HAL open science

Étude du comportement physique chez des élèves de lycée

Sébastien Castello

▶ To cite this version:

Sébastien Castello. Étude du comportement physique chez des élèves de lycée. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03330750

HAL Id: dumas-03330750

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03330750v1

Submitted on 1 Sep 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.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Etude du comportement physique chez des élèves de lycée

Master 2 APA-S parcours APPCM

Approche Pluridisciplinaire des Pathologies Chroniques et Motrices

Présenté par : Sébastien CASTELLO

Sous la direction de : Alexis Le Faucheur (MCF, HDR)

Nés pour bouger

Nous, hommes et femmes, sommes faits pour bouger, marcher, courir, nager... et non pas pour rester assis. Anthropologiquement, biomécaniquement et physiologiquement, notre corps est conçu pour se mouvoir. Ainsi, ce ligament fort qui soutient notre tête, le squelette solide, le rouage de nos articulation et le dessin de nos muscles associés à une excellent capacité à éliminer la chaleur font que nous pouvons marcher et même courir sur de très longues distances, beaucoup plus longues que la plupart des animaux.

Le problème est que nous avons oublié que nous étions faits pour ne pas rester en place.

Pr. François Carré, DANGER sédentrité : Vivre en bougeant plus., Le cherche midi, 2013

Remerciements

Réaliser un mémoire n'est jamais facile et je n'aurais pas été en mesure de le réaliser tout seul c'est pourquoi je remercie Alexis Le Faucheur pour m'avoir suivi cette année sur la mise en place et le recueil des données. Disons que sans son implication et les discussions que nous avons eues les côtés rigueur et pertinence auraient sans aucun doute été atteints. Je remercie également Jeremy Vanhelst qui nous a conseillé sur de nombreux points depuis la connaissance de la littérature jusqu'à l'analyse statistique en passant par certains aspects méthodologiques précis quant au recueil des données.

Comme je le rappelerai à plusieurs reprises dans la suite de ce mémoire, cette question de l'étude du comportement physique chez les lycéens part d'une interrogation d'une équipe enseignante. L'équipe des enseignants d'EPS du lycée Anita Conti de Bruz. Ce sont eux qui, conseillés par David Matelot, sont venus solliciter l'ENS Rennes et son département Sciences du Sport et Education Physique (2SEP) pour avoir un appui scientifique sur la question. Les enseignants d'EPS et les enseignants chercheurs de l'ENS Rennes avaient déjà eu l'occasion de travailler ensemble lors des journées "Les sciences aiment l'EPS" organisées à l'ENS Rennes en 2019 sur le thème : "Les facteurs du décrochage de l'activité physique chez les jeunes. Regards croisés et propositions pédagogiques". C'est donc au sein d'une réflexion déjà entamée et ayant déjà abouti à des actions concrètes, par exemple une présentation lors des sciences aiment l'EPS : "Des tests physiques pour la promotion de la santé", par Sylvain Portier (enseignant d'EPS, Bruz), David Matelot (enseignant d'EPS, Pontivy) et Erwann Tortuyaux (enseignant d'EPS, SIUAPS Vannes) que j'ai pu m'intégrer. Plus encore ces réflexions se sont assemblées pour monter un projet important mêlant recherche (plusieurs laboratoires rennais ainsi que le département 2SEP de l'ENS Rennes) et pédagogie (le rectorat et les équipes enseignantes) : le projet SCOPE. Je remercie donc tous ces acteurs pour le travail qu'ils ont déjà pu mener et que nous avons réalisé ensemble cette année.

Je tiens à remercier tout particulièrement Sylvain Portier, Sami Perrier, Johan Kapenkin et Franck Chagny qui m'ont accueilli au sein de leur équipe et ont géré toute la logistique du recueil des données tout en ayant leurs obligations d'enseignants d'EPS à côté... et en devant s'adapter en permanence aux aléas de la situation sanitaire et aux restrictions imposées par l'éducation nationale.

