G., Smith, J., Scherder, E. J., Oosterlaan, J., Hartman, E., & Visscher, C. (2015). Associations between daily physical activity and executive functioning in primary school-aged children. *Journal of Science and Medicine in Sport, 18*(6), 673-677.
- Vivar, C., & Potter, M. C. (2013). All about running: synaptic plasticity, growth factors and adult hippocampal neurogenesis. *Current Topics in Behavioral Neurosciences, 15*, 189-210.
- Zaragoza Casterad, J., Sevil-Serrano, J., Bois, J. E., Generelo, E., Lhuisset, L., & Aibar-Solana, A. (2019). Centre for the Promotion of Physical Activity and Health (CAPAS-City): A Pyrenean Cross-Cultural Structure to Lead the Way in the Design, Implementation, and Evaluation of Multilevel Physical Activity Interventions. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*(19), 3631.
- Zeng, N., Ayyub, M., Sun, H., Wen, X., Xiang, P., & Gao, Z. (2017). Effects of physical activity on motor skills and cognitive development in early childhood: a systematic review. *BioMed Research International, 2017*.

Troisième partie :
Discussion et conclusion générales

Ce travail de thèse s'est effectué sur une durée de trois ans avec un contrat doctoral au sein du laboratoire « Mouvement, Equilibre, Performance, Santé » (MEPS) au département STAPS de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA). Il s'est inscrit dans le domaine des activités physiques et sportives au carrefour de plusieurs champs disciplinaires : la psychologie sociale, la psychologie cognitive et les sciences de l'éducation. En effet, le principal but de ce travail était de promouvoir l'AP et de diminuer le TS d'enfants de deux écoles primaires issues d'un quartier socio-économiquement défavorisé de la ville de Tarbes (France). Afin de parvenir à ce but, trois étapes majeures (voir partie Objectifs de la thèse) ont été réalisées et comportaient des objectifs et sous-objectifs précis.

Le premier objectif de ce travail a été de décrire les niveaux d'AP et de TS d'enfants français issus de ce quartier défavorisé ainsi que d'enfants espagnols de Huesca, ville jumelée à Tarbes. Ce travail a permis de connaître le taux d'enfants respectant les recommandations de l'OMS au cours d'une journée habituelle et sur le temps scolaire, ainsi que de connaître les niveaux d'AP et de TS précis à différents moments de la journée. Les différences observées entre les deux pays ont été analysées et ont été rapportés dans un premier article (article 1).

Les résultats obtenus nous ont menés à la réalisation du second objectif de ce travail de thèse : concevoir, mettre en œuvre et évaluer les effets d'une étude interventionnelle destinée à promouvoir l'AP et à diminuer le TS des enfants français issus du quartier socio-économiquement défavorisé de la ville de Tarbes. Pour répondre au mieux à cet objectif complexe, un premier sous-objectif a été défini : il s'agissait de réaliser une révision systématique de la littérature concernant les interventions réalisées en milieu scolaire. Les études interventionnelles les plus récentes, et présentant un ou plusieurs leviers d'actions ont ainsi été passées en revue et leur efficacité a été commentée. Ces analyses ont fait l'objet de deux revues de littérature, une concernant la promotion de l'AP (article 2) ainsi qu'une autre concernant la diminution du TS (article 3). Les constats qui ont émergé de ces revues ont été

pris en considération pour construire notre propre étude interventionnelle afin qu'elle soit efficace et novatrice. Ainsi, la conception de notre étude interventionnelle multi-levier émanant du modèle socio-écologique a constitué notre deuxième sous-objectif. Un article a été rédigé afin de présenter notre méthodologie interventionnelle et expérimentale (article 4). Cette étape a mené à la mise en œuvre de l'intervention dans les deux écoles primaires tarbaises.

L'évaluation de cette intervention a constitué notre troisième sous-objectif : l'évolution des niveaux d'AP et de TS des enfants en pré et post intervention ont ainsi fait l'objet d'une étude (article 5). Pour mieux comprendre les résultats obtenus, nous nous sommes interrogés sur les expériences vécues par les enseignants au cours de l'intervention. Nous leur avons proposé un questionnaire nous permettant de recueillir des informations sur leur perception de l'intervention. De ce fait, un article supplémentaire a été rédigé pour présenter une synthèse de leurs réponses (article 6).

Enfin, nous avons décidé d'explorer des effets indirects de l'intervention en analysant les relations entre l'AP, les habiletés motrices et les capacités attentionnelles des enfants. Pour répondre à ce troisième objectif, une dernière étude a été réalisée (article 7). En résumé, les trois objectifs de ce travail de thèse ont permis d'étudier les comportements actifs des enfants qui s'avèrent relativement complexes.

Un travail expérimental important a été mis en œuvre afin de répondre aux trois objectifs. Deux écoles primaires ont été impliquées dans ce protocole expérimental ambitieux sur une durée de trois ans, impliquant près de 600 enfants au total. Cinq temps de mesure ont été effectués au cours desquels de nombreuses variables ont été évaluées : l'AP, le TS, les habiletés motrices, les capacités attentionnelles, les perceptions des enseignants ainsi que des informations subjectives concernant le contexte familial, le niveau socio-économique, les AP pratiquées et les comportements sédentaires (CS) des enfants. Ce travail a conduit à la

rédaction de 9 articles, dont 7 articles principaux qui constituent le corpus de ce document de thèse. Parmi ces 7 articles, 3 sont soumis et 3 sont en révision. Dans cette partie discussion/conclusion, une synthèse des résultats des différentes études sera tout d'abord présentée. Ensuite, les limites de l'ensemble de ce travail seront détaillées. Enfin, des perspectives et des propositions concrètes sur le plan expérimental ainsi qu'interventionnel viendront clore cette partie.

I. Synthèse et mise en relation des résultats

1. Un diagnostic alarmant

La première étape de ce travail a consisté à réaliser un état des lieux des niveaux d'AP et de TS des enfants français et espagnols. Cette étude transculturelle a permis d'analyser les similitudes et disparités entre les niveaux d'AP et des TS des enfants des deux pays, reflets de ressemblances et de divergences socio-culturelles. Les mesures de ces niveaux ont été effectuées par accélérométrie, constituant un point fort de cette étude (Trost et al., 2005). Elle s'avère être un véritable apport dans le domaine de la recherche, car peu d'études transculturelles avaient été menées jusqu'à présent (Verloigne et al., 2012).

Ainsi, une première étude (article 1) a eu pour objectif de comparer les patterns d'activité physique modérée et vigoureuse (APMV) et de TS de 89 enfants à Tarbes et de 90 enfants à Huesca, deux villes jumelées situées respectivement en France et en Espagne. Les mesures d'APMV et de TS ont été réalisées auprès d'enfants de deux écoles primaires de Tarbes situées en Réseau d'Education Prioritaire (REP) en novembre/décembre 2016 (T1) ainsi que dans une école primaire située en Espagne au cours de l'année scolaire 2016/2017 en avril 2017. Les comparaisons ont été effectuées uniquement pour les enfants en CE1 et en CM2 (équivalent du « grade 2 » et du « grade 5 » sur le système anglo-saxon). Au cours d'une journée classique, 71,70% des enfants espagnols et 63,97% des enfants français ont atteint le

seuil des 60 minutes d'APMV. Ces taux sont plus faibles que ceux relevés par une étude espagnole dans laquelle il avait été constaté que 89,9% des enfants de 6 à 12 ans avait respecté ces recommandations (Calvo et al., 2014). Cependant, ces taux sont plus élevés que ceux d'une autre étude française au cours de laquelle uniquement 24% des garçons et 2% des filles de 8-11 ans respectaient ces recommandations (Guinhouya et al., 2009). Une moindre proportion d'enfants ont atteint le seuil de 60 minutes d'APMV pendant le week-end comparativement aux jours de la semaine scolaire. Ce résultat avait déjà été relevé dans une étude descriptive antérieure réalisée auprès d'adolescents (Aibar et al., 2013). De manière globale, les résultats ont révélé que les enfants les plus jeunes sont plus actifs et sont plus nombreux à respecter les recommandations comparativement aux enfants plus âgés (Ortega et al., 2013). Cette étude souligne également qu'une faible proportion d'enfants (15,57%) respecte les recommandations des 30 minutes durant le temps scolaire. Ces résultats concordent avec ceux de deux autres études qui reportent un faible taux de respect de ces recommandations scolaires : 7% en Europe et 24,1% en Espagne (van Stralen et al., 2014 ; Grao cruces et al., 2019).

Une analyse plus précise de l'AP et du TS à différentes périodes de la journée a révélé des patterns hétérogènes entre les enfants français et espagnols. Ainsi, sur le temps extrascolaire, les enfants espagnols étaient plus actifs et moins sédentaires que les enfants français (12% vs 10% pour l'APMV et 70% vs 75% pour le TS ; $p=0,000$). A l'origine de ces différences, il est possible que les enfants français issus d'un quartier socio-économiquement défavorisé puissent être significativement plus exposés à des barrières environnementales, financières et culturelles comparativement aux enfants espagnols, notamment sur le temps extrascolaire. En France, au sein de ce quartier de la ville de Tarbes, les préoccupations des parents envers l'insécurité du quartier et le risque de violence ont pu être importantes, constituant des barrières à la réalisation d'AP (Baranowski et de Moor, 2000). Cependant, les

enfants français étaient plus actifs sur le temps scolaire que les enfants espagnols. Ainsi, il est probable que l'école, en proposant de l'AP, peut contribuer à réduire les inégalités sociales et environnementales dont peuvent probablement souffrir les enfants français comparativement aux enfants espagnols en dehors du temps scolaire. Les résultats de cette étude mettent en avant l'importance du rôle de l'école dans le domaine de la promotion de l'AP. Il serait indispensable que les écoles de tous les pays réalisent des actions afin de favoriser au minimum les recommandations sur le temps scolaire (30 minutes), et notamment auprès d'enfants issus de milieux défavorisés. Dans l'objectif de réaliser des actions de promotion de l'AP, une étape intermédiaire s'avère essentielle : réaliser une révision systématique de la littérature sur les interventions en milieu scolaire visant à promouvoir l'AP et à diminuer le TS des enfants.

2. Promotion de l'AP et lutte contre le TS auprès d'enfants d'école primaire : étude de la littérature

Nous avons passé en revue la littérature relative à la promotion de l'AP d'une part et celle concernant la lutte contre le TS d'autre part. Ce travail a ciblé a) les études interventionnelles ; b) les études ayant recours à une mesure directe de ces comportements (podomètre et accéléromètres principalement) ; c) les études dont au moins une partie de l'intervention se déroulait en milieu scolaire et concernait des enfants scolarisés au niveau primaire (i.e., de 6 à 12 ans) ; d) les études publiées depuis la dernière revue de littérature disponible (i.e Kriemler et al., 2011 pour l'AP et Hegarty et al., 2016 pour le TS). Ainsi, une revue de littérature spécifique à chaque comportement a été effectuée.

Concernant la revue sur la promotion de l'AP (article 2), quatre bases de données ont été analysées afin de sélectionner les études interventionnelles publiées entre Janvier 2011 et Août 2019. Au total, 50 études ont été répertoriées, soit 27 études uni-leviers et 23 études multi-leviers. Il a été constaté que l'aménagement matériel et la supplémentation de jeux à la

récréation ont été les leviers les plus utilisés. Sur les 50 études identifiées, 35 études (soit 70%) ont montré une augmentation significative de l'AP en post-intervention : 18 études uni-levier et 17 études multi-leviers. Les effets à long terme restent indéterminés puisque trop peu d'études incluent des mesures de suivi au-delà de six mois. Tout comme la revue précédente de Kriemler et al. (2011), les études multi-leviers obtenaient les résultats les plus encourageants en dehors des périodes scolaires ce qui les rendaient prometteuses pour promouvoir l'AP au long terme.

Concernant les études visant à limiter le TS, une deuxième revue de littérature (article 3) a été effectuée suite à celle publiée par Hegarty et al. (2016). Quatre bases de données ont été analysées et les études publiées entre Août 2016 et Février 2020 ont été incluses. Au total, 14 études ont été identifiées dont 9 études multi-leviers. Les aménagements environnementaux et organisationnels dans le milieu scolaire ont été identifiés comme étant les principaux leviers d'intervention. Sur les 14 études identifiées, 64% des études ont reporté une diminution significative du TS : ainsi, les interventions en milieu scolaire semblent majoritairement efficaces. Il en est ressorti que les études multi-leviers n'étaient pas plus efficaces que les interventions uni-leviers se focalisant uniquement sur l'implémentation de bureaux debout. Enfin, les effets à long terme sont restés indéterminés. Tous ces constats avaient également été rapportés par l'antérieure revue de littérature réalisée par Hegarty et al. (2016).

Ainsi, ces deux revues de littérature sont en accord avec les revues antérieures respectives (Kriemler et al., 2011 ; Hegarty et al., 2016). Leurs conclusions rencontrent des similarités. En effet, que ce soit pour les interventions visant à promouvoir l'AP ou pour diminuer le TS, il a été constaté que les leviers les plus utilisés ainsi que les plus efficaces ont été les aménagements environnementaux et organisationnels. De manière plus concrète, l'ajout de séances actives et l'aménagement de la cour de récréation est efficace pour

promouvoir l'AP, et l'ajout de pauses active et la mise en place de bureaux debout se sont avérées être des stratégies efficaces pour diminuer le TS. Ces leviers ont été les plus efficaces pour les études proposant un seul levier d'intervention (études uni-leviers) ainsi que pour les études présentant plusieurs leviers d'intervention (études multi-leviers). Ils devraient donc être privilégiés dans les futures études interventionnelles. De plus, que ce soit pour les études visant à promouvoir l'AP ou pour les études visant à diminuer le TS, il semble que les études uni-leviers aient été efficaces uniquement à court terme. Les effets à long terme des études uni- et multi-leviers demeurent inconnus. Enfin, il a été constaté que les études ayant réalisé des actions interventionnelles sur l'AP, sur le TS, ainsi que sur l'alimentation étaient les moins efficaces.

Au-delà des similarités, ces deux revues ont des conclusions différentes sur un point interventionnel important. En effet, concernant la promotion de l'AP, les études multi-leviers étaient plus efficaces comparativement aux études uni-leviers. Cependant, concernant la diminution du TS, les études multi-leviers ne semblaient pas plus efficaces comparativement aux études uni-leviers qui se focalisaient spécifiquement sur l'aménagement des bureaux debout. Ainsi, cette différence a soulevé une question importante : faut-il privilégier une approche uni-levier ou multi-levier pour promouvoir les comportements actifs ? Etant donné les résultats très encourageants obtenus dans les études multi-levier qui se sont focalisées sur la promotion de l'AP, il est pertinent de s'orienter vers cette approche. En effet, les revues antérieures préconisent de privilégier une approche multi-levier, car les actions sont dirigées vers de multiples facteurs du modèle socio-écologique susceptible de modifier durablement les comportements (Kriemler et al., 2011 ; Hegarty et al., 2016). De plus, peu d'études multi-leviers se focalisant sur au moins 3 niveaux du modèle socio-écologique ont été publiées jusqu'à présent : compte tenu de ces résultats encourageants bien que peu nombreux pour l'instant, cette approche devrait être privilégiée.

Les conclusions émanant de ces deux revues de littérature ont servi de base à l'élaboration de notre propre méthodologie interventionnelle. Les équipes pédagogiques des écoles françaises situées en Réseau d'Education Prioritaire (REP) ont accepté de s'engager dans cette l'étude interventionnelle.

3. Concevoir l'intervention

Sur la base des connaissances identifiées dans les deux revues de littérature, une intervention multi-levier a été mise en place dans deux écoles du CP au CM2 (article 4). Plus précisément, l'intervention à l'école 1 s'est déroulée pendant l'année scolaire 2017/2018 entre T2 (Mai/Juin 2017) et T3 (Mai/Juin 2018) et l'intervention à l'école 2 s'est déroulée pendant l'année scolaire 2018/2019 entre T3 (Mai/Juin 2018) et T4 (Mai/Juin 2019)⁴. Au total, six leviers d'intervention ont été sélectionnés et utilisés : 1) Ateliers de sensibilisation et breaks de sédentarité en classe pour les enfants ; 2) Réunions, newsletters et feedbacks pour les parents ; 3) Sessions de formation des enseignants validées par l'Inspection Académique (IA) des Hautes-Pyrénées; 4) Aménagement environnemental et matériel (traçage au sol dans la cour de récréation) ; 5) Aménagement organisationnel (diminution du temps passé à la cantine, aires aménagées dans la cour) ; 6) Collaboration avec les politiques locales et éducatives, notamment avec la mairie de Tarbes et l'IA. La mise en place de tous ces leviers, s'imbriquant dans les quatre niveaux du modèle socio-écologique, constitue un grand point fort de cette méthodologie. De plus, certaines actions interventionnelles ont été co-construites avec les enseignants et les enfants. Par exemple, les enseignants et les enfants ont participé à la sélection des aménagements de la cour de récréation. La méthodologie expérimentale utilisée présente également de nombreux points forts. En effet, les mesures d'AP et de TS ont été effectuées par accélérométrie, méthode objective permettant d'obtenir des données

⁴ Cette partie de la discussion, liée à l'intervention, mentionne uniquement les 4 temps de mesure utilisés dans les analyses statistiques de l'article 5.

chiffrées par unité de temps (minutes et heures). Elles ont été analysées sur quatre temps de mesure : un suivi longitudinal a donc été réalisé, comprenant des mesures pré et post intervention. De plus, les habiletés motrices et les capacités attentionnelles ont été également mesurées afin d'étudier l'influence de l'AP et des habiletés motrices sur les variables attentionnelles. Ainsi, la mesure de ces nombreuses variables sur plusieurs périodes expérimentales étalées sur une durée de 3 ans a permis d'étudier les potentiels effets indirects de l'intervention ainsi que de mieux comprendre les relations entre ces variables au cours de l'enfance. La mise en place de l'intervention a constitué une étape importante dans ce travail de thèse. Suite à cette étape pratique, une phase d'analyse des effets de l'intervention a été conduite.

4. Efficacité de l'intervention réalisée

Lorsque des actions de promotion sont réalisées, il est nécessaire d'évaluer leur efficacité. Dans notre étude, nous avons décidé de comparer les niveaux d'APMV et de TS des enfants en pré et post intervention afin d'avoir un indice concernant l'efficacité de notre intervention. Au total, 444 enfants ont ainsi été catégorisés selon leur niveau d'APMV et TS et l'évolution de ces catégories a été étudiée à chaque temps de mesure (T1, T2, T3, T4). Afin d'avoir des éléments supplémentaires permettant de comprendre l'évolution de ces données chiffrées, nous avons également analysé des questionnaires complétés par les enseignants. Ces questionnaires ont été distribués, pour chaque école, l'année qui a suivi l'intervention. Les réponses ont permis d'obtenir un feedback complet sur l'investissement des enseignants dans le projet d'intervention et sur leur perception de la réussite de ce projet. Elles donnent ainsi un aperçu du déroulement de l'intervention sur le terrain, du point de vue de ces acteurs dont l'influence est déterminante sur les comportements des enfants (Benes et al., 2016).

4.1. Des effets « précoces » mis en évidence

Les niveaux d'APMV et de TS des enfants ont été analysés sur le temps scolaire, sur la journée globale ainsi sur le week-end. Sur le temps scolaire, les tests de khi-deux d'indépendance ont indiqué que le pourcentage d'enfants ayant un niveau d'AP élevé (> 40 minutes) a augmenté au T2 comparativement au T1 pour l'école 1 ($p < 0,05$). Au niveau de l'école 2, le pourcentage d'enfants très inactifs (< 20 minutes) a chuté au T3 comparativement au T2 ($p < 0,05$). De plus, le pourcentage d'enfant ayant un faible niveau de TS (< 240 minutes) a augmenté au T2 comparativement au T1 pour l'école 1 ainsi qu'au T3 comparativement au T2 pour l'école 2 ($p < 0,05$). Autrement dit, *avant même le début des interventions*, ces résultats plaident en faveur d'une augmentation de l'AP et d'une diminution du TS. Ces effets « précoces » semblent s'être produits pour chaque école pendant l'année qui a précédé l'intervention, notamment sur le temps scolaire. Ces effets précoces peuvent être hypothétiquement expliqués par un effet Hawthorne (Adair, 1984). Aucune étude interventionnelle précédente visant à promouvoir l'AP et diminuer le TS des enfants n'avaient reporté la présence de cet effet.

L'étude des données des questionnaires a permis d'étayer cette hypothèse. Il a été constaté que 44% des enseignants de l'école 2 pensent que les visites répétées des expérimentateurs pendant les deux années précédant l'intervention (distribution des accéléromètres, tests de condition physique) ont pu modifier les niveaux d'AP et de TS des enfants avant l'année d'intervention. De plus, 44% des enseignants de cette même école ont énoncé avoir réalisé des actions avant la période interventionnelle. Par conséquent, il est possible que les périodes de mesures diagnostiques, les interactions qu'elles impliquent entre les enfants, les équipes et les personnes en charge du projet aient pu avoir un impact sur le comportement des enfants et des enseignants avant l'intervention, que ce soit pour l'école 1 et pour l'école 2. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer les prises d'initiatives anticipées des

enseignants et leur motivation à s'engager dans le projet rapidement. Il est possible que dès le début du projet, les enseignants avaient déjà des croyances personnelles fortes et positives envers l'AP et la réussite de ce projet. Bien que les données du questionnaire aient été récoltées après les interventions, il a été constaté que 33,3% des enseignants de l'école 1 et 44,4% des enseignants de l'école 2 ont augmenté leur propre temps de pratique d'AP pendant l'intervention, ce qui démontre leur motivation envers cette thématique.

Lors des sessions de formations continues, les enseignants ont évoqué le fait d'avoir fait rapidement le lien entre notre projet (expérimentation, AP, TS) et d'autres projets qu'ils menaient déjà et qui visaient à améliorer les apprentissages des enfants (exemple : formation des enseignants sur l'empathie). Cette habitude et cette dynamique du travail en projet a pu les conduire à s'engager dès le début dans des changements d'habitudes ou d'organisation malgré les consignes données de ne rien modifier avant le début officiel de l'intervention.

Au cours des phases pré-interventionnelles, les enfants ont pu être influencés par la visite des expérimentateurs, par le port de l'accéléromètre qui a suscité beaucoup de curiosité, ou par la passation des tests d'habiletés motrices. Toutes ces actions nouvelles ont pu générer des modifications de comportements spontanés de la part des enfants. Ainsi, les effets « précoces » obtenus pourraient s'expliquer par ces hypothèses.