Toujours au lycée Anita Conti je souhaiterais remercier son proviseur M.Briand qui nous a aidé lors de la mise en place de cette expérimentation et les collègues de toutes les disciplines que nous avons parfois dérangé dans leurs cours pour donner ou récupérer des accéléromètres.

Enfin, il me paraît nécessaire de remercier les principaux intéressés : les élèves de seconde du lycée Anita Conti. En effet, ils sont très nombreux à avoir accepté de participer à ce projet présenté par leurs enseignants d'EPS. Et nombreux sont ceux qui ont porté régulièrement le capteur et ont rempli de façon consciencieuse leur carnet de report. Certes nous avons souvent dû négocier, expliquer, argumenter pour que certains élèves acceptent de participer mais une grande partie des élèves semblait intéressée par cette étude.

Liste des abréviations

— ANSES : Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail
— APA-S APPCM : Activités Physiques Adaptées et Santé Approche Pluridisciplinaire des Pathologies Chroniques et Motrices
— AS : Association Sportive
— CPGE : Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles
— ENS : Ecole Normale Supérieure
— EPS : Education Physique et Sportive
— HELENA : HEalthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence
— LTSI : Laboratoire du Traitement du Signal et de l'Image
— M2S : Mouvement Sport Santé
— MET : Metabolec Equivalent of Task
— OMS (WHO) : Organisation Mondiale de la Santé (World Health Organization)
— ONAPS : Observatoire National de l'Activité Physique et de la Sédentarité
— SCOPE : Suivi de la Condition Physique des Elèves
— USDHHS : United States Departement of Health and Human Services
— VIPS^2 : Violence Intégration Politique Socialisation et Sport
— $\dot{V}O_2$: débit d'oxygène consommé (en ml/min/kg)

Table des figures

3.1 Représentation graphique des différents domaines de la revue systématique 8
3.2 Proportion des élèves atteignant les recommandations de l'OMS 10
4.1 QQPlot des résidus du modèle ANOVA IMC cluster 24
4.2 QQPlot des résidus du modèle ANOVA sedentarite transport 25
5.1 Répartition de l'IMC au sein de l'échantillon 27
5.2 Répartition des modes de transports majoritaires utilisés par les élèves . . . 27
5.3 Temps moyen journalier passé à MVPA 28
5.4 Temps moyen journalier passé dans un état de sédentarité 28
5.5 Répartition des différents clusters au sein de notre échantillon et table de contingence de la répartition filles/garçons 29
5.6 Répartition garçons filles au sein des "clusters médiane" 29
5.7 Tables de contingence de la répartition des différentes habitudes de transport en fonction du cluster d'appartenance. 30
1 Carnet de report première page 45
2 Explications sur le port de l'accéléromètre présentes dans le carnet 46
3 Tableau à remplir sur les activités physiques pratiquées en général. 47
4 Pages devant être remplies chaque jour 48
5 Mots clés utilisés lors de la recherche bibliographique 49
6 Tableau récapitulatif des études appréciant la précision des algorithmes utilisés pour classifier les intensités d'activité physique ainsi que la sédentarité 50
7 Tableau récapitulatif des études appréciant la précision des algorithmes utilisés pour déterminer la dépense énergétique et classifier le sommeil 51
8 Résumé des cut-points présents dans la littérature chez les publics lycéens . 52
9 Tableau récapitulatif des différents tests utilisés dans la littérature (Helena, Eurofit & Bouge), référencés au niveau académique (Evalagir) et envisagés par les enseignants du Lycée Anita Conti pour mesurer la condition physique des adolescents. 53

Chapitre 1: Préambule

A la suite de mon année de préparation à l'agrégation d'EPS j'ai décidé de compléter ma formation au sein du master 2 APA-S APPCM de Rennes 2. En effet, lors de ma formation à l'enseignement d'EPS deux points particulièrement importants me paraissaient laissés de côtés.