Si l'on considère maintenant la phase d'intervention, les résultats ne révèlent aucune évolution significative pendant l'année d'intervention (entre T2 et T3 pour l'école 1 et entre T3 et T4 pour l'école 2), qu'il s'agisse du temps scolaire, de la journée complète ou du week-end, quelle que soit l'école considérée. Concernant le TS, aucune différence significative n'a été relevée sur l'année d'intervention (T2-T3) pour l'école 1. Au cours de l'année d'intervention dans l'école 2 (T3-T4), les analyses ont révélé une augmentation significative du pourcentage d'enfants ayant un TS faible (<240 minutes) sur la journée scolaire ($p < 0,005$). Pour l'école 1, sur l'année post-interventionnelle (T3-T4), les analyses ont indiqué une

augmentation significative du pourcentage d'enfants ayant un TS faible (<240 minutes) sur la journée scolaire ($p < 0,005$). Or, des séances de formation pour les enseignants des deux écoles ont été réalisées entre T3 et T4 et incluaient des contenus pratiques et théoriques concernant les breaks de sédentarité. Ces séances ont donc pu engendrer la mise en place d'un nombre de breaks de sédentarité supplémentaires dans les deux écoles, pouvant expliquer l'augmentation du pourcentage d'enfants ayant un TS scolaire faible entre T3 et T4 que ce soit pour l'école 1 ou pour l'école 2.

De manière globale, il semble donc que les effets précoces sur l'AP et le TS se soient maintenus pendant la durée de l'intervention, voir même améliorés pour le TS sur le temps scolaire. Les données de questionnaires ont révélé qu'une majorité d'enseignants rapportent avoir réalisé des breaks de TS (50% dans l'école 1 ; 77,8% dans l'école 2) ainsi que divers ateliers d'AP avec les enfants pendant l'intervention (66,7% dans l'école 1 ; 55,6% dans l'école 2). Cependant, ces aménagements organisationnels n'ont pas suffi à augmenter davantage le niveau d'AP et diminuer le niveau de TS des enfants pendant la durée de l'intervention pour chaque école, dès lors que les effets « précoces » s'étaient produits.

4.2. Des effets différents selon la temporalité considérée : le temps scolaire, la journée globale et du week-end

Les analyses ont mis en évidence une augmentation du pourcentage d'enfants actifs et une diminution d'enfants très sédentaires sur le temps scolaire, et dans une moindre mesure sur la journée globale avant chaque intervention. Cette différence constatée entre le temps scolaire et sur la journée globale avait également été reportée par l'étude interventionnelle de Haapala et al. (2017). Ce constat démontre que les actions interventionnelles réalisées dans le milieu scolaire ont permis de modifier les niveaux d'AP et de TS dans le contexte de l'école. Ces modifications ont potentiellement contribué à modifier les niveaux d'AP et de TS enregistrés sur la journée globale. Ainsi, les actions scolaires qui favorisent la pratique d'AP

dans l'enceinte de l'école sont nécessaires et pourraient avoir des effets en dehors. Ce résultat rejoint la conclusion liée aux mesures diagnostiques réalisées en France et en Espagne : l'école peut participer à la réduction des inégalités sociales et environnementales pour les enfants issus de milieux défavorisés si des actions interventionnelles peuvent contribuer à les faire pratiquer davantage d'AP et à diminuer leur TS. Tout comme dans l'article 1, les résultats mettent en avant l'importance du rôle de l'école dans le domaine de la promotion de l'activité physique. Cependant, ce rôle ne se limite pas à augmenter les opportunités de pratiquer de l'AP ; l'école est également un vecteur permettant de réaliser de véritables actions de sensibilisation pour éduquer les enfants à en pratiquer par eux-mêmes tout au long de leur vie. En ce sens, elle permet d'effectuer une véritable « promotion de l'AP » tel que ce terme est défini. Dans notre intervention, les enfants ont suivi des ateliers en classe afin qu'ils soient sensibilisés sur les problématiques de l'AP, du TS et de la santé au cours de leur vie. Nous nous demandons donc si les enfants sont susceptibles d'avoir modifié par eux-mêmes leurs comportements actifs et sédentaires en dehors des heures scolaires. Cependant, les résultats obtenus ne permettent pas de savoir s'il y a eu des modifications comportementales exclusivement après l'école de 16h00 à 21h00 car la journée globale s'étend de 8h30 à 21h00 et mélange les horaires extrascolaires et scolaires. Des analyses ont cependant été réalisées sur le week-end, reflet d'heures entièrement extrascolaires.

Plus précisément, sur le temps du week-end, les analyses ont indiqué une augmentation du pourcentage d'enfants ayant un niveau très faible d'APMV au T2 comparativement au T1 pour les deux écoles ($p < 0,005$). Il ne semble pas y avoir eu d'effets « précoces » pour l'école 1 ainsi que pour l'école 2. Pendant l'année interventionnelle, un seul résultat significatif a été constaté : le pourcentage d'enfants très inactifs (AP < 20 minutes) a diminué pour l'école 2. Ce résultat est le seul qui a été obtenu sur le temps du week-end suite à l'intervention. Ainsi, certains enfants ont pu éprouver des difficultés à mettre en place les

conseils qui leur ont été donné pendant la semaine concernant la pratique d'AP. De nombreux facteurs culturels, familiaux et environnementaux peuvent expliquer ces résultats. Conformément à certains éléments de la littérature (Cohen et al., 1986 ; King et al., 2002 ; Perkin et al., 1992), le climat d'insécurité (dégradations) et certains facteurs de stress environnementaux (trafic, violence) peuvent rendre les parents méfiants à l'égard d'activités à l'extérieur et diminuer de ce fait la pratique d'AP pendant les week-ends. De plus, le week-end est une période pendant laquelle les enfants peuvent réaliser des loisirs passifs tels que jouer aux jeux vidéo. Bien que l'intervention ait donné des repères et des conseils pour augmenter l'AP sur le temps du week-end, celle-ci est restée contextualisée sur le temps scolaire. Les revues de littératures antérieures concernant la promotion de l'AP avaient déjà relevé l'inefficacité des interventions à l'école sur le temps extrascolaire (Biddle et al., 2014 ; Kriemler et al., 2011 ; Van Sluijs et al., 2008). Par conséquent, les interventions menées en milieu scolaire devraient trouver des stratégies pour motiver les enfants à pratiquer en dehors de l'enceinte de l'école. A titre d'exemple, il serait intéressant d'intégrer des séances d'AP parents-enfants sur des temps extrascolaires. De plus, il est important de mentionner que la participation à des sports organisés pendant la petite enfance est associée à des niveaux d'AP plus élevés dans la future vie adulte (Tammelin, Näyhä, et Hills, 2003). Ainsi, encourager les enfants à pratiquer des sports institutionnalisés devrait faire partie intégrante d'un programme de promotion de l'AP. Pour cela, une collaboration entre l'école et le service des sports de la ville et/ou les clubs sportifs est nécessaire.

Une autre hypothèse peut expliquer la difficulté des enfants à pratiquer de l'AP pendant le week-end, ainsi que pendant les heures extrascolaires et pendant le week-end : le phénomène de compensation (Gomersall, Rowlands, English., Maher, et Olds, 2013). En effet, lorsque les enfants ont été actifs à un moment précis de la journée ou sur plusieurs journées consécutives, ils diminueraient inconsciemment leurs mouvements à d'autres

moments de la journée ou sur des journées sans école. D'après Gray, Murphy, Gallagher et Simpson (2018), les processus physiologiques de fatigue et l'apparition de douleurs musculaires ont été cités comme étant la principale cause de la compensation de l'AP. Les processus psychologiques, y compris la tendance à l'inactivité, la peur du surmenage, la motivation déficiente et les contraintes de temps perçues, ont été cités dans une moindre mesure (Gray et al., 2018). Ces résultats suggèrent l'existence de déterminants biologiques, notamment par le biais du système dopaminergique régulant la motivation pour la locomotion (Sallis et al., 2000). Cette hypothèse, à explorer davantage, permettrait d'expliquer une partie des comportements des enfants en dehors de l'école. En effet, en augmentant l'AP sur le temps scolaire, l'enfant pourrait en compensation diminuer son AP extrascolaire pour conserver au bout du compte un temps global d'AP sensiblement identique. Cependant, ce phénomène de compensation, liée à des déterminants biologiques, est difficilement contrôlable et il n'est pas possible pour les chercheurs/intervenants d'agir sur cette variable. Ce travail de thèse s'est focalisé sur les déterminants environnementaux qui influencent les comportements des enfants, et qui sont manipulables, telles que les actions d'éducation à la santé qui ont été réalisées dans le cadre de ce travail.

Bien que les résultats de cette étude puissent sembler atypiques comparativement aux résultats des études interventionnelles incluses dans les deux revues de littérature précédentes (article 2 et article 3), nous avons relevé un constat identique : les comportements en dehors de l'école s'avèrent très difficile à modifier. Néanmoins, nos résultats indiquent que divers facteurs sociaux ont agi positivement de manière précoce, ce qui n'a pas été mis en évidence dans les études identifiées dans les deux revues. De plus, les aménagements matériels et organisationnels, considérés comme étant les leviers les plus efficaces, n'avaient pas encore été mis en place lors de la phase pré-interventionnelle.

4.3. Conclusion intermédiaire sur les effets de l'intervention

Il est important de mentionner, de manière complémentaire, que 75% des enseignants de l'école 1 et 62,5% de ceux de l'école 2 pensent que l'intervention a permis à une majorité d'enfants de modifier leurs comportements liés à la pratique d'AP et à leur TS (i.e., la proportion d'enfants ayant changé de comportement est évalué à 60% pour l'école 1 et 55,5% pour l'école 2, par les enseignants de leur école). Ainsi, les enseignants étaient convaincus de la réussite du projet d'intervention. Dans les réponses apportées aux questionnaires, les enseignants ont mentionné d'autres effets bénéfiques de l'intervention. En effet, dans l'école 1, 50% des enseignants ont reporté une diminution des tensions entre les enfants, 25% des enseignants estiment que l'intervention a permis une diminution du stress des enfants, et 25% ont reporté une meilleure concentration des enfants sur les tâches scolaires. Dans l'école 2, 50% des enseignants mentionnent une meilleure concentration sur des tâches scolaires ainsi que d'autres effets bénéfiques tels qu'une amélioration de l'estime de soi des enfants, des capacités motrices et une diminution du stress. Ces effets ont possiblement permis un meilleur climat scolaire, favorable aux enseignements. Enfin, il est important de mentionner que l'ensemble des enseignants des deux écoles (100%) déclarent avoir pris du plaisir à participer à l'intervention. Ainsi, ce projet d'intervention scolaire centré sur l'AP et sur la diminution du TS, qui se justifie dans le contexte sociétal sanitaire actuel, a eu un caractère plaisant pour le corps enseignant et a apporté des effets cognitifs, comportementaux et sociaux supplémentaires, ce qui se révèle être un point positif notamment pour ces écoles situées en REP.

Dans la partie suivante, nous allons aborder la question des liens entre l'AP, le TS, la motricité et sur les capacités attentionnelles des enfants.

5. Etude prospective sur les liens entre motricité et cognition

Le dernier objectif de ce travail de thèse était d'explorer les relations entre l'AP, le TS et les habiletés motrices afin de prédire les capacités attentionnelles des enfants défavorisés de 6 à 10 ans. Les relations complexes entre ces variables ont été analysées avec une approche non linéaire à l'aide d'outils statistiques de « data mining », ce qui constitue également un aspect novateur dans ce domaine. Ainsi, deux arbres d'inférence conditionnelle et deux forêts aléatoires ont été élaborés avec le logiciel statistique R. L'AP, le TS, la capacité aérobie, les performances aux tests habiletés motrices, le sexe et l'IMC ont été inclus dans les analyses statistiques en tant que potentielles variables prédictives de deux variables attentionnelles cibles. Les variables attentionnelles étaient plus précisément deux temps de réaction (TR): celui d'une tâche attentionnelle classique (TR classique) et d'une tâche requérant des capacités d'inhibition (TR inhibition). Au total, 605 enfants des deux écoles primaires ont participé aux 5 temps de mesures⁵. Tout d'abord, l'arbre d'inférence conditionnelle réalisé pour prédire le TR classique a été analysé. Pour les enfants de CE1 et de CE2, c'est-à-dire les plus jeunes, le TR classique de l'enfant est prédit majoritairement par les performances au test de tapping et au test navette 6x5m. Pour les enfants de CM1 et de CM2, c'est-à-dire les plus âgés, la variable tapping test est la seule à prédire des différences significatives de TR entre les enfants. En effet, plus les enfants sont performants au tapping test, plus ils ont un TR classique bas, et inversement. Ensuite, l'arbre d'inférence conditionnelle réalisé pour prédire le TR d'inhibition a été analysé. La performance au tapping test semble être la principale variable prédictive du TR d'inhibition mentale : en effet, plus les enfants sont performants au tapping test, et plus leurs capacités d'inhibition sont bonnes, indépendamment de l'âge. Dans les forêts aléatoires, la performance au tapping test a été relevée comme étant la principale variable prédictive des deux TR.

⁵ Pour cet article, l'ensemble des temps de mesure du T1 au T5 ont été inclus dans les analyses statistiques.

Il ne semble pas y avoir de différences majeures entre les variables prédictives des capacités attentionnelles classiques et d'inhibition mentale. La vitesse de coordination intersegmentaire du membre supérieur, et dans une moindre mesure du membre inférieur semble être déterminante des qualités attentionnelles mesurées. Comment interpréter ces résultats ? Ces capacités motrices engageraient les mêmes aires cérébrales que celles liées à l'attention (Diamond, 2002). Il est également possible que ces deux tâches requièrent des habiletés communes liées au repérage spatio-temporel et à des capacités rythmiques, ce qui expliquerait de possibles transferts liés à la sollicitation de mêmes aires cérébrales et expliquerait ainsi les relations positives entre ces variables (Annett, 2013, Dellatolas et al., 2003; Rigal, 1992).

De manière complémentaire, nous avons cherché à savoir si des résultats scolaires en français et en mathématiques étaient prédits par les variables attentionnelles, les habiletés motrices, l'AP et le TS. Le score de résultats scolaires en français regroupait les scores de grammaire, de conjugaison, d'orthographe et de vocabulaire ; celui en mathématiques regroupait la numération et la résolution de problème. Des arbres d'inférence conditionnelle supplémentaires ont été réalisés. Les résultats ont révélé que les habiletés motrices et les variables attentionnelles retrouvées dans les analyses précédentes prédisaient les scores de réussite scolaire. Cependant, les valeurs du pseudo-R square obtenus étaient très faibles (respectivement 0,11 et 0,13 pour les mathématiques et le français) : ces modèles ne se donc pas révélés être statistiquement valides. A titre de comparaison, plusieurs études montrent que les enfants ayant de meilleures capacités attentionnelles sont également ceux obtenant de meilleurs résultats scolaires (Cameron, Cottone, Murrah, et Grissmer, 2016 ; Smith et al., 2017).

Bien que dans toutes les analyses menées la quantité d'AP n'ai pas été relevée comme étant une variable prédictive des capacités attentionnelles et de la réussite scolaire, il convient de souligner que dans la littérature, les enfants qui présentent des taux d'APMV supérieurs

semblent être les plus habiles (Fisher et al., 2005 ; Zeng et al., 2017). Ainsi, promouvoir la pratique d'AP pourrait s'avérer malgré tout nécessaire. Enfin, il est important de mentionner que les programmes de promotion de l'AP qui se sont focalisés sur la pratique d'AP et qui engagent un travail cognitif se sont révélés avoir un effet positif modéré à grand sur les variables cognitives (de Greef et al., 2018). Ainsi, il peut également être opportun de réaliser des AP et des jeux requérant des aspects réflexifs et des niveaux d'habiletés motrices plus complexes afin de favoriser positivement le développement de leurs capacités cognitives. Cela serait tout particulièrement bénéfique notamment pour les enfants issus de milieux défavorisés qui sont susceptibles de rencontrer plus de difficultés pour pratiquer de l'AP (Cheval et al., 2018) et sont plus enclins à développer des troubles cognitifs, physiques et comportementaux (Everson et al., 2002).

L'ensemble de ces études a permis de rapporter des résultats et des éléments de discussion menant à un nombre de connaissances considérables dans le domaine de la promotion de l'AP. Quoiqu'il en soit, plusieurs imperfections méthodologiques ont été identifiées et constituent autant de pistes d'amélioration et de perspectives à ce travail. Ces limites sont présentées dans la partie suivante.

II- Limites des études réalisées

1. Limites méthodologiques liées à l'intervention

Il faut tout d'abord rappeler le contexte général particulièrement complexe que représente une intervention en milieu scolaire s'étalant sur deux écoles, chacune pendant une année. Si la stratégie d'intervention est évidemment bien définie au départ, sa mise en œuvre se heurte inévitablement à diverses contraintes et imprévus organisationnels (absence des enseignants, météo défavorable, autres projets pédagogiques...). Ainsi, certaines actions n'ont pas pu être menées exactement de la même manière dans les deux écoles. Dans l'école 1, un

seul atelier d'AP a été réalisé auprès des enfants dans la cour de récréation afin de leur montrer des jeux actifs. Les autres ateliers proposés étaient théoriques. A contrario, dans l'école 2, des ateliers d'AP ont été mis en place pour les enfants pendant la récréation. De plus, peu d'actions ont été effectuées auprès des parents car nous avons manqué de stratégies pour les faire adhérer au projet. Ainsi, les réunions prévues initialement ont été réalisées au début mais faute d'une participation suffisante, elles ont rapidement été abandonnées. Afin de viser une plus grande partie des parents, des lettres d'information ont été envoyées. Il est également important de mentionner que plusieurs enseignants ont été remplacés pendant les périodes d'intervention. Les enseignants remplaçants n'ont pas pu bénéficier de toutes les informations concernant le projet, ce qui a limité leur participation (réalisation des breaks de sédentarité, etc.). Enfin, dans l'école 1, les traçages au sol ont été réalisés tardivement au cours de l'année interventionnelle. De manière plus générale, il est important de souligner que les deux écoles primaires sont proches (moins de 2 km entre elles). Il est ainsi possible que les enfants des deux écoles se soient influencés mutuellement aux différents moments du projet.

2. Limites générales des études

Deux limites principales concernent l'ensemble du protocole expérimental.

1) Les données objectives d'APMV et de TS ont été recueillies par accéléromètre, ce qui constitue un point fort de l'étude. L'époque de 1 s et le cut-point d'Evenson et al. (2008) ont été utilisés et constituent les critères méthodologiques les plus optimaux pour analyser l'APMV et le TS (Trost et al., 2005). Néanmoins, l'époque de 1 s peut également surestimer le TS. De plus, l'utilisation de l'accélérométrie, de manière globale, a plusieurs limites. En effet, seuls les enfants qui ont obtenu l'autorisation des parents ont pu porter l'accéléromètre. De plus, les règles de portage de l'accéléromètre doivent être valides afin d'être analysées. Or, un nombre considérable d'enfants n'ont pas respecté les temps de portage nécessaires, notamment au T4 (Mai/Juin 2018, soit T3 dans l'article 5), ce qui a réduit le nombre de

données disponibles. Enfin, l'accéléromètre ne peut pas mesurer l'AP pratiqué pendant les activités aquatiques et ne détecte pas correctement la pratique de vélo, ou encore de trottinette et de roller. Les données d'APMV et de TS obtenues avec l'accéléromètre doivent donc être interprétées avec précaution. D'autres méthodes de mesure (questionnaires, entretiens) devraient être proposés en complément de l'accélérométrie.

2) Malgré l'approche méthodologique longitudinale utilisée, nous n'avons pas pu réaliser un suivi de l'évolution de chaque enfant sur l'ensemble des périodes de mesure, afin d'analyser son profil. Ce suivi plus « personnalisé » n'a pas été possible en raison des données manquantes, c'est-à-dire, du faible nombre d'enfants qui ont réalisé l'ensemble des temps de mesure du T1 au T5 avec des données valides. Des analyses statistiques de Classification Hiérarchique Ascendante (CAH), qui auraient permis d'observer les profils de chaque enfant au cours du temps, se sont ainsi avérées impossibles à réaliser. Au cours des périodes d'intervention, j'ai pu prendre conscience des difficultés qu'impliquait la réalisation d'un protocole longitudinal.

3. Réalisation « atypique » de 5 temps de mesures dont 2 diagnostiques ⁶

Ce qui nous a motivés à réaliser deux mesures diagnostiques, une en novembre/décembre et une autre en mai/juin, était de pouvoir contrôler l'influence météorologique sur le comportement des enfants. En effet, Aibar et al. (2014) ont mis en évidence que les niveaux d'APMV d'adolescents étaient influencés par des variables météorologiques et saisonnières. Ainsi, les adolescents avaient des niveaux d'AP plus importants lors des saisons chaudes. Pour pouvoir comparer des temps de mesures sur les mêmes saisons, nous avons donc réalisé les mesures soit en novembre/décembre (T1, T3), soit en mai/juin (T2, T4, T5). Était-il primordial de réaliser autant de période de mesures pour

⁶ Ce paragraphe mentionne les 5 temps de mesures suivants : T1 (Novembre/Décembre 2016) ; T2 (Mai/Juin 2017) ; T3 (Novembre/Décembre 2017) ; T4 (Mai/juin 2018) ; T5 (Mai/Juin 2019).

éviter un possible biais météorologique ? Les analyses statistiques ont indiqué une augmentation de l'AP et une diminution du TS dans l'école 1 au T1 comparativement au T2. Dans l'école 2, entre ces deux mêmes temps de mesure, le phénomène inverse s'est produit, se traduisant par une diminution du niveau d'AP et une augmentation du TS. Ainsi, les résultats obtenus dans l'école 2 ne rejoignent pas l'hypothèse de l'influence météorologique et saisonnière. Bien que les variables météorologiques aient pu être différentes à chaque temps de mesure, d'autres facteurs inconnus ont pu également affecter les niveaux d'AP. Parmi ces facteurs, la multiplication du nombre de temps de mesure a eu sans doute un effet délétère sur le taux de participation des enfants, ce qui pu modifier les niveaux d'AP obtenus sur chaque période. En effet, les statistiques descriptives montrent que dans les deux écoles, le taux de données valides d'AP par accélérométrie est passé de 67,60% au T1 à 54,81% au T3 dans l'école 1, et de 69,04% au T1 à 58,44% au T3 dans l'école 2. La répétition des temps de mesure a pu potentiellement causer un état de lassitude des équipes des deux écoles. De ce fait, alors que la mesure à T4 (mai/juin 2018) était essentielle et constituait notre mesure pré ou post intervention en fonction des écoles, le taux de données valides d'AP et de TS est passé à 32,84% à l'école 1 et 33,11% à l'école 2, ce qui a limité les analyses pré et post-intervention. La motivation des enfants envers le protocole expérimental a possiblement chuté, causant une diminution du temps de port l'accéléromètre après 3 temps de mesures et limitant ainsi le nombre de données d'accélérométrie au T4. La multiplication des temps de mesure est une stratégie risquée pouvant affecter le taux de participation à l'étude et donc augmenter les données manquantes dans un protocole longitudinal. La réalisation d'une mesure par an aurait été sans doute suffisante. Grâce à ses limites mais aussi indépendamment d'elles, ce travail doctoral offre de nombreuses perspectives de recherche qui sont détaillées dans la partie suivante.