Dans un premier temps, la thématique des élèves à besoins éducatifs particuliers pour lesquels il est nécessaire d'adapter l'activité physique proposée est de plus en plus importante. Néanmoins, les contenus spécifiques proposés au seins de la formation sont quasi nuls et bien souvent les enseignants en sont réduits à se former une fois en poste et à gérer une fois qu'ils se retrouvent face à leurs élèves.

Dans un second temps, la problématique de la sédentarité et de l'activté physique est globalement partagée au sein des enseignants en témoigne le dossier sur la sédentarité paru dans la revue EP.S (revue professionnelle des enseignants d'EPS) (Bosquet, 2020). Néanmoins très peu de contenus spécifiques sont développés en formation ou lors de la préparation au concours.

C'est notamment à cause de ce second point que j'ai trouvé intéressant de m'investir au sein du projet SCOPE (Suivi de la COndition Physique des Elèves). En effet, au sein de ce projet je peux travailler à l'interaction entre la recherche et l'application des connaissances produites et des méthodes directement sur le terrain.

Ce projet met en relation des chercheurs issus de trois laboratoires Rennais le LTSI (Laboratoire du Traitement du Signal et de l'Image), le M2S (Mouvement Sport Santé) et le VIPS^2 (Violence Intégration Politique Socialisation et Sports). Cette approche pluridisciplinaire qui est également revendiquée par le master APA-S APPCM me paraît nécessaire pour envisager les individus dans leur complexité et favoriser la trasmission des contenus mis en évidence par la recherche sur le terrain. En effet, le travail scientifique de par la précision qu'il requiert nécessite une spécialisation pouvant nuire à la compréhension complète des individus. Le travail en équipe pluridisciplinaire permet à mon sens de pallier cette limite ce qui m'intéresse beaucoup.

Chapitre 2: Introduction

De nos jours, les effets positifs de l'activité physique et d'une bonne condition physique sont largement connus (Reiner et al., 2013). Néanmoins seule une minorité d'individus présentent des niveaux d'activité physique suffisants pour profiter réellement des effets bénéfiques de cette activité physique (Hallal et al., 2012) et de nombreuses études pointent une diminution importante de la condition physique générale et notamment des capacités cardio-vasculaires (Tomkinson, 2007).

De la même façon, les effets délétères de la sédentarité sont particulièrement bien documentés mais nos modes de vies semblent accorder de plus en plus de place au temps sédentaire (Petersen et al., 2014; Hamilton et al., 2007; Chau et al., 2013; Katzmarzyk et al., 2009). Face à ces enjeux, des recommandations internationales ont été mises en place et sont régulièrement actualisées afin de limiter le plus possible les diverses pathologies pouvant émerger de ce comportement physique délétère (USDHHS, 2018). Ces recommandations ne sont néanmoins que très peu suivies ce qui pose un véritable enjeu de santé publique (ONAPS, 2018). Comment faire en sorte de rendre des populations physiquement actives ? Comment limiter les couts liés au temps passé assis et au manque d'activité physique qui deviennent chaque année de plus en plus importants (Ding et al., 2016) ?

En plus de ces constat, l'année qui vient de passer, s'est déroulée dans un contexte sanitaire tendu où de nombreux pays ont mis en place des mesures sanitaires ayant pour but de juguler l'épidémie. Néanmoins ces mesures, en limitant les déplacements au niveau spatial (limite kilométrique) ou temporel (couvre-feu) ou en diminuant les occasions de rencontrer d'autres personnes, ont fortement limité les pratiques physique et ont, par là même, augmenté les niveaux de sédentarité de la population. Bien que nous n'ayons encore que peu de recul sur les effets délétères de cette période, les premières études scientifiques commencent à être publiés (Ammar et al., 2020; Elnaggar et al., 2020; Moore et al., 2020; Gilic et al., 2020). Ces données doivent être considérées précautionneusement et sans précipitation mais elles nous permettent de nous faire une première idée. Ainsi, Ammar et al. (2020) chez une population adulte, à partir de questionnaires internationaux (1047 réponses dont 220 en Europe), mettent en évidence une diminution de plus de 33% de l'activité physique hebdomadaire et une augmentation de plus de 28% du temps passé assis. Face à ces conclusions, en France, certains chercheurs proposent différentes façons pour aider les adolescents à être suffisamments actifs en accentuant le côté ludique de l'activité physique, en la découpant en périodes de 10 ou 20 minutes, en utilisant le mobilier quotidien ou encore en travaillant sur des composantes de la condition physique souvent peu explorés comme l'équilibre ou la souplesse (Margaritis et al., 2020).

Les tendances de ces vingt dernières années au niveau des sociétés savantes ont été notamment d'étendre les recommandations à tous les âges de la vie et notamment avant 18 ans (CSEP, 2016). En effet, construire un habitus sain et actif au sein duquel l'individu fait attention aux activités pratiquées ne se fait pas du jour au lendemain. En sensibilisant l'entourage

des enfants et des adolescents (famille, enseignants,...) puis en sensibilisant les enfants eux-mêmes à la nécessité de gérer leur vie physique il est néanmoins possible d'espérer des effets positifs importants. Au sein de cet enjeu de sensibilisation de grande envergure l'EPS (Education Physique et Sportive) a une place considérable à jouer car elle constitue pour bien des élèves la seule activité physique de la semaine (ESEN, 2017).

En France ces enjeux ont été très bien saisis au niveau de l'éducation nationale et de la corporation des enseignants d'EPS. En effet, au niveau de l'éducation nationale, dès le début des années 2000 les pratiques d'entretien de soi prennent une place croissante dans les programmes de la discipline. Initialement uniquement proposées aux élèves des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) cette démarche de gestion de sa vie physique est progressivement proposée aux élèves de lycée puis de collège puis de primaire (Travaillot and Moralès, 2011). Dans le cadre du lycée, le quatrième objectif des programmes est de « *construire durablement sa santé* » et invite les enseignants à donner envie aux élèves de « *pratiquer une activité physique raisonnée et régulière tout au long de la vie.* » [1].

Au niveau de la corporation des enseignants d'EPS de nombreuses initiatives allant dans ce sens sont prises et des actions d'envergure sont mises en place sur le terrain. Le dossier sédentarité de la revue EP.S (Bosquet, 2020) cristallise cet intérêt de la profession.

L'enjeu de ce mémoire se trouve à la croisée des enjeux évoqués précédemment. Nous souhaitons, participer à la fois de la meilleure connaissance des publics adolescents et de leurs patterns de comportement physique. Cette compréhension accrue permettra d'aider à la construction des interventions dans ce domaine et de sensibiliser de façon plus pertinente à la question de la prise en charge de sa vie physique. Notre action se déroulera donc en deux temps : un recueil des données d'activité physique et de sédentarité en continu sur une semaine par méthode accélérométrique couplé à un recueil des données de condition physique à l'aide de différents tests. Ces données permettront d'avoir un regard plus éclairé et une meilleure compréhension du comportement physique [2] des élèves de lycée. Dans un deuxième temps, il s'agira, à partir de ces données, d'identifier des profils d'élèves potentiellement à risque car étant loin des recommandations dans un ou plusieurs domaines du comportement physique et de réfléchir à des interventions spécifiques.

1. Programmes d'EPS des lycées : arrêté du 17-1-2019 publié au BO spécial n°1 du 22 janvier 2019
2. Le concept de comportement phyisque regroupe les concepts d'activité physique, de sédentarité et de sommeil (qui ne sera pas étudié dans le cadre de ce mémoire) au sein d'un système de 24h.

Chapitre 3: Revue de littérature

Afin de pouvoir avoir un aperçu exhaustif des travaux correspondant à notre projet nous avons reproduit les étapes d'une revue systématique. Les axes de recherche sont présentés dans la figure 3.1. Ils définissent la structuration de cette revue de littérature : dans un premier temps nous nous intéresserons à l'activité physique puis à la condition physique et enfin à la sédentarité avant d'évoquer les interrelations entre ces trois concepts.