III-Perspectives et propositions

1. Perspectives d'études à court terme

Les nombreuses données recueillies dans ce travail n'ont pas toutes été exploitées. Elles permettront de réaliser des études complémentaires. Tout d'abord, l'évolution des niveaux d'APMV et de TS sur chaque période de temps (matinée scolaire, pause déjeuner, temps extrascolaire) pourra être étudiée. Ces informations permettront de connaître plus précisément ces niveaux, notamment sur le temps extrascolaire, ce qui pourra contribuer aux recherches liées au phénomène de compensation. Afin d'étudier plus précisément ce phénomène, des arbres d'inférence conditionnelle pourront être réalisés en introduisant toutes les variables d'APMV et de TS à différentes périodes de la journée (matin avant école, matinée scolaire, après-midi scolaire, temps extrascolaire, soir) avec une variable cible que l'on cherche à expliquer (par exemple : l'APMV sur la journée globale de 8h à 21h). D'autre part, il pourrait être intéressant d'étudier les effets de l'intervention sur l'AP légère, en analysant l'évolution du niveau d'AP légère au cours des interventions ainsi qu'à leur terme dans chaque école et par période de temps. Enfin, concernant les relations entre la motricité et la cognition, il serait pertinent d'étudier également ces liens en sens inverse, voir dans les deux sens, pour mieux appréhender cette complexité. Par ailleurs, il serait aussi possible de réaliser des arbres d'inférence conditionnelle avec les habiletés motrices en variable cible et plusieurs variables prédictives telles que les capacités attentionnelles, l'AP, et le TS.

2. Propositions pour de meilleures interventions

Comme énoncé dans le préambule de la thèse par Green et Glasgow (2006), « *If we want more evidence-based practice, we need more practice-based evidence* ». De nouvelles études qui expérimentent de nouvelles stratégies interventionnelles doivent être réalisées.

Après avoir présenté les principaux résultats et évoqué des éléments de discussion, il est pertinent de se poser une question essentielle : étant donné que les principaux effets se sont produits avant l'intervention, « *est-il indispensable de mettre en place une intervention multi-levier* » ? En effet, compte tenu du coût logistique, temporel et financier d'une telle intervention, si une simple mesure diagnostique permet de produire des effets, pourquoi ne pas s'en tenir à une intervention minimale ? Celle-ci ne dispenserait pas d'actions concrètes, mais serait basée uniquement sur des mesures d'AP et de passation de tests de motricité par des expérimentateurs. Jusqu'à présent, aucune étude ne s'est intéressée à ce type de stratégie. Pourtant, bien que cette stratégie puisse être considérée comme « minimale » sur le plan logistique, elle peut néanmoins agir sur plusieurs facteurs du modèle socio-écologique. Ainsi, dans notre étude, il semble que la présence des expérimentateurs ait pu agir sur les facteurs psychologiques des enfants, des enseignants et des parents : la prévision des mesures pré-interventionnelles dans le cadre de l'école, la réunion d'information du projet aux enseignants, les lettres aux parents pour informer du déroulement de l'étude ont ainsi pu avoir des effets inattendus. Ainsi, il semble que certains facteurs du modèle socio-écologique (enseignants, parents) aient été « touchés » par les visites et mesures répétées en pré-intervention alors que les interventions n'avaient pas débuté. Cela souligne l'intérêt de réaliser des actions multi-leviers en mobilisant différents facteurs sociaux primordiaux. Cela indique également que certains facteurs sociaux sont déterminants comparativement à d'autres : dans le cas de nos interventions auprès d'enfants issus de milieux défavorisés, les enseignants semblent avoir été des éléments décisifs. Leur motivation à porter un projet d'éducation lié l'AP semble avoir été un élément capital. Ainsi, une intervention qui se focaliserait de manière plus conséquente sur les enseignants lors d'actions de promotion auprès d'enfants issus de quartiers défavorisés semble être bénéfique. Par conséquent, les interventions multi-leviers semblent nécessaires. Les résultats de ce travail de thèse ne

semblent pas remettre en question l'efficacité des interventions multi-leviers. Cependant, elles soulèvent de nombreuses questions par rapport à sa mise en place et aux moyens de les améliorer pour qu'elles soient plus amplement efficaces et moins coûteuses sur le plan logistique. Ainsi, en prenant en considération les résultats de mon étude, trois hypothèses sont détaillées afin d'améliorer l'efficacité générale des actions de promotion de l'AP. Ces propositions offrent autant de perspectives d'études.

2.1. Un nombre de leviers optimal ?

Nous émettons l'hypothèse qu'une quantité faible ou trop élevée de leviers d'intervention serait moins efficace pour promouvoir l'AP et diminuer le TS des enfants. En effet, des études interventionnelles ont proposé une somme considérable de leviers et ont reporté de faibles effets interventionnels (Anderson et al., 2016 ; Verbestel et al., 2015). Ainsi, une quantité élevée d'actions pourrait engendrer un sentiment de rejet du projet. D'autres études sont nécessaires afin de déterminer s'il existe un effet seuil sur le nombre de leviers utilisés pour promouvoir correctement les comportements de santé des enfants.

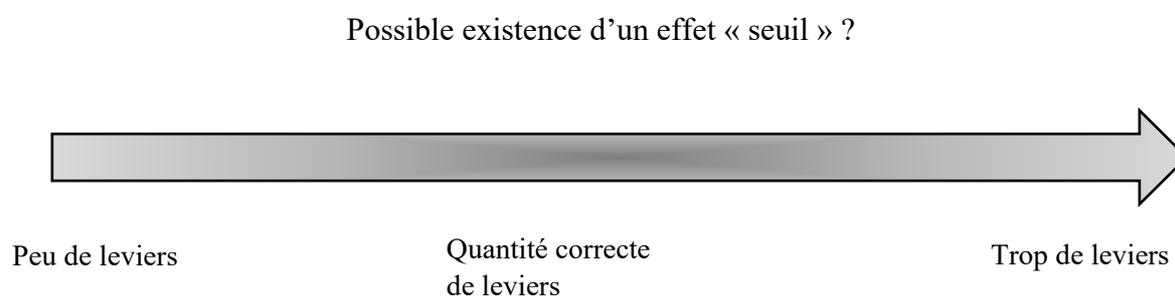


Figure 1. Nombre de leviers dans une intervention

2.2. Des leviers spécifiques

Il semble primordial d'identifier et d'utiliser certains leviers spécifiquement pour promouvoir l'AP, ou réduire le TS, et d'actionner des leviers communs faisant le lien entre ces comportements dans l'optique d'une bonne hygiène de vie globale. Nous émettons l'hypothèse que les études qui seront les plus efficaces seront celles qui réaliseront conjointement la promotion de l'AP et de la réduction du TS, avec une approche socio-écologique, et qui proposera des leviers spécifiques et communs à chaque comportement. Pour augmenter l'AP, un levier spécifique pertinent serait de réaliser des séances d'AP supplémentaires. Pour diminuer le TS, il serait adéquat de mettre en place des breaks de sédentarité et de réorganiser l'environnement spatial de la classe. Enfin, pour cibler les deux comportements, des ateliers de sensibilisation proposant des conseils pratiques pour augmenter l'AP et diminuer le TS pourraient être proposés aux enfants et à leurs parents. Enfin, les équipes éducatives doivent être soutenues dans leur démarche et doivent collaborer ensemble pour mener efficacement ces actions.

2.3. « La théorie de l'ordre »

Aucune étude ne propose la mise en place de leviers d'intervention sur les différents niveaux du modèle socio-écologique tout en faisant varier l'ordre d'exécution des actions proposées à tous les acteurs concernés, et ce, afin de réaliser une véritable « didactique de l'intervention ». Les futures études interventionnelles devraient tenter de faire varier l'ordre d'exécution des actions au cours de l'année ou en fonction des âges pour voir si ces changements entraînent des répercussions sur les comportements des enfants.

Nous émettons l'hypothèse qu'un ordre d'exécution optimal des leviers serait plus efficace. Si les actions menées avec les enfants sont importantes mais que les enseignants n'intègrent pas le projet comme étant l'une des priorités de l'école, alors ce projet

d'intervention sera voué à l'échec. Dans le cas inverse, si les enseignants sont prêts pour la mise en place d'un tel projet et qu'ils ont des croyances fortes envers l'AP et envers la réussite d'un tel projet, alors les actions réalisées auprès des enfants seront plus bénéfiques. Il serait ainsi opportun de réaliser une étude interventionnelle en proposant des leviers ciblés en amont sur le corps enseignant et sur l'environnement familial avant d'agir sur les enfants.

De ce fait, les études interventionnelles qui s'avèrent nécessaires dans le contexte sanitaire actuel peuvent expérimenter de nouvelles stratégies pour promouvoir l'AP. L'intérêt pour ce champ d'investigation actuel est croissant. Les études à ce sujet sont de plus en plus nombreuses et les connaissances évoluent rapidement, ce qui affecte les bases théoriques et pratiques émises à ce sujet.

3. Perspectives méthodologiques

3.1. Modifier les stratégies d'analyse statistique

Depuis plusieurs décennies, il est préférable d'utiliser des méthodes de mesures objectives pour mesurer l'AP. Cette technique de mesure permet d'obtenir des moyennes d'APMV et de TS pour chaque enfant. Les analyses de variances (ANOVA) à mesures répétées consistent à comparer ces moyennes obtenues. Après avoir réalisé le premier article sur les niveaux d'AP et de TS avec des outils ANOVA, je me suis questionnée sur l'utilisation d'un tel outil statistique. En effet, cette technique statistique est très souvent utilisée pour analyser l'évolution des niveaux d'AP et de TS en pré et post intervention. Ce sont ces analyses qui sont traditionnellement reportées dans les études interventionnelles. Les résultats de ces méthodes statistiques sont simples à comprendre car elles comparent des moyennes. Cependant, les études ne mentionnaient jamais si la distribution de l'échantillon suivait une loi normale permettant de valider les prérequis à l'utilisation de cette méthode statistique. Or, de nombreux problèmes méthodologiques liés à l'application de méthodes

statistiques ANOVA dans le champ des recherches en éducation avaient déjà été mis en évidence par exemple par Keselman et al. dès 1998. L'application des ANOVA devraient être rigoureuse afin d'éviter de reporter des conclusions erronées (Kirk, 2001). De plus, ces statistiques permettent uniquement de montrer l'existence d'une diminution ou une augmentation significative de l'AP et du TS en post-intervention. Or, les variations reportées dans les études sont minimales, chiffrées en minutes (Kriemler et al., 2011 ; Hegarty et al., 2016). Ces données chiffrées peuvent-elles permettre à elle seules l'efficacité d'une intervention ? Comment faire pour savoir précisément comment ont évolué les facteurs psychologiques sous-jacents des enfants ?

3.2. Risques liés à la catégorisation et effet pervers des normes

Ce travail de thèse s'est basé sur des normes préalablement établies, telles que les 60 minutes d'APMV recommandées par jour. De plus, les données chiffrées recueillies par accéléromètre ont permis de réaliser des comparaisons de moyennes des niveaux d'APMV et de TS (article 1). Pour étudier les effets des interventions, les enfants ont été catégorisés en fonction de ces mêmes niveaux, et des comparaisons ont été effectuées (article 5). Or, l'utilisation des moyennes et les normes chiffrées sont critiquées actuellement dans le champ de la psychologie sociale (Rose, 2016). En effet, ces données chiffrées ne seraient pas adaptées aux caractéristiques personnelles de l'être humain qui se révèlent être plus complexes (Rose, 2016).

Il convient ainsi de se demander si l'utilisation de statistiques inférentielles est adaptée à la recherche dans le champ de la psychologie, notamment, en ce qui nous concerne, dans l'étude des comportements humains. Une des solutions déjà largement utilisée pour tenter de mieux comprendre les comportements humains peut être la réalisation de mesures subjectives.

3.3. Le point de vue de l'acteur : l'intérêt de la recherche qualitative

Les actions de promotion peuvent induire des modifications psychologiques sous-jacentes qui ne peuvent pas être visibles par le recueil de données chiffrées. Il serait donc nécessaire d'étudier également l'évolution des facteurs psychologiques des enfants. Des mesures qualitatives (entretiens, questionnaires...) devraient faire partie intégrante des protocoles expérimentaux interventionnels. Ainsi, les mesures d'AP et de TS objectives pourraient se coupler à des entretiens pré et post-intervention sur une petite partie de l'échantillon d'enfants et de parents afin de voir comment les facteurs psychologiques et culturels, ont évolué au cours de l'intervention. La combinaison de ces deux techniques pourrait également permettre de mieux comprendre l'efficacité des interventions, de se sentir plus proche des enfants et de leurs parents, en écoutant leurs ressentis, leurs perceptions ainsi que leurs besoins. Dans ce travail de thèse, l'analyse du questionnaire assigné aux enseignants, qui n'était pas prévu initialement, a permis de compléter les données d'AP et de TS chiffrés par d'autres informations subjectives. Après avoir évoqué les limites et les perspectives de notre étude, la partie suivante s'intéressera aux ambiguïtés liées aux actions de promotion de l'AP, points qu'il conviendra d'éclaircir afin de progresser dans ce domaine.

IV- Promotion de l'AP et ambiguïtés

1. Les études interventionnelles réalisent-elles réellement des actions de « promotion » ?

La « promotion » peut se définir de la manière suivante : « *Mettre quelque chose en avant, préconiser quelque chose en essayant de le faire adopter, d'en favoriser le développement* ». Lors de la réalisation des revues de littérature, plusieurs études uni-leviers semblaient se focaliser majoritairement sur la mise en place d'équipements matériels additionnels (Ee et al. 2018 ; Kidokoro et al., 2019 ; Hamer et al. 2018 ; Swartz et al., 2019). Ces études évoquent clairement leur objectif de promouvoir l'AP et diminuer le TS. Le terme

de « Promotion de l'AP » est utilisé alors que le seul levier est un aménagement matériel. Peut-on dire que ces études réalisent des « actions pour promouvoir l'AP », alors que ces aménagements n'engagent pas d'éducation à la santé visant à modifier les habitudes des enfants ? Il conviendrait donc, pour les futures interventions, d'expliquer clairement les objectifs visés par l'intervention et d'utiliser le terme de « promotion » s'il est adapté pour qualifier l'intervention, conformément à sa définition.

2. Nécessité d'une nouvelle définition de la sédentarité

Les études actuelles montrent que les effets néfastes de la sédentarité seraient davantage liés au cumul de temps passé assis non entrecoupées de pause actives, plus qu'au volume total de TS (Belcher et al., 2015). De plus, il y a un débat concernant les effets du TS sur la santé (indépendamment de l'APMV réalisée) car des problèmes méthodologiques et d'extrapolation ont été mis en évidence dans de nombreux protocoles expérimentaux (Stamatakis et al., 2019). Les recommandations actuelles conseillent de diminuer autant que possible le TS au cours de la journée, mais également de réaliser des pauses en mouvement pour casser les longues périodes de TS (Fuezeki, Vogt et Banzer, 2017 ; Zealand, McIntyre et Dutton, 2015). Or, une majorité d'études interventionnelles visant le TS, dont la nôtre, mesure uniquement le volume total de TS. L'efficacité de l'intervention est étudiée en fonction de l'évolution totale du volume de TS. Cela correspond à la définition de la sédentarité, qui ne prend en considération actuellement que le volume de temps passé en position assise au cours d'une journée pour qualifier la sédentarité. Or, il semble nécessaire d'introduire dans cette définition « *l'absence de pauses entre des périodes longues de TS* » et non pas uniquement « le volume de TS ». De ce fait, il semble nécessaire que les études interventionnelles s'adaptent également et utilisent des stratégies afin de mesurer les temps actifs entrecoupant les temps longs de TS pour étudier l'efficacité d'une intervention, comme l'avait réalisé Verloigne et al. (2018) avec l'accéléromètre. Une mise au point concernant les définitions, les

similarities and the disparities between AP, IP and TS should be performed in order to propose clear intervention actions (Stamatakis et al., 2019).

V- Conclusion

La promotion de l'AP est complexe et dépend de facteurs individuels, interpersonnels, environnementaux, politiques, économiques, culturels, sociétaux. Pour promouvoir l'AP et diminuer le TS, nous avons tenté d'agir sur les facteurs psychologiques des enfants en actionnant plusieurs leviers. Cela avait pour objectif de renforcer le plaisir des enfants dans la pratique de l'AP mais aussi leurs connaissances sur ce sujet, afin qu'ils reproduisent ces expériences actives par eux-mêmes. Les effets précoces obtenus démontrent qu'une présence humaine, ou encore des actions « minimalistes » peuvent engendrer des modifications comportementales. Ces résultats dévoilent la complexité de la psychologie comportementale et sociale.

Il est également important de souligner que la réalisation d'un protocole expérimental sur le terrain et non en laboratoire, tentant de coller à la réalité du modèle socio-écologique, confère des limites inhérentes à ce type de protocole : pas de contrôle de facteurs externes (pluie ou froid lors des évaluations d'habiletés motrices), enfant contrarié lors de la réalisation d'un test, etc. Cependant, malgré les limites qui y sont inhérentes, cette méthodologie reflète *la vie réelle. Or, la vie réelle ne se réalise pas dans un laboratoire : elle s'effectue dans des conditions qui ne sont pas jamais uniformes et contrôlables. L'ensemble de ces études se sont déroulées dans un contexte précis et comporte leur propre histoire, liée à la complexité de la vie humaine.*

Bibliographie : introduction, discussion et conclusion

- Aadland, K. N., Moe, V. F., Aadland, E., Anderssen, S. A., Resaland, G. K., et Ommundsen, Y. (2017). Relationships between physical activity, sedentary time, aerobic fitness, motor skills and executive function and academic performance in children. *Mental Health and Physical Activity*, *100*(12), 10-18.
<https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2017.01.001>
- Adair, J. G. (1984). The Hawthorne effect: a reconsideration of the methodological artifact. *Journal of Applied Psychology*, *69*(2), 334-345. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.69.2.334>
- Aibar, A., et Chanal, J. (2015). Physical education: the effect of epoch lengths on children's physical activity in a structured context. *PloS One*, *10*(4), e0121238.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121238>
- Aibar, A., Bois, J. E., Generelo, E., Zaragoza Casterad, J., et Paillard, T. (2013). A cross-cultural study of adolescents' physical activity levels in France and Spain. *European Journal of Sport Science*, *13*(5), 551-558.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2012.746733>
- Aibar, A., Bois, J. E., Zaragoza Casterad, J., Generelo, E., Paillard, T., et Fairclough, S. (2014). Weekday and weekend physical activity patterns of French and Spanish adolescents. *European Journal of Sport Science*, *14*(5), 500-509.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2013.829127>
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Leon, A. S., Jacobs, J. D., Montoye, H. J., Sallis, J. F., & Paffenbarger, J. R. (1993). Compendium of physical activities: classification of energy

- costs of human physical activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(1), 71-80. <https://doi.org/10.1249/00005768-199301000-00011>
- Altenburg, T. M., Kist-van Holthe, J., et Chinapaw, M. J. (2016). Effectiveness of intervention strategies exclusively targeting reductions in children's sedentary time: a systematic review of the literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1), 65. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0387-5>
- Anderson, E. L., Howe, L. D., Kipping, R. R., Campbell, R., Jago, R., Noble, S. M., ... et Lawlor, D. A. (2016). Long-term effects of the Active for Life Year 5 (AFLY5) school-based cluster-randomised controlled trial. *British Medical Journal Open*, 6(11), e010957. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010957>
- Arnold, D. H., et Doctoroff, G. L. (2003). The early education of socioeconomically disadvantaged children. *Annual Review of Psychology*, 54(1), 517-545. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.54.111301.145442>
- Baranowski, T., et de Moor, C. (2000). How many days was that? Intra-individual variability and physical activity assessment. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(sup2), 74-78. <https://doi.org/10.1080/02701367.2000.11082789>
- Baron, R. M., et Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.6.1173>
- Baumeister, R. F., et Leary, M. R. (1995). The need to belong: desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497>

- Beardsley L. M., et Pendersen P. (1997). Health and culture-centered intervention. In J. W. Berry, M. H. Segall et C. Kagitçibasi (Eds.), 2nd ed. *Handbook of Cross Cultural Psychology: Social Behaviour and Applications*. (pp. 413-448). Boston: Ally & Bacon
- Belcher, B. R., Berrigan, D., Papachristopoulou, A., Brady, S. M., Bernstein, S. B., Brychta, R. J., ... et Smith, K. P. (2015). Effects of interrupting children's sedentary behaviors with activity on metabolic function: a randomized trial. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *100*(10), 3735-3743. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-2803>
- Bell, M. A., & Wolfe, C. D. (2004). Emotion and cognition: An intricately bound developmental process. *Child Development*, *75*(2), 366-370. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00679.x>
- Best, J. R., Miller, P. H., et Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, *29*(3), 180-200. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.05.002>
- Biddle, S. J. (2018). Sedentary behaviour at the individual level: Correlates, theories, and interventions. In *Sedentary Behaviour Epidemiology* (pp. 405-429). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61552-3_16
- Biddle, S. J., Petrolini, I., et Pearson, N. (2014). Interventions designed to reduce sedentary behaviours in young people: a review of reviews. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(3), 182-186. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-093078>
- Biswas, A., Oh, P. I., Faulkner, G. E., Bajaj, R. R., Silver, M. A., Mitchell, M. S., et Alter, D. A. (2015). Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Annals of internal medicine*, *162*(2), 123-132. <https://doi.org/10.7326/m14-1651>

- Booth, J. N., Tomporowski, P. D., Boyle, J. M., Ness, A. R., Joinson, C., Leary, S. D., et Reilly, J. J. (2013). Associations between executive attention and objectively measured physical activity in adolescence: findings from ALSPAC, a UK cohort. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 212-219. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2013.09.002>
- Bradley, R. H., et 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>
- Bramble, D. M., et Lieberman, D. E. (2004). Endurance running and the evolution of Homo. *Nature*, 432(7015), 345-352. <https://doi.org/10.1038/nature03052>
- Bronfenbrenner, U. (1979). The ecology of human development. Harvard university press.
- Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Gray, C. E., Poitras, V. J., Chaput, J. P., ... et Kho, M. E. (2016). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6), S240-S265. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0630>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., et Christenson, G. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131
- Cattuzzo, M. T., dos Santos Henrique, R., Ré, A. H. N., de Oliveira, I. S., Melo, B. M., de Sousa Moura, M., ... et 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>
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., VanPatter, M., ... et Cohen, N. J. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic

- fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain Research*, 1358, 172-183. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.08.049>
- Chang, M., et Gu, X. (2018). The role of executive function in linking fundamental motor skills and reading proficiency in socioeconomically disadvantaged kindergarteners. *Learning and Individual Differences*, 61, 250-255. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.01.002>
- Chau, J. Y., Grunseit, A. C., Chey, T., Stamatakis, E., Brown, W. J., Matthews, C. E., ... et van der Ploeg, H. P. (2013). Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PloS One*, 8(11), e80000. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080000>
- Cheval, B., Courvoisier, D. S., et Chanal, J. (2016). Developmental trajectories of physical activity during elementary school physical education. *Preventive Medicine*, 100(87), 170-174. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.02.043>
- Cheval, B., Sieber, S., Guessous, I., Orsholits, D., Courvoisier, D. C., Kliegel, M., ... et Boisgontier, M. (2018). Effect of early-and adult-life socioeconomic circumstances on physical inactivity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(3), 476-485. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001472>
- Chevance, G., Foucaut, A. M., et Bernard, P. (2016). State of knowledge on sedentary behaviors. *Presse Medicale*, 45(3), 313-318. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2016.01.004>
- Chinapaw, M., Altenburg, T., et Brug, J. (2015). Sedentary behaviour and health in children—Evaluating the evidence. *Preventive Medicine*, 70, 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.10.029>
- Cohen, C., Evans, G.W., Stokols, D., et Krantz, D.S. (1986) *Behavior, health, and environmental stress*. Plenum, New York.