Les recherches, réalisées sur PubMed, ont été arrêtées mi-novembre 2020. Les mots clés utilisés sont listés, en annexe 5.

3.1: L'activité physique

3.1.1: Définition

L'activité physique désigne tout mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques et générant une dépense énergétique supérieure à celle de repos. Au niveau énergétique on considère donc généralement qu'une personne réalise une activité physique si sa dépense énergétique est supérieure à 1,5 MET (WHO, 2020).

3.1.2: Tendances séculaires

Au début des années 2000 des différences importantes dans les méthodes de mesure rendent difficiles les comparaison sur des empans temporels longs. Ainsi, au niveau international Dollman à partir de la littérature d'avant 2005 ne met pas de tendance générale en évidence.

Depuis, certaines revues à l'instar de Knuth and Hallal (2009) mettent en évidence une diminution des niveaux d'activité physique chez les adolescents.

Néanmoins en 2015 Booth et al. rappellent que les résultats restent inconsistants et que les patterns d'évolution diffèrent grandement en fonction des pays.

Face à ces difficultés de standardisation à l'échelle internationale les études se portent de plus en plus sur l'utilisation de capteurs et notamment de capteurs accélérométrique censés présenter une mesure moins sujette aux variations interindividuelles ou interculturelles dans les questionnaires.

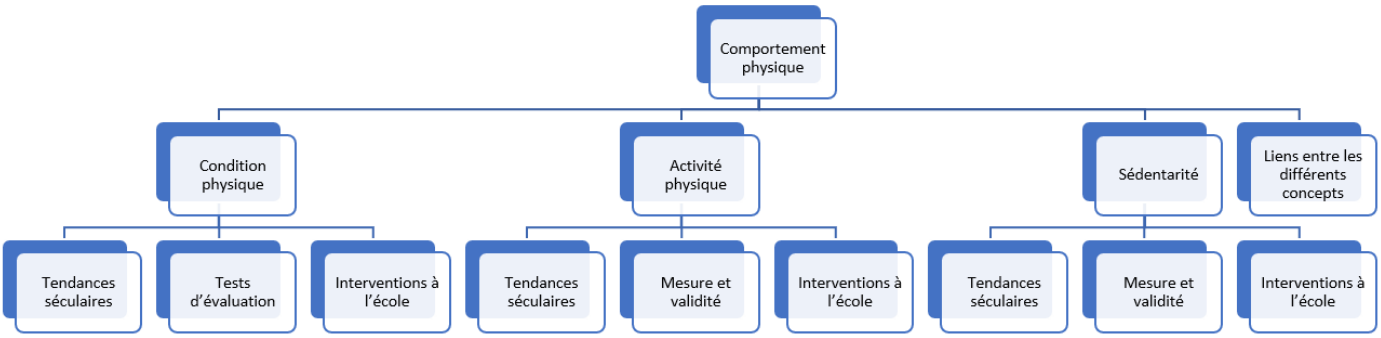


FIGURE 3.1 – Représentation graphique des différents domaines de la revue systématique

3.1.3: Tendances longitudinales

Pouvoir suivre les évolutions d'activité physique au cours de l'enfance et de l'adolescence permettrait d'idientifer des points de bascule où des changements importants se produisent. Localiser ces changement peut permettre par la suite d'intervenir de manière plus ciblée et espérer des effets supérieurs en accompagnement de ces changements si l'activité physique a tendance à augmenter ou au contraire en essayant de lutter contre lorsque l'activité physique diminue de façon importante. Néanmoins, les données accélérométriques et particulièrement les suivi longitudinaux restent trop peu nombreux. Ce sont pourtant ces derniers qui nous renseignent sur la dynamique évolutive de l'activité physique au cours de l'enfance.