- Clark, G., et Clark, J. G. D. (1977). *World prehistory: in new perspective*. Cambridge University Press.
- Cregan-Reid, V. (2018). *Primate Change: How the world we made is remaking us*. Hachette UK.
- Crova, C., Marchetti, R., Struzzolino, I., Forte, R., et Pesce, C. (2014). Training attention in physical education: effects on typically developing and DCD children. *Procedia–Social and Behavioral Sciences*, 116, 1509-1514.
- Dale, L. P., Vanderloo, L., Moore, S., et Faulkner, G. (2019). Physical activity and depression, anxiety, and self-esteem in children and youth: an umbrella systematic review. *Mental Health and Physical Activity*, 16, 66-79.
<https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2018.12.001>
- Dagenbach, D. E., et Carr, T. H. (1994). Inhibitory processes in attention, memory, and language. Academic Press.
- Decharms, R., et Carpenter, V. (1968). Measuring motivation in culturally disadvantaged school children. *The Journal of Experimental Education*, 37(1), 31-41.
<https://doi.org/10.1080/00220973.1968.11011086>
- Deci, E. L., et Ryan, R. M. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective. *Handbook of Self-determination Research*, 3-33.
- Delson, E., Tattersall, I., Van Couvering, J., et Brooks, A. S. (2000). *Encyclopedia of human evolution and prehistory (2^e éd.)*. New York & London: Taylor & Francis Group.
- Department of Health, Physical Activity, Health Improvement and Protection (2011). *Start active, stay active. A report on physical activity for health from the four home countries' Chief Medical Officers*. Consulté à l'adresse

www.dh.gov.uk/en/Publicationsandstatistics/Publications/PublicationsPolicyAndGuidance/DH_128209.

Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions.

Current Directions in Psychological Science, 21(5), 335-341.

<https://doi.org/10.1177/0963721412453722>

Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., et Tomporowski, P. (2016).

Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48, 6, 1197.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000901>

Donnelly, J. E., et Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and

academic achievement. *Preventive Medicine*, 52, S36-S42.

<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.021>

Draper, C. E., Achmat, M., Forbes, J., et Lambert, E. V. (2012). Impact of a community-

based programme for motor development on gross motor skills and cognitive function in preschool children from disadvantaged settings. *Early Child Development and Care*,

182(1), 137-152. <https://doi.org/10.1080/03004430.2010.547250>

Duda, J.L., et Allison, M.T. (1990). Cross-Cultural-Analysis in Exercise and Sport

Psychology - a Void in the Field. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 12(2), 114-131. <https://doi.org/10.1123/jsep.12.2.114>

Eather, N., Morgan, P. J., et Lubans, D. R. (2013). Improving the fitness and physical activity

levels of primary school children: Results of the Fit-4-Fun group randomized controlled trial. *Preventive Medicine*, 56(1), 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2012.10.019>

- Ee, J., Parry, S., IR de Oliveira, B., McVeigh, J. A., Howie, E., et Straker, L. (2018). Does a classroom standing desk intervention modify standing and sitting behaviour and musculoskeletal symptoms during school time and physical activity during waking time?. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(8), 1668. <https://doi.org/10.3390/ijerph15081668>
- Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W. J., Fagerland, M. W., Owen, N., Powell, K. E., ... et Lancet Sedentary Behaviour Working Group. (2016). Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *The Lancet*, *388*(10051), 1302-1310. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30370-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30370-1)
- Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., et McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sports Sciences*, *26*(14), 1557-1565. <https://doi.org/10.1080/02640410802334196>
- Everson, S. A., Maty, S. C., Lynch, J. W., et Kaplan, G. A. (2002). Epidemiologic evidence for the relation between socioeconomic status and depression, obesity, and diabetes. *Journal of Psychosomatic Research*, *53*(4), 891-895. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(02\)00303-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(02)00303-3)
- Fabre, N., Lhuisset, L., Bernal, C., et Bois, J. (2020). Effect of epoch length on intensity classification and on accuracy of measurement under controlled conditions on treadmill: Towards a better understanding of accelerometer measurement. *Plos One*, *15*(1), e0227740. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227740>
- Fedewa, A. L., et Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis. *Research Quarterly*

for Exercise and Sport, 82(3), 521-535.

<https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599785>

Fisher, A., Boyle, J. M., Paton, J. Y., Tomporowski, P., Watson, C., McColl, J. H., et Reilly, J. J. (2011). Effects of a physical education intervention on cognitive function in young children: randomized controlled pilot study. *BMC Pediatrics*, 11(1), 97.

<https://doi.org/10.1186/1471-2431-11-97>

Fisher, A., Reilly, J., Kelly, L., Montgomery, C., Williamson, A., Paton, J. Y., et Grant, S. (2005). Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(4), 684-688.

<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000159138.48107.7D>

Frago, J. M. (2014). *Niveles de actividad física en escolares de educación primaria: Actividad física habitual, clases de educación física y recreos* (Doctoral dissertation, Tesis doctoral). Universidad de Zaragoza, Saragosse.

Frohlich, K. L., et Potvin, L. (2008). Transcending the known in public health practice: the inequality paradox: the population approach and vulnerable populations. *American Journal of Public Health*, 98(2), 216-221. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2007.114777>

Fuezeki, E., Vogt, L., et Banzer, W. (2017). German national physical activity recommendations for adults and older adults: methods, database and rationale. *Gesundheitswesen*, 79(S 01), S20-S28. <https://doi.org/10.1055/s-0042-123700>

Gomersall, S. R., Rowlands, A. V., English, C., Maher, C., et Olds, T. S. (2013). The activitystat hypothesis. *Sports Medicine*, 43(2), 135-149.

<https://doi.org/10.1007/s40279-012-0008-7>

- Gray, P., Murphy, M., Gallagher, A., et Simpson, E. E. A. (2018). A qualitative investigation of physical activity compensation among older adults. *British Journal of Health Psychology*, 23(1), 208-224. <https://doi.org/10.1111/bjhp.12282>
- Grélot, L. (2016). Activités physiques et sportives de l'enfant et de l'adolescent: des croyances aux recommandations sanitaires. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, 29(2) 57-68. <https://doi.org/10.1016/j.jpp.2016.02.003>
- Guinhouya, B. C., Lemdani, M., Apété, G. K., Durocher, A., Vilhelm, C., et Hubert, H. (2009). How school time physical activity is the “big one” for daily activity among schoolchildren: a semi-experimental approach. *Journal of Physical Activity and Health*, 6(4), 510-519. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.4.510>
- Grao-Cruces, A., Sánchez-Oliva, D., Segura-Jiménez, V., Cabanas-Sánchez, V., Martínez-Gómez, D., Rodríguez-Rodríguez, F., ... et Castro-Piñero, J. (2019). Changes in compliance with school-based physical activity recommendations in Spanish youth: The UPetDOWN longitudinal study. *Scandinavian Journal of Medicine et Science in Sports*, 29(4), 554-565. <https://doi.org/10.1111/sms.13355>
- Guinhouya, B. C., Samouda, H., et De Beaufort, C. (2013). Level of physical activity among children and adolescents in Europe: a review of physical activity assessed objectively by accelerometry. *Public Health*, 127(4), 301-311. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2013.01.020>
- Guthold, R., Cowan, M.J., Autenrieth, C.S., Kann, L., et Riley, L.M. (2010). Physical activity and sedentary behaviour among schoolchildren: A 34-country comparison. *Journal of Pediatrics*, 157(1), 43-49. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.01.019>
- Hamer, M., Aggio, D., Knock, G., Kipps, C., Shankar, A., et Smith, L. (2017). Effect of major school playground reconstruction on physical activity and sedentary behaviour: Camden

- active spaces. *BMC Public Health*, 17(1), 552. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4483-5>
- Hamilton, M. T., Healy, G. N., Dunstan, D. W., Zderic, T. W., et Owen, N. (2008). Too little exercise and too much sitting: inactivity physiology and the need for new recommendations on sedentary behavior. *Current Cardiovascular Risk Reports*, 2(4), 292. <https://doi.org/10.1007/s12170-008-0054-8>
- Heath, G. W., Parra, D. C., Sarmiento, O. L., Andersen, L. B., Owen, N., Goenka, S., ... et Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012). Evidence-based intervention in physical activity: lessons from around the world. *The lancet*, 380(9838), 272-281. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60816-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60816-2)
- Hegarty, L. M., Mair, J. L., Kirby, K., Murtagh, E., et Murphy, M. H. (2016). School-based interventions to reduce sedentary behaviour in children: a systematic review. *AIMS Public Health*, 3(3), 520. <https://doi.org/10.3934/publichealth.2016.3.520>
- Hillman, C. H. (2014). I. An introduction to the relation of physical activity to cognitive and brain health, and scholastic achievement. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 79(4), 1-6. <https://doi.org/10.1111/mono.12127>
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., et Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58-65. <https://doi.org/10.1038/nrn2298>
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R., ... et Kamijo, K. (2014). Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics*, 134(4), e1063-e1071. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3219>

- Houdé, O. (2000). Inhibition and cognitive development: Object, number, categorization, and reasoning. *Cognitive Development, 15*(1), 63-73. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(00\)00015-0](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(00)00015-0)
- Janz, K. F., Witt, J., et Mahoney, L. T. (1995). The stability of children's physical activity as measured by accelerometry and self-report. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 27*(9), 1326-1332. <https://doi.org/10.1249/00005768-199509000-00014>
- Jeannot, E., Mahler, P., Elia, N., Cerruti, B., et Chastonay, P. (2015). Sociodemographic and economic determinants of overweight and obesity for public-school children in Geneva state, Switzerland: A cross-sectional study. *International Journal of Preventive Medicine, 6*(1). <https://doi.org/10.4103/2008-7802.156836>
- Jones R.A., Hinkley T., Okely, A.D., et Salmon J. (2013). Tracking physical activity and sedentary behavior in childhood: a systematic review. *American Journal of Preventive Medicine, 44*(6), 651-658. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.03.001>
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology, 15*(3), 169-182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- Keselman, H. J., Huberty, C. J., Lix, L. M., Olejnik, S., Cribbie, R. A., Donahue, B., ... et Levin, J. R. (1998). Statistical practices of educational researchers: An analysis of their ANOVA, MANOVA, and ANCOVA analyses. *Review of Educational Research, 68*(3), 350-386. <https://doi.org/10.3102/00346543068003350>
- Khan, N. A., et Hillman, C. H. (2014). The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. *Pediatric Exercise Science, 26*(2), 138-146. <https://doi.org/10.1123/pes.2013-0125>

- Kidokoro, T., Shimizu, Y., Edamoto, K., et Annear, M. (2019). Classroom Standing Desks and Time-Series Variation in Sedentary Behavior and Physical Activity among Primary School Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(11), 1892. <https://doi.org/10.3390/ijerph16111892>
- Kiefer, M., et Trumpp, N. M. (2012). Embodiment theory and education: The foundations of cognition in perception and action. *Trends in Neuroscience and Education*, *1*(1), 15-20. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2012.07.002>
- King, K. M., et Ling, J. (2015). Results of a 3-year, nutrition and physical activity intervention for children in rural, low-socioeconomic status elementary schools. *Health Education Research*, *30*(4), 647-659. <https://doi.org/10.1093/her/cyv029>
- King, A. C., Stokols, D., Talen, E., Brassington, G. S., et Killingsworth, R. (2002). Theoretical approaches to the promotion of physical activity: forging a transdisciplinary paradigm. *American Journal of Preventive Medicine*, *23*(2), 15-25. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(02\)00470-1](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00470-1)
- Kirk, R. E. (2001). Promoting good statistical practices: Some suggestions. *Educational and Psychological Measurement*, *61*(2), 213-218. <https://doi.org/10.1177/00131640121971185>
- Kohl 3rd, H. W., Craig, C. L., Lambert, E. V., Inoue, S., Alkandari, J. R., Leetongin, G., ... et Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012). The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *The Lancet*, *380*(9838), 294-305. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60898-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60898-8)
- Konstabel, K., Veidebaum, T., Verbestel, V., Moreno, L. A., Bammann, K., Tornaritis, M., ... et Wirsik, N. (2014). Objectively measured physical activity in European children: the

IDEFICS study. *International Journal of Obesity*, 38(2), S135-S143.

<https://doi.org/10.1038/ijo.2014.144>

Koster, A., Caserotti, P., Patel, K. V., Matthews, C. E., Berrigan, D., Van Domelen, D. R., ... et Harris, T. B. (2012). Association of sedentary time with mortality independent of moderate to vigorous physical activity. *Plos One*, 7(6).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037696>

Kriemler, S., Meyer, U., Martin, E., van Sluijs, E. M., Andersen, L. B., et 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. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2011-090186>

Lakes, K. D., et Hoyt, W. T. (2004). Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25(3), 283-302.

<https://doi.org/10.1016/j.appdev.2004.04.002>

LeBlanc, A. G., Broyles, S. T., Chaput, J. P., Leduc, G., Boyer, C., Borghese, M. M., et Tremblay, M. S. (2015). Correlates of objectively measured sedentary time and self-reported screen time in Canadian children. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0197-1>

Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T., et Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380(9838), 219-229. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61031-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61031-9)

Léger, L. (2016). *L'attention*. Dunod.

- Levine, J. A., Eberhardt, N. L., et Jensen, M. D. (1999). Role of nonexercise activity thermogenesis in resistance to fat gain in humans. *Science*, 283(5399), 212-214.
<https://doi.org/10.1126/science.283.5399.212>
- Levine, J. A., et Kotz, C. M. (2005). NEAT—non-exercise activity thermogenesis—egocentric et geocentric environmental factors vs. biological regulation. *Acta Physiologica Scandinavica*, 184(4), 309-318. <https://doi.org/10.1111/j.1365-201X.2005.01467.x>
- Llinás, R. R. (2001). *I of the vortex: From neurons to self* (Vol. 50). Cambridge, MA: MIT press.
- Marshall, S. J., et Ramirez, E. (2011). Reducing sedentary behavior: a new paradigm in physical activity promotion. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 5(6), 518-530.
<https://doi.org/10.1177/1559827610395487>
- Martin, R., et Murtagh, E. (2017). Active classrooms: a cluster randomized controlled trial evaluating the effects of a movement integration intervention on the physical activity levels of primary school children. *Journal of Physical Activity and Health*, 14(4), 290-300. <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0358>
- Maquestiaux, F. (2017). *Psychologie de l'attention*. De Boeck Supérieur.
- Matthews, C. E., Chen, K. Y., Freedson, P. S., Buchowski, M. S., Beech, B. M., Pate, R. R., et Troiano, R. P. (2008). Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003–2004. *American Journal of Epidemiology*, 167(7), 875-881.
<https://doi.org/10.1093/aje/kwm390>
- McMahon, E. M., Corcoran, P., O'Regan, G., Keeley, H., Cannon, M., Carli, V., ... et Balazs, J. (2017). Physical activity in European adolescents and associations with anxiety,

- depression and well-being. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 26(1), 111-122.
<https://doi.org/10.1007/s00787-016-0875-9>
- Miron, A. M., et Brehm, J. W. (2006). Reactance theory-40 years later. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 37(1), 9-18. <https://doi.org/10.1024/0044-3514.37.1.9>
- Mielgo-Ayuso, J., Aparicio-Ugarriza, R., Castillo, A., Ruiz, E., Ávila, J. M., Aranceta-Batrina, J., ... et González-Gross, M. (2016). Physical activity patterns of the Spanish population are mostly determined by sex and age: findings in the ANIBES study. *Plos One*, 11(2), e0149969. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149969>
- Montero, M., et Stokols, D. (2003). Psychology and the internet: a social ecological analysis. *Cyberpsychology & Behavior*, 6(1), 59-72.
<https://doi.org/10.1089/109493103321167974>
- New Zealand Ministry of Health (2015). Eating and activity guidelines for New Zealand adults. Wellington, New Zealand: Ministry of Health.
- Ng, S. W., et Popkin, B. M. (2012). Time use and physical activity: a shift away from movement across the globe. *Obesity Reviews*, 13(8), 659-680.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00982.x>
- Olshansky, S. J. (2018). From lifespan to healthspan. *Jama*, 320(13), 1323-1324.
<https://doi.org/10.1001/jama.2018.12621>
- Omran, A. R. (1971). The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. *The Milbank Memorial Fund Quarterly*, 49, 509-538.
<https://doi.org/10.1111/j.1468-0009.2005.00398.x>
- Ortega, F. B., Konstabel, K., Pasquali, E., Ruiz, J. R., Hurtig-Wennlöf, A., Mäestu, J., ... et Veidebaum, T. (2013). Objectively measured physical activity and sedentary time

- during childhood, adolescence and young adulthood: a cohort study. *Plos One*, 8(4).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060871>
- Owen, N., Leslie, E., Salmon, J., et Fotheringham, M. J. (2000). Environmental determinants of physical activity and sedentary behavior. *Exercise of Sport Science Reviews*, 28(4), 153-158.
- Pate R.R., Davis M.G., Robinson T.N., Stone E.J., et Young J.C. (2006). Promoting physical activity in children and youth: A leadership role for schools : a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation*, 114(11): 1214- 1224. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.177052>
- Pate, R. R., O'Neill, J. R., et Lobelo, F. (2008). The evolving definition of " sedentary". *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(4), 173-178.
<https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181877d1a>
- Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34(6), 766-786. <https://doi.org/10.1123/jsep.34.6.766>
- Perkins, D. D., Meeks, J. W., et Taylor, R. B. (1992). The physical environment of street blocks and resident perceptions of crime and disorder: Implications for theory and measurement. *Journal of Environmental Psychology*, 12(1), 21-34.
[https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80294-4](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80294-4)
- Pindus, D. M., Drollette, E. S., Scudder, M. R., Khan, N. A., Raine, L. B., Sherar, L. B., ... et Hillman, C. H. (2016). Moderate-to-vigorous physical activity, indices of cognitive

- control, and academic achievement in preadolescents. *The Journal of Pediatrics*, 173, 136-142. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.02.045>
- Pollard, T.M., Hornby-Turner, Y.C., Ghurbhurrun, A., et Ridgers, N.D. (2012). Differences between 9-11 years old British Pakistani and white British girls in physical activity and behaviour during school recess. *BMC Public Health*, 12, 1087-1094. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-1087>
- Ramey, S. L., et Ramey, C. T. (1992). Early educational intervention with disadvantaged children-To what effect? *Applied and Preventive Psychology*, 1(3), 131-140. [https://doi.org/10.1016/S0962-1849\(05\)80134-9](https://doi.org/10.1016/S0962-1849(05)80134-9)
- Rezende, L. F. M., Sá, T. H., Mielke, G. I., Viscondi, J. Y. K., Rey-López, J. P., et Garcia, L. M. T. (2016). All-cause mortality attributable to sitting time: analysis of 54 countries worldwide. *American Journal of Preventive Medicine*, 51(2), 253-263. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.01.022>
- Rhodes, R. E., Janssen, I., Bredin, S. S., Warburton, D. E., et Bauman, A. (2017). Physical activity: Health impact, prevalence, correlates and interventions. *Psychology & Health*, 32(8), 942-975. <https://doi.org/10.1080/08870446.2017.1325486>
- Rigoli, D., Piek, J. P., Kane, R., et Oosterlaan, J. (2012). An examination of the relationship between motor coordination and executive functions in adolescents. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54(11), 1025-1031. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2012.04403.x>
- Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., et D'Hondt, E. (2015). Motor competence and its effect on positive developmental

trajectories of health. *Sports Medicine*, 45(9), 1273-1284.

<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0351-6>

Roy, A., Le Gall, D., Roulin, J. L., & Fournet, N. (2012). Les fonctions exécutives chez l'enfant: approche épistémologique et sémiologie clinique. *Revue de neuropsychologie*, 4(4), 287-297. <https://doi.org/10.3917/rne.044.0287>

Rütten, A., & Abu-Omar, K. (2004). Prevalence of physical activity in the European Union. *Sozial-und Präventivmedizin/Social and Preventive Medicine*, 49(4), 281-289.