Chez les tout petits, depuis 19 mois jusqu'à 5 ans, en Australie Hnatiuk et al. (2019) notent une augmentation de l'activité physique modérée à vigoureuse et une diminution du temps passé dans un état sédentaire (la fréquence des moments de sédentarité est plus importante mais ces derniers sont plus courts).

Chez des enfants de 7-8ans et pendant trois ans Zhang et al. (2019) ont suivi l'activité physique à l'aide d'accéléromètres sur une durée de cinq jours. Ils mettent en évidence une diminution significative de l'activité physique d'intensité modérée à vigoureuse et de la dépense énergétique associée au cours des trois ans. Sur la même population (enfants de sept ans suivis sur deux ans) mais en angleterre Basterfield et al. (2011) mettent en évidence également une diminution du temps passé à MVPA (-0,3%) même si ce niveau était déjà très faible au départ.

Dans la même persepctive, en Europe, Buck et al. (2019) mettent en évidence chez des enfants entre 3 et 15 ans que l'activité physique légère et d'intensité modérée à vigoureuse diminuent respectivement de 20 min/jour et de 2 min/jour chaque année.

En Norvège, Mikalsen et al. (2020) lors d'un suivi longitudinal entre 13 et 15ans (donc une population correspondant au collège en France) notent également une diminution de l'activité physique d'intensité modérée à vigoureuse entre 6,4 et 13,98 minutes par jour. Ils mettent en évidence que les élèves chez qui cette activité physique diminue le moins sont les élèves qui ont un attrait [1] plus grand pour l'activité physique (mesurée à l'aide d'un questionnaire : le "*Eagerness for Physical Activity Scale*") et qui ont un sentiment de compétence athlétique important (mesuré également à l'aide d'un questionnaire : le "*Harter's Self Perception Profile for Adolescents*" adapté à leur public et traduit en norvégien)

A notre connaissance deux études suivent des adolescents sur des ages correspondant au cursus de lycée :

La première au niveau chronologique met en évidence une diminution de 42,3 min d'activité modérée à vigoureuse par jour chez des publics norvégiens ayant entre 14 et 19 ans (Lagestad et al., 2018).

1. traduction personnelle. Les auteurs utilisent les termes"*eagerness for physical activity*" ce qui reflète un état mental positif, caractérisé par le plaisir, la passion, et même le désir ou l'envie de quelque chose qui fait du bien (Säfvenbom et al., 2016)

Inca 3 (ANSES, 2017)	Esteban (ESEN, 2017)
7-10 ans : 20.9% (F), 27.7% (G)	6-10 ans : 17.8%
11-14 ans : 30.1% (F), 45.6% (G)	11-14 ans : 20.2% (F), 33.7% (G)
15-17ans : 20% (F), 28.3% (G)	15-17ans : 15.4% (F), 40.1% (G)

NB : F = Filles et G = Garçons

Figure 3.2 – Proportion des élèves atteignant les recommandations de l'OMS

La deuxième, en Angleterre, met en évidence qu'entre 12 et 16 ans l'activité phyique totale diminue à cause notamment d'une diminution de l'activité phyique légère (325 minutes par jour à 12 ans et 244 minutes par jour à 16 ans) (Kandola et al., 2020).

En ce qui concerne la France peu de données accélérométriques sont disponibles. Les données viennent principalement des enquêtes Esteban et Inca 3 citées dans le report card de l'ONAPS. Les données sont résumées dans le tableau 3.2.