<https://doi.org/10.1007/s00038-004-3100-4>

Tammelin, T., Näyhä, S., Hills, A. P., et Järvelin, M. R. (2003). Adolescent participation in sports and adult physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 24(1), 22-28. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(02\)00575-5](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00575-5)

Taylor, W. C., Baranowski, T., & Young, D. R. (1998). Physical activity interventions in low-income, ethnic minority, and populations with disability. *American Journal of Preventive Medicine*, 15(4), 334-343. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(98\)00081-6](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(98)00081-6)

Telama, R., Yang, X., Leskinen, E., Kankaanpää, A., Hirvensalo, M., Tammelin, T., et 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.0000000000000181>

Temmel, C. S., et Rhodes, R. (2013). Correlates of sedentary behaviour in children and adolescents aged 7-18: A systematic review. *The Health & Fitness Journal of Canada*, 6(1), 119-199. <https://doi.org/10.14288/hfjc.v6i1.146>

- Tomporowski, P. D., Lambourne, K., et Okumura, M. S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: an introduction and overview. *Preventive Medicine*, 52, S3-S9. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.028>
- Tomporowski, P. D., McCullick, B., Pendleton, D. M., et Pesce, C. (2015). Exercise and children's cognition: the role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*, 4(1), 47-55.
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., ... et Chinapaw, M. J. (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/10.1016/j.jshs.2014.09.003>
- Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Janssen, I., Kho, M. E., Hicks, A., Murumets, K., ... et Duggan, M. (2011). Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 36(1), 59-64.
<https://doi.org/10.1139/H11-012>
- Trost, S. G., Mciver, K. L., et Pate, R. R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(11), S531-S543. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000185657.86065.98>
- Trost, S. G., Pate, R. R., Sallis, J. F., Freedson, P. S., Taylor, W. C., Dowda, M., et Sirard, J. (2002). Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(2), 350-355.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200202000-00025>

- Sallis, J. F. (2000). Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(9), 1598-1600.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200009000-00012>
- Sallis, J. F., Owen, N., et Fisher, E. B. (2008). Ecological models of health behavior. Dans K. Glanz, B.K. Rimer et K. Viswanath (Eds.), *Health behavior and health education: theory, research and practice* (p. 465-485), 4ème éd. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Salmon, J., Tremblay, M. S., Marshall, S. J., & Hume, C. (2011). Health risks, correlates, and interventions to reduce sedentary behavior in young people. *American journal of preventive medicine*, 41(2), 197-206. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.05.001>
- Santé Publique France (2015). Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban) 2014-2016. *Volet nutrition. Chapitre Activité physique et sédentarité*.
- Sibley, B. A., et Etnier, J. L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15(3), 243-256.
<https://doi.org/10.1123/pes.15.3.243>
- Sedentary, B. R. N. (2012). Letter to the editor: standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours". *Applied physiology, nutrition, and metabolism. Physiologie Appliquée, Nutrition et Métabolisme*, 37(3), 540. <https://doi.org/10.1139/h2012-024>
- Schmidt, M., Egger, F., Benzing, V., Jäger, K., Conzelmann, A., Roebbers, C. M., et Pesce, C. (2017). Disentangling the relationship between children's motor ability, executive function and academic achievement. *Plos One*, 12(8).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182845>
- Scott, W. A. (1962). Cognitive complexity and cognitive flexibility. *Sociometry*, 405-414.
<https://doi.org/10.2307/2785779>

- Stamatakis, E., Ekelund, U., Ding, D., Hamer, M., Bauman, A. E., et Lee, I. M. (2019). Is the time right for quantitative public health guidelines on sitting? A narrative review of sedentary behaviour research paradigms and findings. *British Journal of Sports Medicine*, 53(6), 377-382. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2018-099131>
- Swartz, A. M., Tokarek, N. R., Lisdahl, K., Maeda, H., Strath, S. J., et Cho, C. C. (2019). Do Stand-Biased Desks in the Classroom Change School-Time Activity and Sedentary Behavior? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 933. <https://doi.org/10.3390/ijerph16060933>
- Van Sluijs, E. M., McMinn, A. M., et Griffin, S. J. (2007). Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *British Medical Journal*, 335(7622), 703. <https://doi.org/10.1136/bmj.39320.843947.BE>
- van Stralen, M. M., Yildirim, M., Wulp, A., Te Velde, S. J., Verloigne, M., Doessegger, A., ... et Chinapaw, M. J. (2014). Measured sedentary time and physical activity during the school day of European 10-to 12-year-old children: the ENERGY project. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 201-206. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.04.019>
- Verbestel, V., De Henauw, S., Barba, G., Eiben, G., Gallois, K., Hadjigeorgiou, C., ... et Moreno, L. A. (2015). Effectiveness of the IDEFICS intervention on objectively measured physical activity and sedentary time in European children. *Obesity Reviews*, 16, 57-67. <https://doi.org/10.1111/obr.12348>
- Verloigne, M., Van Lippevelde, W., Maes, L., Yildirim, M., Chinapaw, M., Manios, Y., ... et De Bourdeaudhuij, I. (2012). Levels of physical activity and sedentary time among 10-to 12-year-old boys and girls across 5 European countries using accelerometers: an

- observational study within the ENERGY-project. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9, 34-41. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-34>
- Vivar, C., et Potter, M. C. (2013). All about running: synaptic plasticity, growth factors and adult hippocampal neurogenesis. *Current Topics in Behavioral Neurosciences*, 15, 189-210. https://doi.org/10.1007/7854_2012_220
- Warburton, D. E., et Bredin, S. S. (2017). Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*, 32(5), 541-556. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000437>
- Wardle, J., Brodersen, N. H., Cole, T. J., Jarvis, M. J., et Boniface, D. R. (2006). Development of adiposity in adolescence: five year longitudinal study of an ethnically and socioeconomically diverse sample of young people in Britain. *British Medical Journal*, 332(7550), 1130-1135. <https://doi.org/10.1136/bmj.38807.594792.AE>
- White, R. W. (1959). Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological Review*, 66(5), 297. <https://doi.org/10.1037/h0040934>
- World Health Organization (2010). *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization (2011). *Global Status Report on Non communicable Diseases 2010: Description of the Global Burden of NCDs, Their Risk Factors and Determinants*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2019). *Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

Zeng, N., Ayyub, M., Sun, H., Wen, X., Xiang, P., et Gao, Z. (2017). Effects of physical activity on motor skills and cognitive development in early childhood: a systematic review. *BioMed Research International*. <https://doi.org/10.1155/2017/2760716>

Annexes

Annexe 1. Lettre d'information à destination des parents au début du projet



Lettre informative à destination des parents

Madame, Monsieur

La présente lettre a pour objet de vous informer sur le projet de recherche qui évalue l'activité physique et l'attention qui a lieu actuellement dans les écoles élémentaires Jean-Jacques Rousseau et Jules Verne. Cette étude mise en place par le STAPS de Tarbes (qui fait partie de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour) fait partie d'un projet de collaboration entre la France et l'Espagne (CAPAS-Cité) et est financé par des fonds européens (POCTEFA). Vous trouverez à la fin de ce courrier un formulaire d'autorisation à compléter.

L'objectif de ce projet de recherche est de promouvoir l'activité physique à l'école, ainsi que de mesurer l'activité physique des enfants pendant une semaine, soit, sur 7 jours consécutifs et de la mettre en relation avec des tests de condition physique et d'attention. Dans ce projet, le concept d'activité physique a un sens large, c'est-à-dire qu'il inclut les activités sportives réalisées en club, en cours d'EPS ou entre amis mais aussi toute action où la personne va dépenser de l'énergie pour se mouvoir par exemple : marcher, monter des escaliers, etc.

La collaboration que nous sollicitons est la suivante. Dans le cas où votre enfant participe à l'étude, (1) vous devrez répondre à un questionnaire (2) votre enfant devra porter à la taille un instrument petit et léger appelé « accéléromètre ». C'est un instrument qui permet de détecter les mouvements et ainsi de mesurer l'activité physique. Pendant la semaine où votre enfant portera ce capteur, nous lui demanderons de ne surtout pas changer ses routines pour ne pas modifier son activité physique habituelle.

Bien évidemment toutes les données recueillies seront confidentielles mais vous pourrez avoir accès aux résultats de l'étude si vous le souhaitez.

Afin que votre enfant puisse participer à ce projet, nous avons besoin de votre consentement. C'est pour cette raison que nous vous demandons de remplir cette autorisation que votre enfant donnera à son enseignant.

Nous comptons pleinement sur votre soutien et vous remercions par avance de votre collaboration.

Julien Bois, Léna Lhuisset et Caroline Bernal (responsables du projet)

✂

AUTORISATION

Je soussigné Madame/Monsieur _____, père/mère ou responsable
légal, AUTORISE la participation de son/sa fils/fille _____
_____, au projet du recherche décrit ci-dessus.

Fait à Tarbes le/...../2019.

Signature

PARTICIPATION AU PROJET DE MESURE DE L'ACTIVITE PHYSIQUE

Ce projet a pour mission de mesurer l'activité physique journalière des enfants. Le projet **N'ESSAIE PAS** de changer les habitudes de vie, son objectif est simplement de mesurer la réalité. Nous ne souhaitons pas que les participants augmentent volontairement leur activité physique durant la semaine où ils portent le capteur.

Qu'est - ce que l'accéléromètre ?

C'est un instrument petit et léger qui doit être porté avec une bande élastique (fournie) à la taille. C'est un instrument qui enregistre tous les mouvements accomplis par celui qui le porte et permet de les traduire en énergie dépensée (dépense calorique). Ces appareils sont assez sophistiqués et il est très important d'en prendre soin. Le port de cet instrument est totalement indolore et n'induit aucun risque pour la santé.

Quelle participation est attendue ?

1. Porter le capteur à la taille pendant une semaine.
2. Le placer le matin dès le lever et l'enlever lors du coucher.
3. Demander de l'aide et/ou des informations supplémentaires aux responsables du projet (ou aux enseignants) si un problème arrive pendant la semaine.
4. Respecter les consignes suivantes :

- **Ne pas dormir avec le capteur**, le laisser sur la table de chevet durant la nuit et le remettre au lever le lendemain matin.
- Le capteur **n'est ni submersible ni résistant à l'eau** : ne surtout pas le mouiller (ni douche, ni bain, ni piscine).

Merci pour votre collaboration.

Si vous avez des questions ou que vous souhaitez des précisions, vous pouvez envoyer un email à:

bernalcaroline@etud.univ-pau.fr

Ou bien appeler le numéro suivant: 06 81 00 41 86

Caroline Bernal, Julien Bois, Léna Lhuisset, responsables du projet

Annexe 2. Exemple de procédure à suivre pour la réalisation correcte des tests de motricité dans les deux écoles (exemple de la procédure écrite pour le tapping test)

	Procédure AP et Capacités Cognitives à l'école primaire EUROFIT : Frappe de plaques	Date : 25/10/16 Page : 415 / 459
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------

A-Description

5 tests sont utilisés afin d'évaluer les habiletés motrices de l'enfant. Ces tests se dérouleront à l'école. Ils auront lieu dans les gymnases et/ou récréation. Chaque atelier sera supervisé par un spécialiste, qui évaluera les élèves. Les élèves réaliseront les tests par rotation entre les ateliers.

Ce test fait partie de la batterie Eurofit et mesure la vitesse-coordination des membres supérieurs, le temps de réaction et se focalise sur la motricité fine et globale.

B-Protocole du test

Les consignes énoncées aux élèves doivent reprendre ces éléments.

1-Le sujet est placé devant une table, debout, les pieds légèrement écartés. Deux disques en caoutchouc de 20 cm de diamètre sont fixés horizontalement sur la table, avec un écart de 60 cm. Une plaque rectangulaire est placée entre les deux disques.

2-Le sujet place une main au centre de la plaque rectangulaire, et doit, avec la main voulue, toucher les disques placés aux extrémités l'un après l'autre, en passant par-dessus la main située au milieu. Le sujet doit veiller à bien toucher les disques.

3-Le sujet part après le départ donné par le spécialiste, qui, muni d'un chronomètre, mesure le temps nécessaire pour que le sujet effectue 25 cycles avec la main.

4-Le nombre de cycles effectué est compté à haute voix. Le test est réalisé deux fois et le meilleur temps est enregistré. Le sujet réalise préalablement un essai avant le test, afin de choisir la main appropriée. Si un disque n'a pas été touché, il y a un ajout d'une frappe supplémentaire (les 25 cycles doivent être réalisés).

C-Procédure

1-Noter la date, l'heure et les informations météo.

2-Noter le nombre d'élèves dans le groupe (présents/absents).

3-Enoncer aux enfants le test et l'objectif de ce test

4-Donner les consignes du test aux enfants

Les consignes reprennent les éléments contenus dans la description du test ci-dessous.

5-Procéder à une démonstration commentée reprise deux fois en insistant sur les points à respecter. Si le test reste incompris, procéder à une troisième démonstration commentée. Noter le nombre de démonstrations effectués.

6-S'assurer que le matériel est bien mis en place avant chaque passage.

7-Passage d'un élève : 2 essais entrecoupés d'une période de repos. Un autre sujet peut effectuer son essai pendant la période de repos.

8-Noter les performances de l'élève.

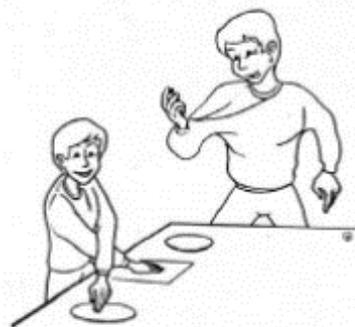
Recommencer du 6- au 8- selon le nombre d'élèves dans le groupe.

9-Faire un bilan aux élèves sur ce qu'ils ont effectué.

Recommencer au 2 avec un nouveau groupe.

D-Schéma et matériel

Ce test nécessite deux disques en caoutchouc de 20 cm de diamètre, fixés sur une table avec un écart de 60 cm. Leurs centres sont ainsi à 80 cm l'un de l'autre. Une plaque rectangulaire (10 x 20 cm) est placée entre deux disques. Un chronomètre est également nécessaire.



Annexe 3. Questionnaire distribué aux parents des enfants espagnols (Huesca) pour l'étude sur les niveaux descriptifs d'AP et de TS des enfants français et espagnols



Universidad
Zaragoza



CUESTIONARIO PARA LOS PADRES/MADRES

Escuela de educación primaria Santa Ana

Queridos padres,

Estamos muy agradecidos de poder tener vuestra colaboración para el proyecto de investigación que estamos haciendo sobre la influencia de la actividad física en las capacidades cognitivas de los niños de educación primaria.

Les pedimos responder a estas preguntas de la manera más sincera posible. Todos los datos recogidos serán analizados y tratados de manera anónima exclusivamente desde el punto de vista investigador.

Gracias por vuestra colaboración

Caroline Bernal, Alberto Aibar y Javier Zaragoza,
Coordinadores del proyecto

I – Datos sobre hijos/hijas que participan al proyecto

1. Nombre: _____ Apellidos: _____
2. Fecha de Nacimiento: _____ 3. Sexo: _____
4. Peso: _____ 5. Talla: _____
6. ¿Vuestro hijo/a vive habitualmente con usted? Sí No

Ib- Informaciones sobre los padres/madres

1. Estado civil de los padres/madres:

- Padre o madre solo Casados Separados Divorciados
- Viudo/Viuda Otro: _____

2. ¿Cuál es la titulación más elevada que ha obtenido el padre?

1 Ninguna titulación 2 EGB/ ESO 3 Formación profesional 4 Bachillerato

5 Diplomatura 6 Licenciatura o Grado 7 Máster 8 Doctorado

3. ¿Cuál es la titulación más elevada que ha obtenido la madre?

1 Ninguna titulación 2 EGB/ ESO 3 Formación profesional 4 Bachillerato

5 Diplomatura 6 Licenciatura o Grado 7 Máster 8 Doctorado

4. Profesión del padre (rodear la respuesta que conviene)

Agricultores	Obreros (calificados, no calificados, agrícola)
Artesanos, comerciantes, empresarios, trabajadores independientes	Retirado
Personal dirigente y profesiones superiores (ingeniero, profesor, profesiones liberales)	Sin profesión
Profesiones intermediarias (maestro, técnico)	Otra situación profesional
Empleados	

5. Profesión de la madre (rodear la respuesta que conviene)

Agricultores	Obreras (calificados, no calificados, agrícola)
Artesanos, comerciantes, empresarios, trabajadores independientes	Retirada
Personal dirigente y profesiones superiores (ingeniera, profesora, profesiones liberales)	Sin profesión
Profesiones intermediarias (maestra, técnico)	Otra situación profesional
Empleados	

6. ¿Tiene vuestra familia coche, furgoneta o camión?

No Si, uno Si, dos o más

7. ¿Tiene vuestro hijo/hija su propio dormitorio?

No Si

8. Durante los últimos doce meses, ¿Cuántos viajes de vacaciones ha realizado vuestra familia?

Ninguno Uno Dos Más de dos

9. -¿Cuántos ordenadores tiene vuestra familia en casa?

Ninguno Uno Dos Más de dos

Annexe 4. Questionnaire distribué aux parents des enfants français

EvaSys	QUESTIONNAIRE AL'ATTENTION DES PARENTS - Ecoles Jean-Jacques Rousseau et Jules Verne	
UPPA - ODE		Co-réalisation : ODE - STAPS
- STAPS -		Activité Physique et Cognition T3 et T4

Cocher : Veuillez utiliser un stylo ou un marqueur fin. Ce questionnaire sera traité automatiquement.

Corriger : Remplissez complètement la case faussement cochée, puis cochez votre nouveau choix.

Merci de votre participation
Merci de ne pas utiliser de blanc pour répondre à ce questionnaire.



Chers parents,
Nous sommes heureux d'avoir votre collaboration pour le projet de recherche que nous menons sur l'activité physique et les capacités cognitives à l'école primaire. Nous vous prions de répondre aussi sincèrement que possible. Toutes les données recueillies seront traitées de manière anonyme et ne seront pas divulguées en dehors du projet de recherche.
Nous vous adressons nos remerciements.

I-Famille**Ia- Enfant concerné par l'étude**

Nom

Prénom

Date de naissance

Sexe

 Garçon Fille

Ecole

 Jean Jacques Rousseau Jules Verne

Classe

 CP CE1 CE2 CM1 CM2

Votre enfant vit-il habituellement avec vous?

 Oui Non

Votre enfant parle-t-il plusieurs langues à la maison ?

 Oui Non

Merci de votre participation

Merci de ne pas utiliser de blanco pour répondre à ce questionnaire. [suite]

Ib- Informations sur les parents

Etat civil des parents :

- | | | |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Père ou mère seul(e) | <input type="checkbox"/> Mariés | <input type="checkbox"/> Séparés |
| <input type="checkbox"/> Divorcés | <input type="checkbox"/> Veuif/Veuve | <input type="checkbox"/> Autre situation familiale |
| <input type="checkbox"/> Pacsés | <input type="checkbox"/> Concubinage | |

Si "autre situation familiale", précisez :

Quel est le diplôme le plus élevé obtenu par le père ?

- | | | |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Aucun diplôme | <input type="checkbox"/> BEP ou CAP | <input type="checkbox"/> BAC |
| <input type="checkbox"/> BAC + 2 (BTS, Deug...) | <input type="checkbox"/> BAC + 3 (Licence, ...) | <input type="checkbox"/> BAC + 4 (Maîtrise, ...) |
| <input type="checkbox"/> BAC + 5 | <input type="checkbox"/> BAC + 8 et au-delà | |

Quel est le diplôme le plus élevé obtenu par la mère ?

- | | | |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Aucun diplôme | <input type="checkbox"/> BEP ou CAP | <input type="checkbox"/> BAC |
| <input type="checkbox"/> BAC + 2 (BTS, Deug...) | <input type="checkbox"/> BAC + 3 (Licence, ...) | <input type="checkbox"/> BAC + 4 (Maîtrise, ...) |
| <input type="checkbox"/> BAC + 5 | <input type="checkbox"/> BAC + 8 et au-delà | |

Profession du père :

- | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Agriculteurs | <input type="checkbox"/> Artisans, commerçants, chefs d'entreprise, travailleur indépendant | <input type="checkbox"/> Cadres et professions supérieures (ingénieur, professeur, professions libérales) |
| <input type="checkbox"/> Professions intermédiaires (instituteur, contremaître, agent de maîtrise, technicien...) | <input type="checkbox"/> Employés | <input type="checkbox"/> Ouvriers (qualifiés, non qualifiés, agricoles...) |
| <input type="checkbox"/> Retraité | <input type="checkbox"/> Sans profession | <input type="checkbox"/> Autre situation professionnelle |

Si "autre situation professionnelle" du père, précisez :

Profession de la mère :

- | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Agriculteurs | <input type="checkbox"/> Artisans, commerçants, chefs d'entreprise, travailleur indépendant | <input type="checkbox"/> Cadres et professions supérieures (ingénieur, professeur, professions libérales) |
| <input type="checkbox"/> Professions intermédiaires (instituteur, contremaître, agent de maîtrise, technicien...) | <input type="checkbox"/> Employés | <input type="checkbox"/> Ouvriers (qualifiés, non qualifiés, agricoles...) |
| <input type="checkbox"/> Retraité | <input type="checkbox"/> Sans emploi | <input type="checkbox"/> Autre situation professionnelle |

Si "autre situation professionnelle de la mère", précisez :

Merci de votre participation

Merci de ne pas utiliser de blanco pour répondre à ce questionnaire. [suite]

- Votre famille possède-t-elle un véhicule – voiture, fourgonnette ou camion ? Non Oui, un Oui, deux ou plus
- Votre enfant (celui participant au projet) possède t-il sa propre chambre ? Oui Non
- Durant les douze derniers mois, combien de fois êtes-vous parti en vacances avec votre famille ? Aucune Une fois Deux fois
 Plus de deux fois
- Combien d'ordinateurs votre famille possède-t-elle? Aucun Un Deux
 Plus de deux

II- Activité physique de l'enfant

1. Votre enfant participe-t-il à des activités extrascolaires sportives en club après l'école ? Oui Non

Si "oui" à la question {Votre enfant participe-t-il à des activités extrascolaires sportives en club après l'école ?}, précisez les sports :

- | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Football | <input type="checkbox"/> Equitation | <input type="checkbox"/> Natation |
| <input type="checkbox"/> Danse | <input type="checkbox"/> GRS | <input type="checkbox"/> Judo |
| <input type="checkbox"/> Rugby | <input type="checkbox"/> Handball | <input type="checkbox"/> Gymnastique |
| <input type="checkbox"/> Basketball | <input type="checkbox"/> Vélo de route | <input type="checkbox"/> Roller |
| <input type="checkbox"/> Badminton | <input type="checkbox"/> Tennis de table | <input type="checkbox"/> Escalade |
| <input type="checkbox"/> Karaté | <input type="checkbox"/> Athlétisme | <input type="checkbox"/> Pétanque |
| <input type="checkbox"/> Ski | <input type="checkbox"/> Autre(s) activité(s) sportive(s) extrascolaire(s) | |

Si "autre(s) activité(s) sportive(s) extrascolaire(s)", précisez :

Si "non" à la question {Votre enfant participe-t-il à des activités extrascolaires sportives en club après l'école ?}, précisez la raison :

Si vous avez répondu « non », vous pouvez passer directement à la question 3.

2. Combien de temps ces activités extrascolaires impliquent-elles dans une semaine ?

- Moins d'1 heure Entre 1 heure et moins de 3 heures Entre 3 heures et moins de 5 heures
 Plus de 5 heures

3. En dehors du temps scolaire, faites-vous des sorties (parc, jeux) avec votre enfant qui engagent la pratique d'activité physique ? Oui Non

Si "oui" à la question {En dehors du temps scolaire, faites-vous des sorties (parc, jeux) avec votre enfant qui engagent la pratique d'activité physique ?}, précisez les sorties :

Merci de votre participation
 Merci de ne pas utiliser de blanc pour répondre à ce questionnaire. [suite]

Si "oui" à la question {Votre enfant a-t-il joué aux jeux vidéo au cours des 6 derniers mois}, combien de temps votre enfant a-t-il joué en moyenne à chaque fois ?

- Moins de 30 minutes Entre 30 min et moins de 1 heure Entre 1 heure et moins de 2 heures
 Entre 2 heures et moins de 3 heures Entre 3 heures et moins de 8 heures Plus de 8 heures

2. Votre enfant a-t-il regardé des émissions à la télévision ou des dessins animés (télévision, tablette, téléphone portable) au cours des 6 derniers mois ?

- Oui Non

Si vous avez répondu "non", vous pouvez passer directement à la question 3.

Si "oui" à la question {Votre enfant a-t-il regardé des émissions à la télévision ou des dessins animés au cours des 6 derniers mois ?}, à quelle fréquence ?

- Quotidienne (tous les jours) Hebdomadaire (toutes les semaines) Mensuelle (tous les mois)
 Moins d'une fois par mois

Si "oui" à la question {Votre enfant a-t-il regardé des émissions à la télévision ou des dessins animés au cours des 6 derniers mois ?}, combien de temps à chaque fois ?

- Moins de 30 minutes Entre 30 min et moins de 1 heure Entre 1 heure et moins de 2 heures
 Entre 2 heures et moins de 3 heures Entre 3 heures et moins de 8 heures Plus de 8 heures

3. Votre enfant a-t-il réalisé des activités artistiques et musicales (dessin, peinture, musique) au cours des 6 derniers mois ?

- Oui Non

Si "oui" à la question {Votre enfant a-t-il réalisé des activités artistiques et musicales au cours des 6 derniers mois?}, à quelle fréquence ?

- Quotidienne (tous les jours) Hebdomadaire (toutes les semaines) Mensuelle (tous les mois)
 Moins d'une fois par mois

Si "oui" à la question {Votre enfant a-t-il réalisé des activités artistiques et musicales au cours des 6 derniers mois ?}, combien de temps à chaque fois ?

- Moins de 30 minutes Entre 30 min et moins de 1 heures Entre 1 heure et moins de 2 heures
 Entre 2 heures et moins de 3 heures Entre 3 heures et moins de 8 heures Plus de 8 heures

Réservé administration: APCogT2 Novembre 2017

Le responsable de traitement est le Président de l'université de Pau et des pays de l'Adour (UPPA). Les données recueillies dans le cadre de ce questionnaire font l'objet d'un traitement informatique ou papier en lien avec l'enquête réalisée dans le cadre du projet de recherche que le laboratoire Mouvement, Equilibre, Performance et Santé (EA 4445) mène sur l'activité physique et les capacités cognitives à l'école primaire. Les destinataires des données sont le laboratoire Mouvement, Equilibre, Performance et Santé de l'UPPA. Les résultats de l'enquête (données agrégées non nominatives) sont destinés aux partenaires du projet: ville de Tarbes, ville de Huesca, Université de Saragosse et Université de Pau et des Pays de l'Adour. Conformément à la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée dite "Loi Informatique et Libertés", vous bénéficiez d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des informations qui vous concernent. Pour exercer ce droit, veuillez-vous adresser à capas-cite@univ-pau.fr en faisant copie de votre demande au correspondant informatique et libertés de l'UPPA : cildroitsaccs@univ-pau.fr sous la référence Registre206STAPSODEEnqEcole

Annexe 5. Exemple de documents distribués aux enfants dans le cadre des ateliers de sensibilisation réalisés en classe (exemple pour le 1^{er} et 2^{ème} atelier pour les enfants en CE2, CM1 et CM2)

Nom :

Prénom :

Classe :

L'activité physique

Dans notre corps, qu'est ce qui nous permet de bouger ?

Alors, plus les muscles bougent, et plus j'ai chaud et j'ai soif !

Quand je bouge, je pratique alors de l'activité physique.

L'activité physique, alors, concerne pleins d'activités :

-marcher pour aller à l'école

-monter les escaliers

-courir

-jouer au football avec les copains dans la cour de récréation

-jouer à la marelle

Je peux aussi pratiquer des activités dans un club, après l'école : basketball, danse, natation, football... ce sont des activités sportives. Elles font parties de l'activité physique. Ainsi, par exemple, si je joue au handball dans un club, je pratique également de l'activité physique !

Des petites questions...

Est-ce que je fais de l'activité physique quand je fais une balade ? Oui/Non

...Quand je joue du football dans un club ? Oui/Non

...Quand je vais à la pêche aux crabes ? Oui/Non

...Quand je fais du bricolage ? Oui/Non

...Quand je range ma chambre ? Oui/Non

...Quand je joue aux jeux vidéo ? Oui/Non

Activité physique : quand mes muscles bougent !

Exemple :



Activités sportives :
pratiquées dans un club

Exemple :



Exemples d'activité physique légère :

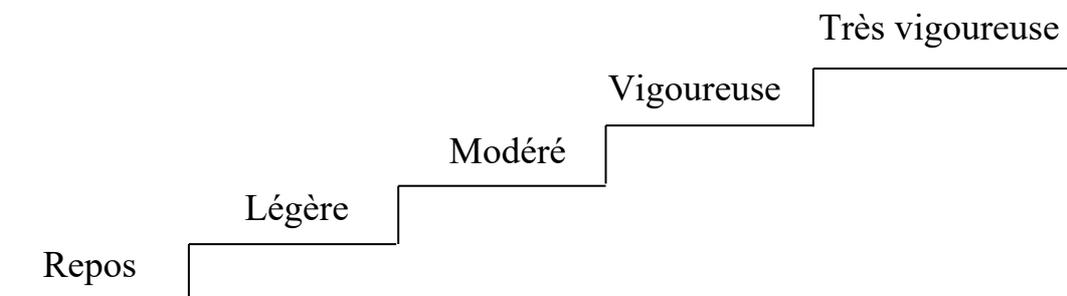
Je peux pratiquer de l'activité physique et être fatigué, sans que l'activité physique ne soit très fatigante non plus ! Mon cœur bat un peu plus vite et je transpire. Dans ce cas, je pratique de l'activité physique modérée.

Exemples d'activité physique modérée :

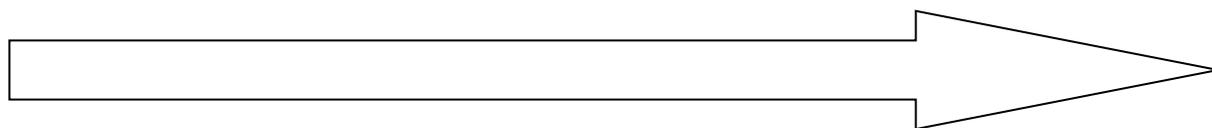
Je peux pratiquer de l'activité physique et être très fatigué, essoufflé, et avoir beaucoup transpiré ! Dans ce cas, je pratique de l'activité physique vigoureuse.

Exemples d'activité physique vigoureuse :

Ainsi, je peux pratiquer soit de l'activité physique légère, soit de l'activité physique modérée, soit de l'activité physique vigoureuse et même très vigoureuse.



En résumé :



Quand je ne bouge pas, je suis en position de repos.

L'Organisation des Nations Unies est une organisation internationale qui regroupe tous les pays de notre planète Terre. L'Organisation Mondiale de la Santé fait partie de l'Organisation des Nations Unies. Tout comme le sport fait partie de l'activité physique !

L'objectif de l'Organisation Mondiale de la Santé est d'élever chaque peuple à un niveau de santé le plus haut possible. Son siège se situe à Genève en Suisse.

Organisation des Nations Unies



Organisation Mondiale de la Santé



Pour être en bonne santé, l'Organisation Mondiale de la Santé recommande aux enfants de pratiquer au minimum 60 minutes d'activité physique modérée et vigoureuse par jour.

Est-ce je pense que je fais 60 minutes d'activité physique modérée et vigoureuse par jour ? Oui/Non

Pourquoi l'Organisation Mondiale de la Santé préconise aux enfants de pratiquer 60 minutes d'activité physique par jour ?

Parce que c'est bon pour la santé !

... Pour la santé de mon corps

Exemples :

Pour la santé psychologique :

Exemples :

Et parce que je me fais plein d'amis !

Je peux dépasser les 60 minutes d'activité physique modérée et vigoureuse par jour : j'aurais encore plus d'effets bénéfiques induits par l'activité physique.

Si je ne respecte pas les 60 minutes d'activité physique modérée et vigoureuse par jour, je suis inactif.

L'inactivité physique est la quatrième cause de mortalité au niveau mondial. Pratiquer de l'activité physique permet ainsi de ne pas tomber malade et de vivre plus longtemps et en meilleure santé !

Pour être en bonne santé, je peux aussi faire plein d'autres choses !

Exemples :

Est-ce que c'est la même chose pour les filles que pour les garçons ? Oui !

Et filles et garçons peuvent même faire pleins d'activités ensemble !

... Comme jouer dans la cour de récréation.

Qu'est-ce que nous pouvons faire dans la cour de récréation ?

Je réfléchis sur les activités que j'aimerais faire dans la cour de récréation.

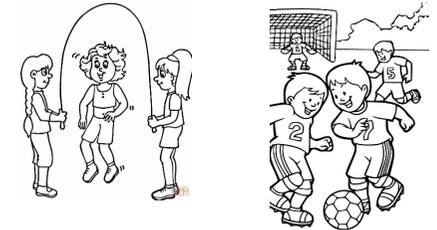
Annexe 6. Exemple de documents distribués aux enfants dans le cadre des ateliers de sensibilisation réalisés en classe (Frise chronologique avec les résultats d'AP et de TS)

Nom :

Prénom :

Classe :

Frise de ma pratique d'activité physique



Je peux écrire ma pratique d'activité physique au cours du temps.

Quand j'étais plus petit...

J'étais dans la classe de ____

Ma classe actuelle : ____

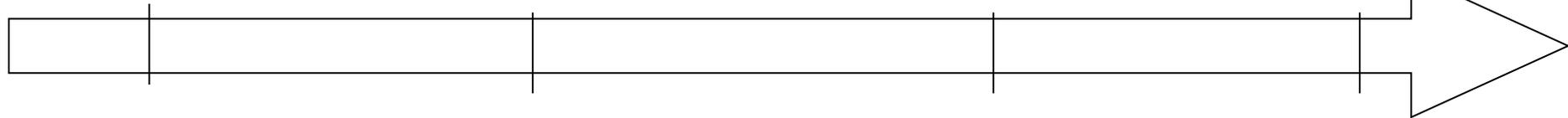
Quand je serai plus grand...

Décembre 2016

Juin 2017

Octobre 2017

Juin 2018

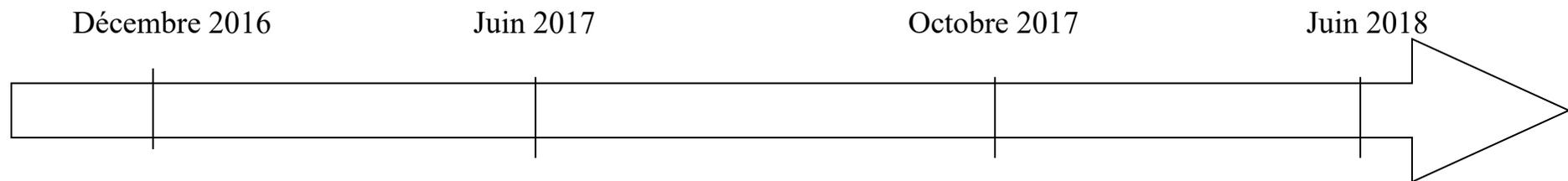


<p>Les jours de la semaine quand il y avait école, je pratiquais ____ minutes d'activité physique par jour. Le week-end, je pratiquais ____ minutes d'activité physique modérée et vigoureuse par jour.</p>	<p>Les jours de la semaine quand il y avait école, je pratiquais ____ minutes d'activité physique par jour. Le week-end, je pratiquais ____ minutes d'activité physique modérée et vigoureuse par jour.</p>	<p>Les jours de la semaine quand il y avait école, je pratiquais ____ minutes d'activité physique par jour. Le week-end, je pratiquais ____ minutes d'activité physique modérée et vigoureuse par jour.</p>	<p>Les jours de la semaine quand il y avait école, je pratiquais ____ minutes d'activité physique par jour. Le week-end, je pratiquais ____ minutes d'activité physique modérée et vigoureuse par jour.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Frise de mon temps sédentaire

Je peux écrire mon temps sédentaire au cours du temps.

Quand j'étais plus petit... J'étais dans la classe de ____ Ma classe actuelle : ____ Quand je serai plus grand...



<p>Les jours de la semaine quand il y avait école, je restais _____ en position sédentaire chaque jour. Le week-end, je restais _____ en position sédentaire chaque jour.</p>	<p>Les jours de la semaine quand il y avait école, je restais _____ en position sédentaire chaque jour. Le week-end, je restais _____ en position sédentaire chaque jour.</p>	<p>Les jours de la semaine quand il y avait école, je restais _____ en position sédentaire chaque jour. Le week-end, je restais _____ en position sédentaire chaque jour.</p>	<p>Les jours de la semaine quand il y avait école, je restais _____ en position sédentaire chaque jour. Le week-end, je restais _____ en position sédentaire chaque jour.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Annexe 7. Lettre rédigée par les enfants de la classe de CE2/CM1 de l'école 1 lors de l'intervention pour la co-construction des aménagements environnementaux dans la cour de récréation

jeudi 28 septembre

Quelle cour j'aimerais avoir ?

Tout d'abord un espace vert pour jouer au football.

Il faudrait rajouter de vrais filets avec cages et avoir de bons ballons.

Nous aimerions aussi avoir des panneaux de basket ainsi qu'un filet de volley.

Dans un coin de la cour, il serait sans doute possible d'installer des tables de ping-pong.

Pour finir, une marelle, des élastiques et des cordes à sauter.

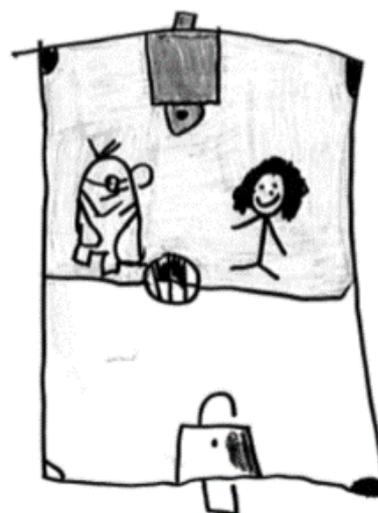
CE2/CM1
j.j. Bousseau

Annexe 8. Dessins d'enfants recueillis lors de l'intervention dans l'école 1 pour la co-construction des aménagements environnementaux dans la cour de récréation

Dessins des enfants les plus jeunes (CE1/CE2)



Qu'est ce que tu aimerais tracer au sol, pour pouvoir jouer, t'amuser et courir ?

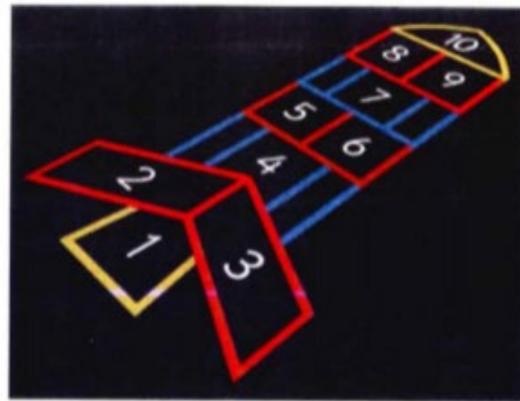


Dessins des enfants plus âgés (CM1 et CM2)



Annexe 9. Document comportant différents aménagements environnementaux possibles pour la cour de récréation (choix de l'aménagement « D » avec l'ensemble de l'équipe enseignante lors d'une réunion)

A)



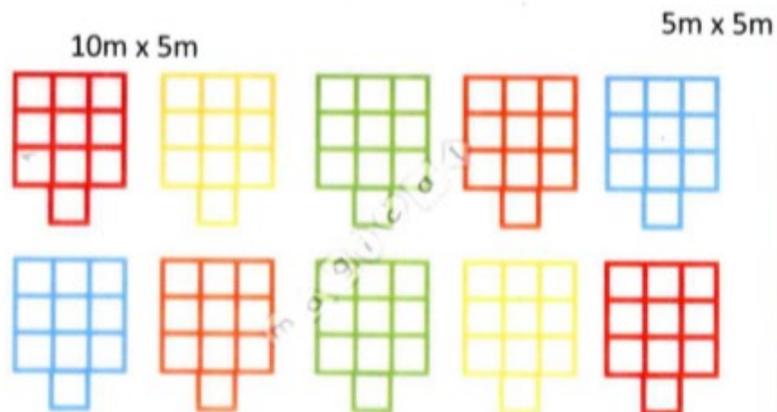
Marelles

Chiffres



B)

C)



D)

	20	30	40		60	70	80	90	
	18	27	36		54	63	72	81	
	16	24	32		48	56	64	72	
	14	21	28		42	49	56	63	
	12	18	24		36	42	48	54	
	10	15	20		30	35	40	45	
	8	12	16		24	28	32	36	
	6	9	12		18	21	24	27	
	4	6	8		12	14	16	18	
	2	3	4		6	7	8	9	

Annexe 10. Exemple de document distribué aux enseignants pendant les sessions de formation continue : évaluation des breaks de sédentarité

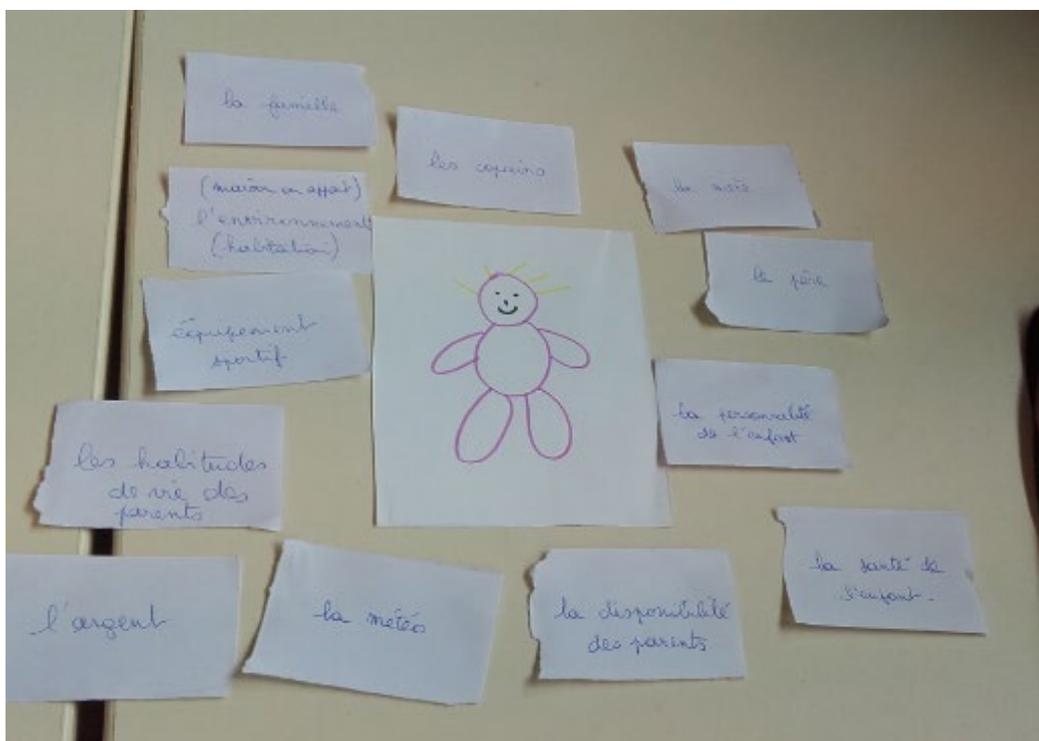
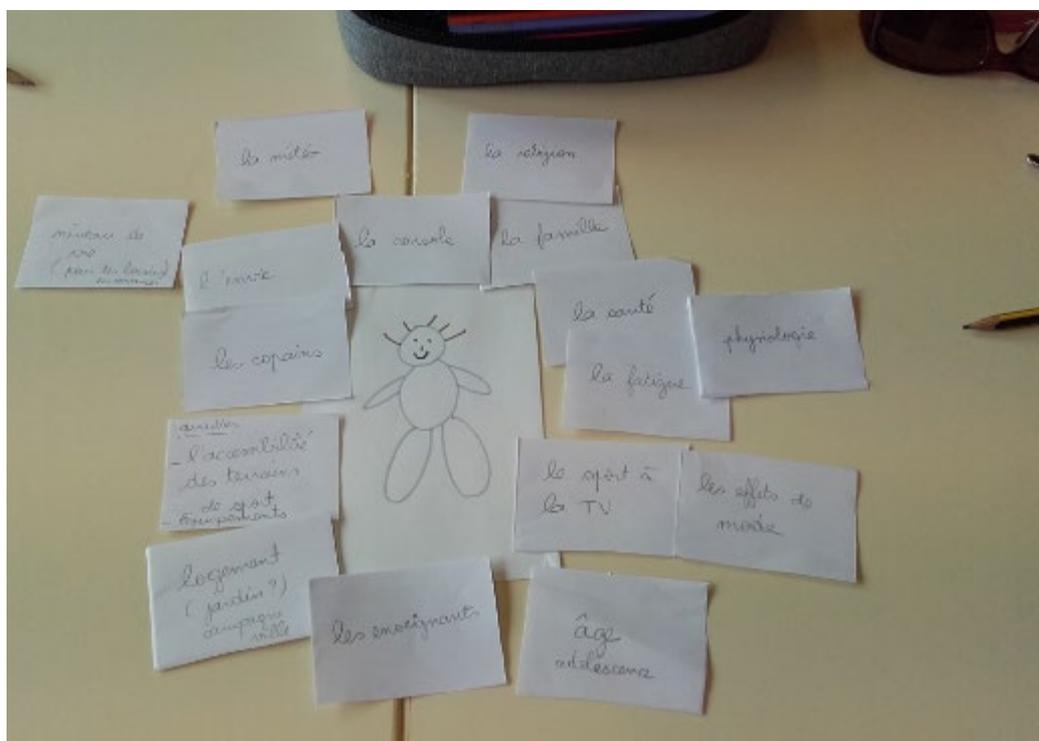
Les pratiques corporelles de bien-être à l'école

Classe de :

Enseignant(e) :

	Date :	Date :	Date :	Date :
Mise en place Très facile - - / Facile - / Moyen / Difficile + / Très difficile + +				
Quelles ont été les réussites ?				
Quelles ont été les difficultés ?				
Observations supplémentaires et questions				

Annexe 11. Photos prises lors d'une session de formation continue des enseignants sur le thème : « Quels sont les facteurs qui influencent les enfants dans leur pratique d'AP ou leur TS »? Réalisation d'un « modèle socio-écologique » par petits groupes d'enseignants.



Annexe 12. Photos prises dans le quartier lors de l'atelier « photovoice » : les enfants ont identifié les lieux facilitant la pratique d'AP mais également les lieux déconseillés pour la pratique.



Annexe 13. Lettre d'information à destination des parents distribuée pendant l'intervention



Université de Pau - Département STAPS
Laboratoire Mouvement Equilibre, Performance & Santé (MEPS, EA 4445)
Projet européen CAPAS-cité: <http://capas-c.eu/fr/accueil/>

Le projet a été cofinancé à hauteur de 85% par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) dans le cadre du Programme Interreg V-A Espagne-France-Andorre (POCTEFA 2014-2020). L'objectif du POCTEFA est de renforcer l'intégration économique et sociale de l'espace frontalier Espagne-France-Andorre. Son aide est concentrée sur le développement d'activités économiques, sociales et environnementales transfrontalières par le biais de stratégies conjointes qui favorisent le développement durable du territoire.



Madame, Monsieur

Le présent courrier a pour objet de vous informer sur le premier atelier de sensibilisation à l'activité physique auprès des parents qui s'est déroulé le lundi 13 novembre à 17 heures dans l'école Jean Jacques Rousseau. Pour rappel, des ateliers de sensibilisation pour les élèves, leurs parents ainsi que pour les enseignants sont prévus tout au long de cette année scolaire 2017/2018. Ces actions s'intègrent dans le projet global de l'école visant à promouvoir l'activité physique et la santé, après avoir constaté que 37% des enfants des enfants ne sont pas suffisamment actifs et la plupart accumulent plus de 10 heures en position assise par jour.

Le premier atelier de sensibilisation qui a été organisé pour les parents d'élèves a abordé les questions suivantes :

« Qu'est ce que l'activité physique ? Comment en pratiquer ? »

Nous réalisons de l'activité physique dès que nous bougeons une partie de notre corps et que ces mouvements vont augmenter notre dépense énergétique. Ainsi, les enfants comme les adultes pratiquent de l'activité physique tous les jours et de plusieurs manières:

* marcher, aller au parc * monter les escaliers * faire du vélo * courir * bricoler, cuisiner

L'activité physique comprend également le sport pratiqué en club et en dehors d'un club : football, basket, danse, rugby, etc...



Que l'on marche ou que l'on court, nous pratiquons donc de l'activité physique ! Ce qui va changer entre les activités pratiquées, c'est l'intensité de l'activité physique.

d'essoufflement et pas de transpiration. Sur une échelle de 0 à 10, notre effort ressenti serait de 3 à 4. Les activités d'intensité modérée se caractérisent par un essoufflement et une transpiration modérée. Sur une échelle de 0 à 10, notre effort ressenti serait de 5 à 6. Enfin, les activités d'intensité vigoureuse et très vigoureuse se caractérisent par un essoufflement marqué et très important. La transpiration est très abondante. Sur une échelle de 0 à 10, notre effort ressenti serait de 7 à 10.

L'Organisation Mondiale de la Santé recommande aux enfants et adolescents ans de pratiquer 60 minutes d'activité physique modérée à vigoureuse par jour. Pour les adultes, elle recommande de pratiquer au moins 30 minutes d'activité physique modérée à vigoureuse par jour.

Pourquoi est-ce si important ?

L'activité physique a de nombreux bienfaits sur la santé physique, psychologique et sociale des enfants, des adolescents et des adultes. Elle permet notamment de prévenir l'apparition de plus de 20 maladies chroniques, comme le diabète, l'obésité, la plupart des cancers. Elle permet de diminuer l'anxiété et le stress. Son rôle est fondamental dans le développement de l'enfant. Plus l'enfant commence à pratiquer tôt de l'activité physique, plus il prendra de bonnes habitudes pour sa santé tout au long de sa vie. Le mieux est donc de commencer à pratiquer de l'activité physique tôt pendant l'enfance.

Lorsque un enfant ou un adulte n'atteint pas les recommandations de l'OMS, nous parlons d'« individu qui n'est pas suffisamment actif » et « d'inactivité physique ». Ces enfants et adultes n'ont pas les bénéfices de l'activité physique sur la santé, et peuvent avoir des problèmes de santé importants. Ainsi, le manque d'activité physique est la 4ème cause de mortalité dans le monde. En moyenne, 80% des enfants et 80% des adolescents dans le monde sont à risques d'être inactifs.

Pour rester actif, les enfants comme les adultes peuvent pratiquer de l'activité physique tout au long de la journée.

Pour les enfants :

- Aller à l'école en marchant, en vélo, en trottinette
- Monter les escaliers, marcher
- Jouer activement pendant la récréation.
- Marcher jusqu'au parc et jouer.
- Jouer à des jeux sportifs sur les terrains du quartier : football, basketball
- Pratiquer des activités avec les associations sportives de la ville, du quartier.



Pour les parents :

- Accompagner les enfants à l'école en marchant
- Monter les escaliers, marcher
- Bricoler, jardiner, ranger, etc...
- Accompagner les enfants au parc en marchant
- Pratiquer des activités dans des associations sportives de la ville, du quartier.
- Jouer avec ces enfants dans le quartier : football, basketball, etc...

Plusieurs espaces de la ville permettent ainsi de bouger en famille, et notamment pendant les week-ends :

le jardin Massey et le centre ville : accessible à pied ou par la ligne de bus n°2 depuis Laubadère.

le lao de Bourg : accessible à pied ou par la ligne de bus 7A depuis Laubadère.

le lao de Souas : accessible par les lignes de bus 5 et 18 depuis Laubadère.

Afin de pratiquer des activités sportives et culturelles, la Maison des Associations de Laubadère propose plusieurs activités pour les enfants, adolescents et adultes.

Adresse : Maison des Associations Laubadère, Rue de l'Ossau, 65 000 Tarbes. Tél : 05 62 37 20 95

La Maison des Associations du Quai de l'Adour à Tarbes propose également plusieurs activités.

Adresse : Maison des Associations, 4 bis quai de l'Adour, 65 000 Tarbes. Tél : 05 62 93 56 19. Mail : mlaadour@orange.fr

Le projet CAPAS-Cité

Le projet CAPAS-Cité propose des activités physiques et un suivi personnalisé gratuit avec le programme Mouv' dans les quartiers.

Pour plus de renseignements :

secretariat.sport@mairie-tarbes.fr.

Té : 05 62 44 33 68 / 06 13 26 36 47.

Site web : www.capas-c.eu

Dans le cadre de la promotion de l'activité physique à l'école, nous avons commencé également des ateliers de sensibilisation auprès des enfants depuis fin septembre. Ces ateliers de 30 à 45 minutes sont organisés en classe tous les vendredis matin. Les enfants travaillent sur des connaissances concernant l'activité physique et la sédentarité. Ils bénéficieront également d'ateliers très courts de relaxation en classe, réalisés par les enseignants.

Un aménagement de la cour de récréation est prévu également.

Nous vous rappelons que les ateliers de sensibilisation spécialement réalisés pour les parents d'élèves ne demandent aucune participation financière et sont organisés dans l'école. Des discussions sont organisées dans chaque atelier.

La date du prochain atelier ouvert à tous les parents d'élèves de l'école Jean Jacques Rousseau vous sera communiquée très prochainement.

Lors de ce prochain atelier, nous verrons ce qu'est la sédentarité et comment nous pouvons diminuer le temps que nous passons assis.

Nous comptons pleinement sur votre présence pour les prochains ateliers et vous remercions par avance de votre collaboration.

Julien Bots, Léna Lhuisset et Caroline Bernal
(responsables du projet)



Annexe 14. Document à destination des parents distribué au cours des années interventionnelles ayant pour objectif de donner un feedback sur les niveaux d'AP et de TS diagnostiques de leur enfant

Nom et prénom de l'enfant :

Activité Physique et Sédentarité : résultats des mesures de Novembre-Décembre 2017

Temps de pratique d'activité physique		Temps de sédentarité	
Pendant une journée d'école (lundi, mardi, jeudi, vendredi)	Pendant une journée du week-end (samedi, dimanche)	Pendant une journée d'école (lundi, mardi, jeudi, vendredi)	Pendant une journée du week-end (samedi, dimanche)
58 minutes	1 heure 08 minutes	9 heures 27 minutes	10 heures 04 minutes

Pour rappel, l'OMS recommande la pratique d'au moins **60 minutes d'activité physique modérée et vigoureuse pour les enfants tous les jours de la semaine (du lundi au dimanche)**. De plus, elle recommande **de diminuer autant que possible le temps de sédentarité** car un temps de sédentarité important entraînerait des effets négatifs sur la santé.

Il est important d'impliquer les enfants dans la pratique d'activité physique pour être en bonne santé, que ce soit les jours d'école mais également pendant le week-end.

Caroline Bernal, responsable du projet

Annexe 15. Document à destination des enfants et parents distribué à la fin du projet ayant pour objectif de donner un feedback sur les performances relevées aux différents tests d'habiletés motrices



Mouv' à l'école



BILAN DES TESTS DE CAPACITES PHYSIQUES

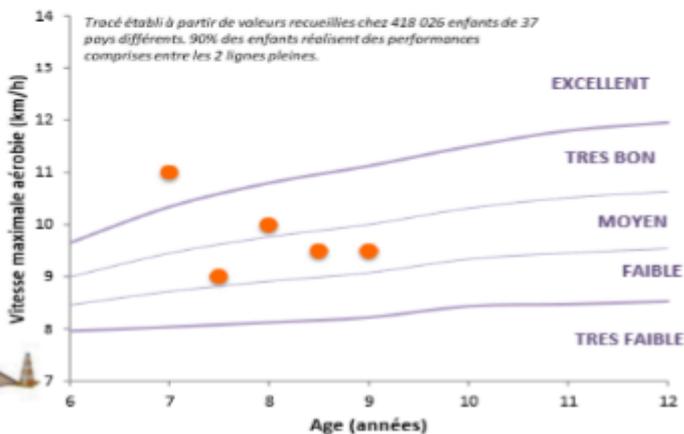
NOM : ██████████

PRENOM : ██████

Test d'endurance :

Il s'agit d'un test progressif de course afin de déterminer le niveau maximal d'endurance.

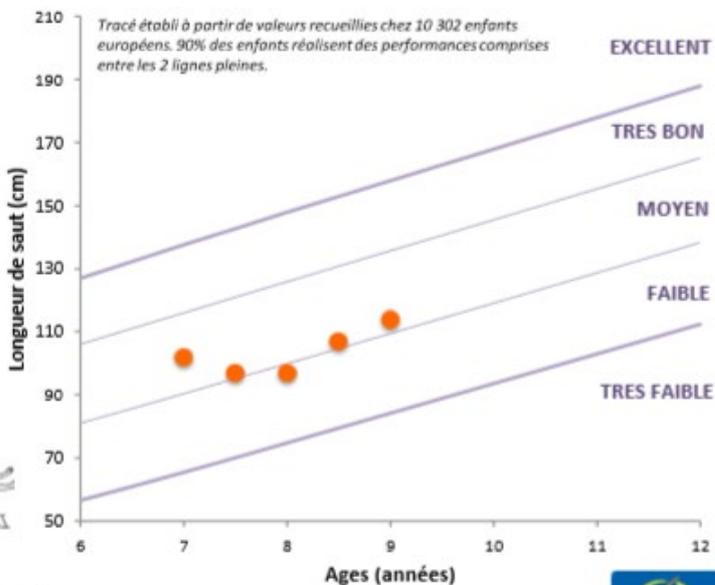
Les enfants sont placés sur la ligne de départ, et doivent réaliser le plus grand nombre d'allers/retours à des vitesses progressivement accélérées.



Force des membres inférieurs :

Ce test permet d'évaluer spécifiquement la force explosive des jambes.

Il consiste à effectuer un saut en longueur sans élan à partir de la position debout. Trois essais sont réalisés et la meilleure performance est enregistrée.



Annexe 16. Résultats complémentaires : description des niveaux d'APMV et de TS de l'échantillon français

Evolution des niveaux d'APMV et de TS à chaque temps de mesure

Temps de mesure :

T1 (Novembre/Décembre 2016) : mesures diagnostiques

T2 (Mai/Juin 2017) : mesures diagnostiques

T3 (Mai/Juin 2018) : post-intervention Ecole 1 ; pré-intervention Ecole 2

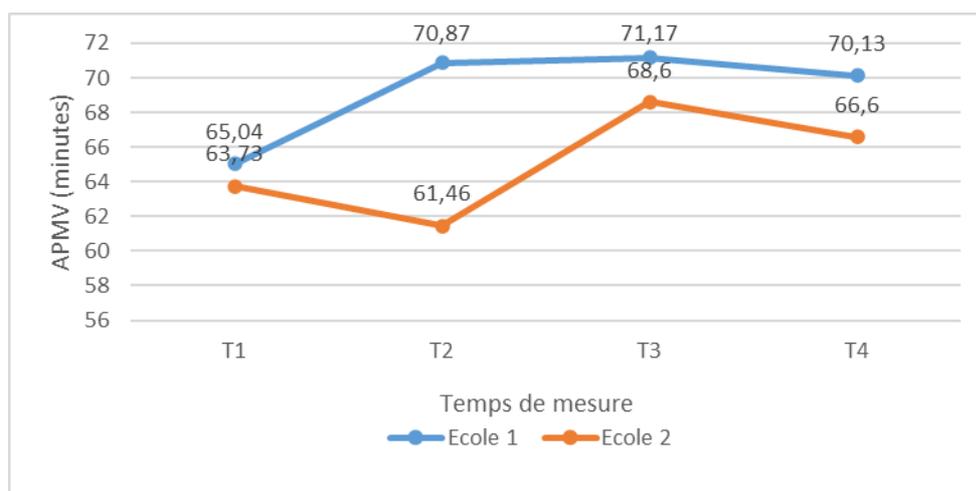
T4 (Mai/Juin 2019) : post-intervention + 1 an Ecole 1 ; post-intervention Ecole

1.1 Niveaux d'APMV et recommandations de l'OMS

1.1.1 Pendant la journée globale

Description des niveaux d'APMV

Figure 1-Moyennes générales des niveaux d'APMV de la journée globale des deux écoles, toutes classes confondues



Echantillon :

n	T1	T2	T3	T4
Ecole 1	67	49	45	46
Ecole 2	101	67	51	60

Recommandations des 60 minutes d'APMV

Tableau 1- Pourcentage d'enfants qui atteignent les recommandations d'APMV sur la journée globale.

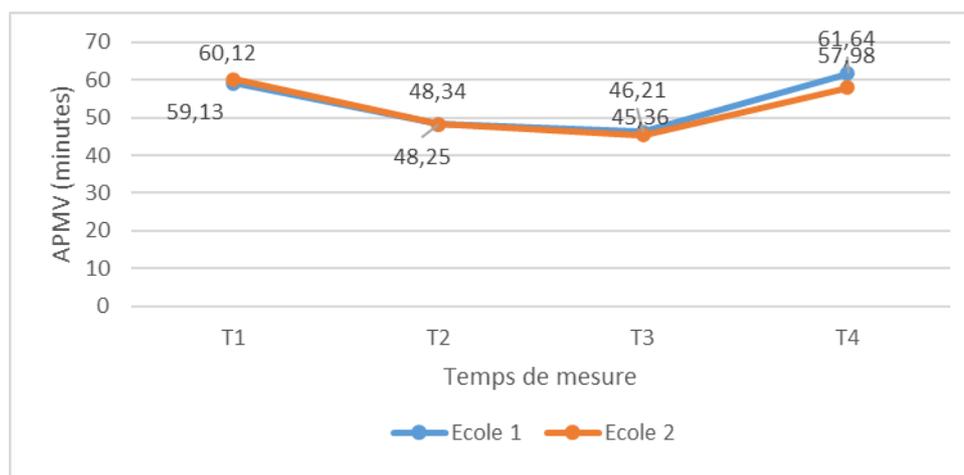
Catégories	T1		T2		T4		T5	
	Ecole 1	Ecole 2						
< 60 minutes	43,29	42,57	36,73	61,20	28,89	33,33	41,31	41,66
> 60 minutes	56,71	57,43	63,27	38,80	71,11	66,67	58,69	58,34

En mesure pré-diagnostiques T1, 42,93% et des enfants ne respectaient pas les recommandations de l'OMS, toutes classes confondues. Au T2, ce taux était de 48,96%.

1.1.2 Pendant le week-end

Description des niveaux d'APMV

Figure 2-Moyennes générales des niveaux d'APMV de la journée du week-end des deux écoles, toutes classes confondues



Echantillon :

n	T1	T2	T3	T4
Ecole 1	75	68	48	48
Ecole 2	99	90	51	53

Recommandations des 60 minutes d'APMV

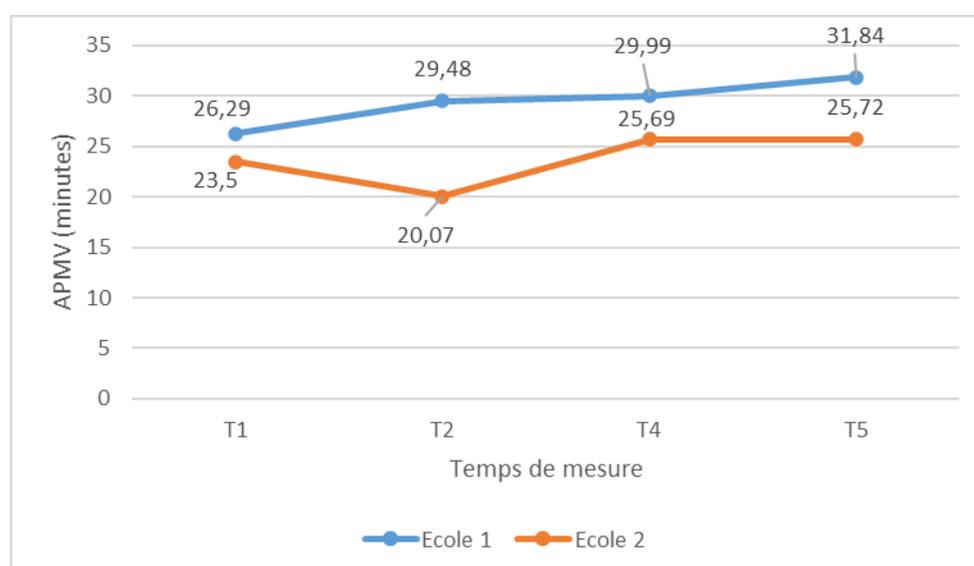
Tableau 2- Pourcentage d'enfants qui atteignent les recommandations d'APMV sur la journée du week-end

Catégories	T1		T2		T4		T5	
	Ecole 1	Ecole 2						
< 60 minutes	58,67	56,56	75	78,89	79,17	72,55	60,42	56,61
> 60 minutes	41,33	43,44	25	21,11	20,83	27,45	39,58	43,39

1.1.3 Pendant le temps scolaire

Description des niveaux d'APMV

Figure 3-Moyennes générales des niveaux d'APMV du temps scolaire des deux écoles, toutes classes confondues



n	T1	T2	T3	T4
Ecole 1	73	46	41	29
Ecole 2	108	61	47	40

Recommandations des 30 minutes d'APMV

Tableau 3- Pourcentage d'enfants qui atteignent les recommandations d'APMV sur le temps scolaire

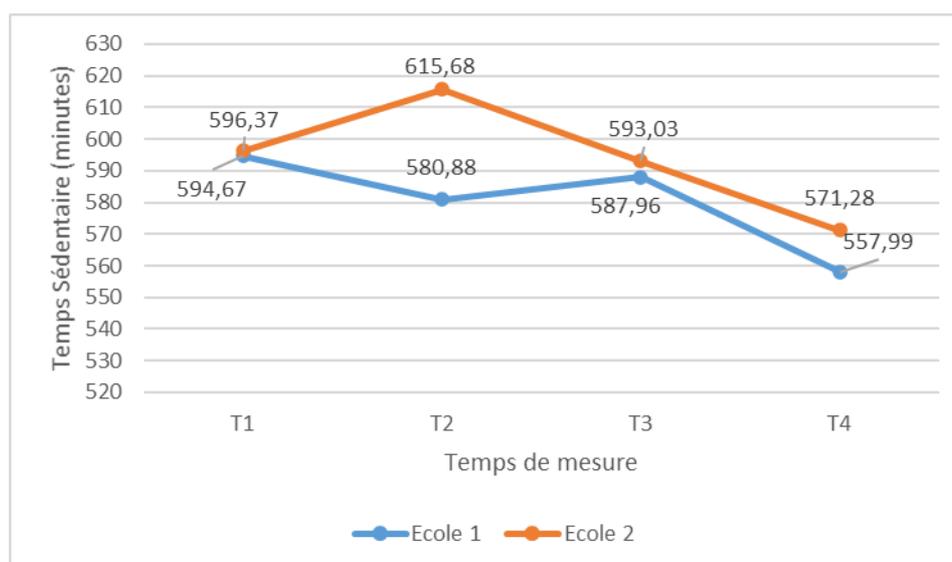
Catégories	T1		T2		T4		T5	
	Ecole 1	Ecole 2						
< 30 minutes	76,65	87,96	58,69	95,08	53,66	70,21	48,28	75
> 30 minutes	23,35	12,04	41,31	4,92	46,34	29,79	51,72	25

1.2 Niveaux de TS

1.2.1 Pendant la journée globale

Description des niveaux de TS

Figure 4-Moyennes générales des niveaux de TS de la journée globale des deux écoles, toutes classes confondues



n	T1	T2	T3	T4
Ecole 1	67	49	45	46
Ecole 2	101	67	51	60

Seuil de 10 heures de TS par jour

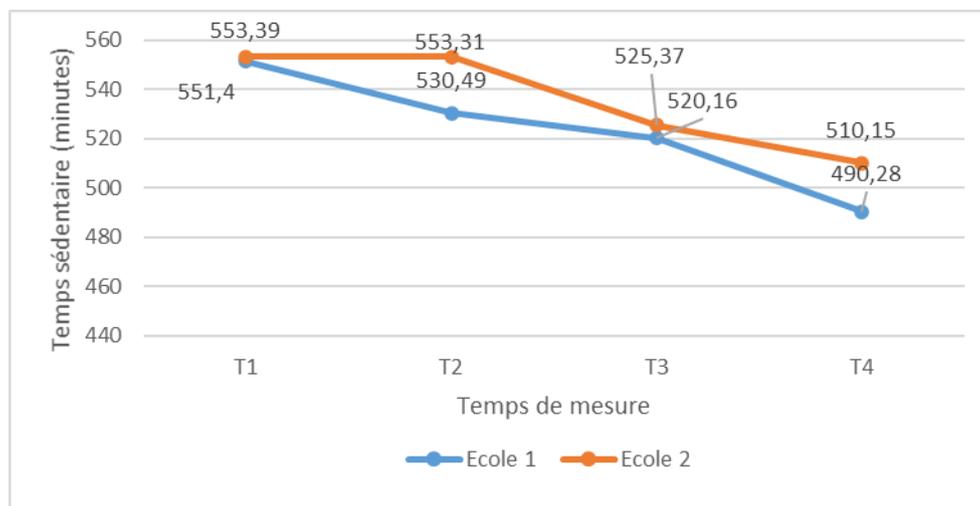
Tableau 4- Pourcentage d'enfants qui dépassent le seuil des 10 heures de TS dans la journée globale

Catégories	T1		T2		T3		T4	
	Ecole 1	Ecole 2						
> 10 heures	47,76	49,50	34,69	65,37	42,22	49,02	23,91	31,67
< 10 heures	52,24	50,50	65,31	34,63	57,78	50,98	76,09	68,33

1.2.2 Pendant la journée du week-end

Description des niveaux de TS

Figure 5-Moyennes générales des niveaux de TS de la journée du week-end des deux écoles, toutes classes confondues



n	T1	T2	T3	T4
Ecole 1	75	68	48	48
Ecole 2	99	87	51	53

Seuil de 10 heures de TS par jour

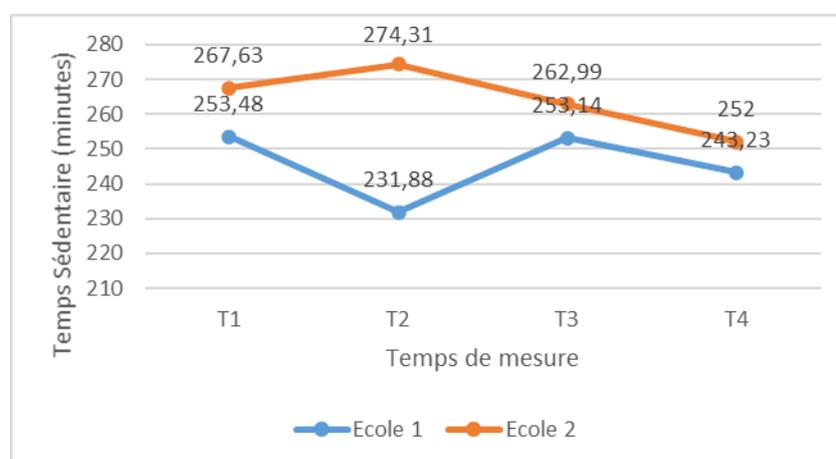
Tableau 5- Pourcentage d'enfants qui dépassent le seuil des 10 heures de TS dans la journée globale

Catégories	T1		T2		T4		T5	
	Ecole 1	Ecole 2						
> 10 heures	21,34	25,25	17,65	27,58	25	19,60	6,25	15,09
< 10 heures	78,66	74,75	82,35	72,42	75	80,40	93,75	84,91

1.2.3 Pendant le temps scolaire

Description des niveaux de TS

Figure 6-Moyennes générales des niveaux de TS du temps scolaire des deux écoles, toutes classes confondues



n	T1	T2	T3	T4
Ecole 1	73	46	41	29
Ecole 2	108	61	47	40

Seuil de 260 minutes de TS sur le temps scolaire

Tableau 12- Pourcentage d'enfants qui dépassent le seuil des 260 minutes de TS dans sur le temps scolaire

Catégories	T1		T2		T4		T5	
	Ecole 1	Ecole 2						
> 260 minutes	61,64	76,85	23,91	88,53	41,46	61,70	10,34	35,00
< 260 minutes	38,36	23,15	76,09	11,47	58,54	38,30	89,66	65,00

Annexe 17. Questionnaire à l'attention des enseignants d'école primaire distribué l'année suivant chaque intervention

[Ecole Jules Verne] Promotion de l'activité physique à l'école : questionnaire à l'attention des enseignants d'école primaire

Bonjour à tous !

Vous avez été engagés dans les interventions visant à promouvoir l'activité physique et à diminuer le temps sédentaire à l'école. Tout d'abord, nous souhaitons vous remercier pour votre implication ayant permis le bon déroulement du projet.

Nous souhaitons avoir votre retour sur les expériences que vous avez vécu pendant l'intervention et votre vision de l'activité physique. Nous vous invitons à remplir ce petit questionnaire avec quelques questions. Il prend environ 10 minutes.

Un grand merci !

*Obligatoire

1. Email address *

Déroulement de l'intervention à l'école

2. Avez-vous réalisé des breaks de temps sédentaires en classe ? (les routines, avec divers mouvements)

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

3. Si "oui", à quelle fréquence ?

Plusieurs réponses possibles.

- Quotidienne
 Hebdomadaire
 Mensuelle

Autre : _____

4. Si "non" (vous n'avez pas réalisé des breaks de temps sédentaire en classe), pour quelle(s) raison(s) ?

5. Avez-vous réalisé des ateliers afin de favoriser l'activité physique des enfants (en classe, en récréation, sans compter des séances d'EPS supplémentaires) ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

6. Si "oui", à quelle fréquence ?

Plusieurs réponses possibles.

- Quotidienne
 Hebdomadaire
 Mensuelle

Autre : _____

7. Si "non" (vous n'avez pas réalisé ces ateliers), pour quelle(s) raison(s) ?

8. Avez-vous réalisé des séances supplémentaires d'EPS ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

9. Si "oui", à quelle fréquence ?

Une seule réponse possible.

- Quotidienne
 Hebdomadaire
 Mensuelle
 Autre : _____

10. Si "non" (vous n'avez pas réalisé des séances supplémentaires d'EPS), pour quelle(s) raison(s) ?

11. Avez-vous modifié, même ponctuellement ou quotidiennement, votre manière d'organiser la classe, les enseignements afin de favoriser le mouvement chez les enfants ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

Autre : _____

12. Si vous n'avez rien modifié, pour quelle(s) raison(s) ?

13. Au cours de l'intervention, avez-vous abordé le thème de l'activité physique, de la sédentarité, de la santé avec vos élèves en classe ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Oui mais de manière très ponctuelle (1 à 2 fois)
 Non

Autre : _____

14. Pensez-vous avoir été un soutien important pour les enfants afin de modifier leur comportement envers l'activité physique ?

15. Sur une échelle de 1 à 10, à combien estimez-vous votre investissement à l'intervention pour promouvoir l'activité physique ?

Une seule réponse possible.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pas d'investissement	<input type="radio"/>	Beaucoup d'investissement								

16. Pensez-vous avoir eu les compétences nécessaires pour participer à ce projet d'intervention ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

17. Avez-vous pris du plaisir dans ce projet d'intervention ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

18. Au cours des deux années qui ont précédées l'intervention, des périodes de mesures ont été effectuées (habiletés motrices, tests d'attention). Pensez-vous que cela a pu augmenter les niveaux d'activité physique et de sédentarité des enfants avant que l'intervention commence ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non
 Ne sais pas

19. De même, pensez-vous que les visites répétées des expérimentateurs pendant les deux années qui ont précédées l'intervention (distribution des accéléromètres, questionnaires) ont pu modifier les niveaux d'activité physique et de sédentarité des enfants avant l'année d'intervention ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non
 Ne sais pas

Autre : _____

20. Avez-vous mis en place des ateliers, actions (activité physique, sensibilisation, méditation) pendant les deux années qui ont précédées l'intervention ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

Autre : _____

21. Pour quelle(s) raisons avez-vous pris ou non du plaisir dans ce projet d'intervention ?

22. Prenez-vous du plaisir à effectuer des séances d'activité physique et d'EPS avec vos élèves ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

23. Finalement, pensez-vous que cette intervention va modifier vos pratiques d'enseignement (en classe, en EPS) ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

24. Pensez-vous que l'intervention a permis aux enfants de modifier leurs comportements en lien avec l'activité physique ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui, pour la totalité des enfants de l'école
 Oui, pour les trois quart des enfants de l'école
 Oui, pour la moitié des enfants de l'école
 Oui, pour moins de la moitié des enfants de l'école
 Non, pas du tout

25. Pensez-vous que l'intervention a permis aux enfants de modifier leurs comportements en lien avec la sédentarité ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui, pour la totalité des enfants de l'école
 Oui, pour les trois quart des enfants de l'école
 Oui, pour la moitié des enfants de l'école
 Oui, pour moins de la moitié des enfants de l'école
 Non, pas du tout

26. Pensez-vous que l'intervention a permis aux enfants d'être plus sensibilisés par rapport aux effets de l'activité physique et de la sédentarité sur la santé ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui, pour la totalité des enfants de l'école
 Oui, pour les trois quart des enfants de l'école
 Oui, pour la moitié des enfants de l'école
 Oui, pour moins de la moitié des enfants de l'école
 Non, pas du tout

27. Avez-vous vu d'autres effets bénéfiques de l'intervention sur les enfants ?

Une seule réponse possible.

- Meilleure cohésion des enfants
 Moins de tension entre les enfants
 Diminution du stress
 Meilleure concentration sur des tâches scolaires
 Meilleure estime de soi
 Meilleurs résultats scolaires
 Amélioration des capacités motrices
 Autre : _____

Votre activité physique

28. Actuellement, prenez-vous du plaisir à pratiquer de l'activité physique ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

29. Au cours de l'intervention, avez-vous augmenté votre temps de pratique d'activité physique ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

30. Si vous avez augmenté votre temps de pratique, de combien de temps estimez-vous l'avoir augmenté ?

Plusieurs réponses possibles.

- Moins de 30 minutes
 Entre 30 minutes et moins de 2 heures
 Plus de 2 heures

31. En quelques mots, décrivez votre vision actuelle de l'activité physique, du sport, de la sédentarité :

32. Avant l'intervention, avez-vous une autre vision de l'activité physique, du sport, de la sédentarité ?

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

Autre : _____

33. Finalement, il y a-t-il des éléments supplémentaires que vous auriez jugé nécessaires dans l'intervention, de la part des chercheurs, individus en charge du projet ?

34. Avez-vous des remarques afin d'améliorer les futures interventions pour promouvoir l'activité physique en milieu scolaire ?

Annexe 19. Article pour la revue EPS

Interventions en milieu scolaire pour promouvoir l'activité physique et diminuer le temps sédentaire à l'école primaire : propositions pour améliorer l'efficacité des interventions

Auteur : Caroline Bernal, doctorante au laboratoire « *Mouvement, Equilibre, Performance, Santé* » (EA 4445) en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives

Sujet de recherche : Effets d'une intervention en école primaire combinant modèle socio-écologique et théorie de l'autodétermination pour promouvoir l'activité physique et étude de son influence sur les capacités attentionnelles et la réussite scolaire des enfants.

L'Organisation Mondiale de la Santé recommande de pratiquer au minimum 60 minutes d'activité physique modérée et vigoureuse (APMV) par jour et de diminuer autant que possible le temps sédentaire pour les enfants. En France, le constat est alarmant : d'après le rapport Esteban réalisé en 2016⁷, 87% des filles et 72% des garçons âgés de 6 à 17 ans n'atteignent pas les recommandations de l'OMS. De plus, les enfants cumuleraient environ 8,6 heures de temps sédentaire par jour (Grélot et al, 2016⁸). Il est donc nécessaire de promouvoir l'activité physique dans les écoles primaires. Les interventions scolaires permettent de cibler tous les enfants. Pour promouvoir l'activité physique (AP), les premières interventions augmentaient le nombre d'heures d'EPS et assuraient des ateliers de sensibilisation auprès des enfants. Or, ces interventions garantissaient des effets bénéfiques uniquement à court terme, paraissant peu opportunes pour modifier les comportements de santé à plus long terme. Ainsi, peu à peu, les interventions ciblant des modifications comportementales des enfants ont pris en considération les diverses théories motivationnelles et le modèle socio-écologique de Sallis (2008)⁹ (voir Figure 1).

⁷ Rapport Esteban, 2016

⁸ Grélot, L. « Activités physiques et sportives de l'enfant et de l'adolescent : des croyances aux recommandations sanitaires. » *Journal de pédiatrie et de puériculture*, 29(2), 57-68, 2016.

⁹ Sallis, J. F., Owen, N., & Fisher, E. B. « Ecological models of health behavior. *Health Behavior and Health Education: Theory, Research and Practice* », 4th ed. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 465-485, 2008.

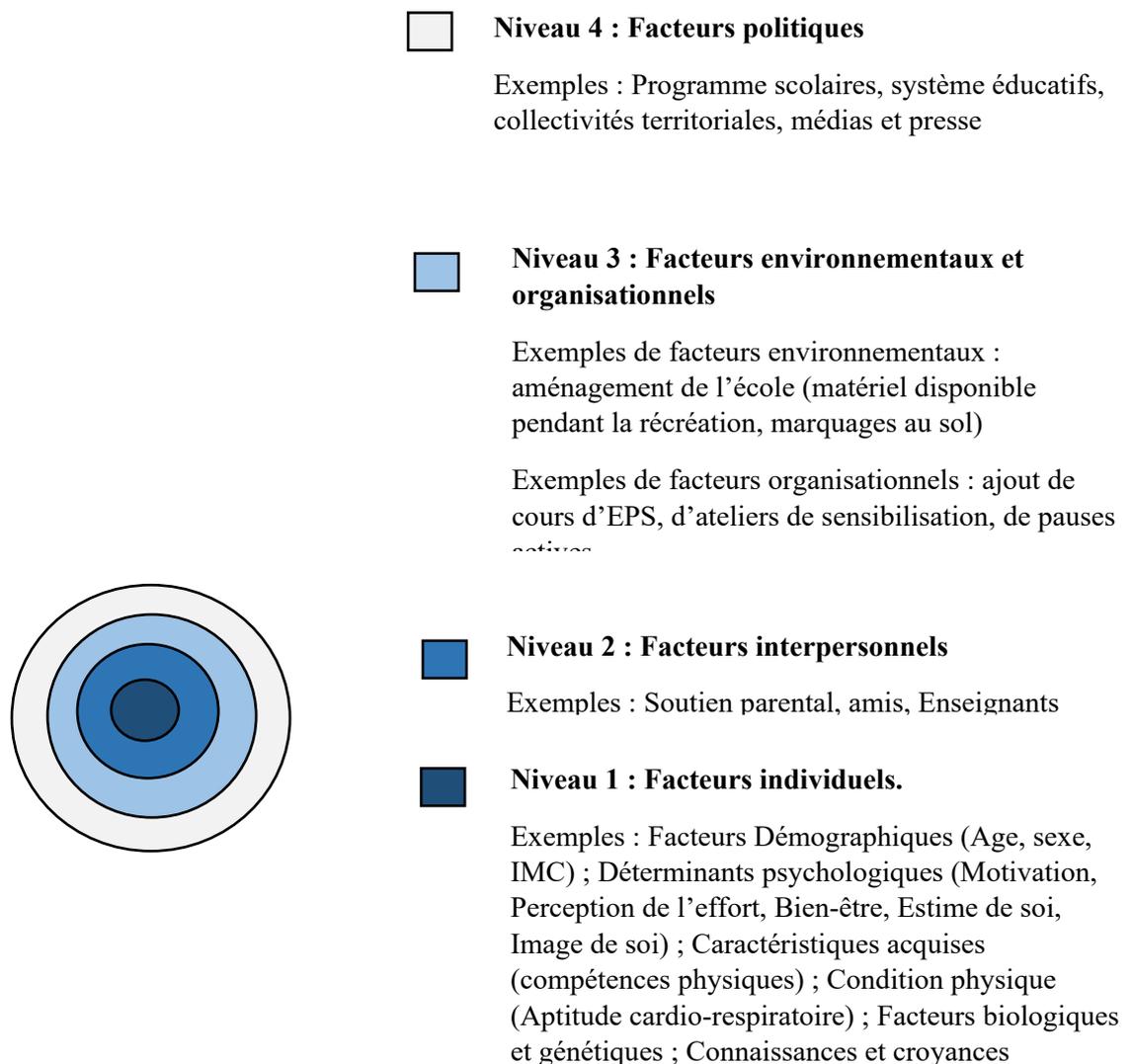


Figure 1. Représentation graphique du modèle socio-écologique à 4 niveaux

Les interventions réalisées en école primaire pour promouvoir l'AP et diminuer le TS intègrent en général diverses actions situées à différents niveaux du modèle socio-écologique :

-Ateliers de sensibilisation théoriques pour les enfants : réalisés en classe, ils peuvent cibler les connaissances liées aux bienfaits de l'AP, les moyens et lieux proches pour l'augmenter, mais aussi les connaissances liées aux méfaits du temps sédentaire, etc.

-Ateliers pratiques pour les enfants : ils peuvent être réalisés en récréation, en montrant des jeux aux enfants qu'ils peuvent reproduire ainsi que des mouvements qu'ils peuvent effectuer après être restés assis pendant longtemps dans la salle de classe.

-Ateliers de sensibilisation théoriques et pratiques pour les parents : tout comme pour les enfants, ils combinent des connaissances, savoirs-être et savoirs faire sur l'AP et la sédentarité, des conseils pour leurs enfants.

-Courriers destinés aux parents : ils peuvent récapituler les connaissances, faire un bilan de l'intervention à l'école, être personnalisés et contenir des informations sur l'AP et la sédentarité de l'enfant.

-Formation des enseignants : elles combinent également des connaissances, des méthodes pour agir auprès des enfants, avec des temps de discussion et de mise en pratique.

-Aménagement de l'environnement scolaire : du matériel supplémentaire peut être proposé (ballons, cordes à sauter), des traçages au sol peuvent être effectués (marelles, terrains de football, etc), du matériel en classe peut être mis à disposition (bureaux spéciaux, ballons de gymnastique).

-Contribution de l'éducation nationale : inclusion de l'intervention dans un projet pédagogique à part entière.

-Contribution des politiques publiques : aides financières pour l'aménagement scolaire, faciliter le transport actif en aménageant des voies sécuritaires pour circuler en vélo et à pied en sortant de l'école.

Cependant, les études qui analysent l'efficacité des interventions n'obtiennent qu'une faible augmentation de la pratique d'AP et de réduction de la sédentarité en activant ces nombreuses actions qui sont coûteuses humainement et financièrement.

De nouvelles stratégies d'intervention doivent donc être recherchées.

Or, aucune étude ne s'est intéressée à la **didactique des interventions**. Or, pour améliorer leur efficacité il serait intéressant de réaliser des interventions qui combinent ces mêmes actions, mais avec un ordre d'exécution précis qui conviendrait mieux au développement et besoins de l'enfant.

Voici 4 idées qui pourraient favoriser l'efficacité des interventions, à adapter en fonction du contexte et de l'âge des enfants :

1) Il serait plus bénéfique de commencer par faire expérimenter de l'AP aux enfants, avant d'aborder des activités théoriques qui sont rébarbatives et qui peuvent avoir un aspect moralisateur. En effet, l'enfant passe tout d'abord par une phase sensori-motrice puis les étapes de raisonnement sont plus tardives. De plus, afin d'augmenter leur motivation à l'effort, il serait intéressant que les enfants participent au réaménagement de l'environnement scolaire, en réalisant des traçages dans la cour de récréation, aménager la salle de classe, etc. : l'enfant retient également plus facilement les expériences lorsqu'il est rendu acteur de ses apprentissages.

2) Il faudrait agir en amont sur le corps enseignant et sur l'environnement familial avant d'agir sur les enfants, en leur proposant des ateliers théoriques et pratiques. En effet, l'influence des parents est déterminante sur les comportements de santé de l'enfant (Kriemler et al, 2011)¹⁰, que ce soit concernant les habitudes alimentaires, d'activité physique, de comportements sédentaires face aux écrans. Les enseignants ont également un rôle très important car ils passent plus de 5h30 avec les enfants par jour et sur ce temps scolaire, ils abordent les questions d'habitudes de vie et des comportements sains au quotidien. Les enseignants devraient être prêts à intervenir pour promouvoir les comportements de santé, en ayant eu préalablement une prise de conscience du problème lié à l'inactivité physique et à la sédentarité des enfants.

Si les enseignants et les parents ont des croyances positives envers l'AP et qu'ils considèrent le projet de sensibilisation des élèves comme un élément primordial, alors nous émettons l'hypothèse qu'ils seront plus efficaces dans les actions de promotion réalisés auprès des enfants dans les classes. Cependant, si les croyances négatives persistent, alors des

¹⁰ Kriemler, S., Meyer, U., Martin, E., van Sluijs, E. M., Andersen, L. B., & Martin, B. W. « 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, 2011.

intervenants extérieurs seront mieux placés pour intervenir, et notamment pour les ateliers pratiques qui demandent une expertise dans ce domaine.

3) Il serait judicieux de commencer l'année scolaire par la réalisation d'un stage de plusieurs jours en proposant diverses AP aux enfants, à réaliser entre pairs et avec les enseignants. Cela renforcerait la perception de compétence et donc la motivation à pratiquer une AP pour le plaisir qu'elle procure, ainsi que de renforcer les liens entre les nouveaux camarades de classe.

Il conviendrait également de tester d'autres stratégies, comme varier les méthodes d'apprentissages et adapter minutieusement les contenus théoriques et pratiques effectués dans les ateliers de sensibilisation.

Ainsi, la didactique des interventions est un domaine inexploré qui permettrait d'améliorer potentiellement les études interventionnelles et de les rendre plus efficaces au long terme.

Actions de promotion de l'AP et de diminution du temps sédentaire prévues toute l'année scolaire :

Exemple d'approche moins conventionnelle, suivant un ordre établi :

- Début d'année : stage ou période de quelques jours avec activités physiques ludiques partagées entre les enfants et les enseignants
- Commencer par former les enseignants pour intégrer l'intervention dans le milieu scolaire et notamment dans le projet pédagogique de l'année scolaire : ateliers pratiques et théoriques
- Commencer par sensibiliser également les parents : ateliers pratiques et théoriques
- Pendant ce temps, les enfants réalisent des ateliers pratiques
- Une fois que les enseignants et les parents ont été sensibilisés, et que des ateliers pratiques ont été mis en place avec les enfants, les enfants bénéficieront d'ateliers de sensibilisation chaque semaine.
- En milieu d'année, réaliser 4 jours d'ateliers de sensibilisation théoriques avec les enfants
- Réaliser l'aménagement de la cour de récréation et de la salle de classe avec les enfants
- Finir l'année en alternant les ateliers de sensibilisation théoriques et pratiques pour les enfants, les parents et les enseignants.
- Sortie de fin d'année : AP ludiques, fête de l'école en lien avec le plaisir du mouvement
- Des formations, ateliers de sensibilisation et réunions seront réalisés l'année suivante avec les parents et les enseignants
- Les actions menées sur l'AP devraient s'accompagner d'actions ciblant la nutrition et le développement durable pour promouvoir un mode de vie sain dans sa globalité : par exemple, encourager les enfants à jeter les papiers dans la poubelle pour augmenter le nombre de pas et protéger en même temps la planète.

ECOLE DOCTORALE :
Sciences Sociales et Humanités (ED 481)

LABORATOIRE :
Laboratoire Mouvement, Equilibre, Performance, Santé (MEPS, EA 4445)

CONTACT

Caroline BERNAL
bernalcaroline@gmail.com