Ces études mettent en évidence, entre autres, qu'à partir de 15 ans la proportion d'élèves atteignant les recommmandations de l'OMS diminue considérablement et que cette diminution est plus importante chez les filles. A partir de 10 ans les différences entre les résultats des filles et des garçons sont statistiquement significatives. Au niveau international la France obtient la lettre D au sujet de l'activité physique générale des enfants et adolescents et la lettre D- au sujet de la sédentarité ce qui signifie qu'entre 20 et 39% des enfants n'atteignent pas les recommandations dans ce domaine. Par contre pour ce qui est de l'éducation physique à l'école elle fait partie des bons élèves et se voit attribuer un B (Coppinger et al., 2020) ce qui signifie que les écoles correspondent, entre 60 et 79% aux critères suivants : présence de politiques pour rendre les élèves plus actifs, plus de 80% des élèves ont des cours par des enseignants spécialisés, plus de 80% des élèves ont au moins 150mn d'éducation physique par semaine, plus de 80% des élèves peuvent avoir en plus de l'éducation physique d'autres occasions de pratiquer une activité physique à l'école, pourcentage d'écoles ayant des infrastructures dans de bonnes conditions (Tremblay et al., 2016).

L'ONAPS souligne le besoin d'homogénéiser les méthodes de recueil des données sur ce sujet. Les auteurs du report card de 2018 reportent, en effet, la nécessité de «*Développer des instruments de mesure standardisés et validés adaptés à la population pédiatrique permettant d'estimer de manière plus précise le NAP (Intensité, Fréquence, Durée, Type).*» (ONAPS, 2018).

3.1.4: Activité physique et santé

De nos jours, chez les enfants et adolescents, la promotion d'activités et d'un mode de vie sain et actif est au premier plan de la lutte contre de nombreuses pathologies chroniques et motrices comme l'obésité (Gutin and Owens, 2011) ou les maladies cardio-vasculaires (Andersen et al., 2006).

Les bénéfices de l'activité physique sont également pointés au niveau psychologique avec un effet bénéfique sur l'épanouissement familial et psychologique ainsi que sur les résultats scolaires (Donnelly et al., 2016). Kandola et al. mettent en évidence dans leur suivi longitudinal que chaque 60 minutes par jour d'activité physique légère à 12 ans, 14 ans et 16

ans permet de diminuer les scores de dépression. Tandis qu'Owen et al. (2018) montrent qu'au niveau longitudinal les changements dans l'activité physique d'intensité modérée à vigoureuse sont positivement associés aux scores au test NAPLAN des filles (National Assessment Program—Literacy and Numeracy : test mesurant les compétence de litéracie et de numération). Les auteurs notent également une association positive entre l'activité modérée à vigoureuse et les score NAPLAN ainsi que l'engagement à l'école chez les garçons.

3.1.5: Interventions en milieu scolaire

Différents modèles théoriques sont utilisés pour bâtir les interventions auprès de publics scolaires dans le cadre de l'école.

Les modèles socio-écologiques Ces modèles s'appuient sur un développement des compétences personnelles de l'individu et d'un contexte socio-environnemental propice (Sallis et al., 2006). Néanmoins du point de vue de la recherche l'efficacité des actions de la communauté reste peu clair à cause de la difficulté de les tester et de les manipuler.

Les modèles socio-cognitifs Parmi ces modèles, la théorie du comportement planifié part du principe que l'intention de pratiquer prédit le comportement futur (Ajzen et al., 1991). En ce sens développer l'intention de pratiquer par la compréhension de l'intérêt permet d'engager les individus dans des comportements davantage actifs.

D'autres variables viennent modérer ou accentuer cette intention comme le sentiment de compétences ou les attitudes et normes subjectives. Néanmoins l'efficacité de ces modèles est nuancée. Ils ne permettent d'expliquer qu'une petite partie de la variance du comportement physique des enfants et adolescents.

Les théories partant des affects Ces théories partent du principe que les affects positifs et négatifs influencent le jugement et la prise de décision sans l'intervention de la cognition. Elles accordent une large place au plaisir et à la joie de pratiquer et partent du principe que si une expérience a apporté du plaisir à un sujet il aura tendance à vouloir la répéter.

La théorie la plus utilisée est la théorie de l'autodétermination qui renvoie à l'importance de la motivation intrinsèque. Cette motivation intrinsèque est due à la satisfaction des trois besoins fondamentaux : compétence, proximité sociale et autonomie (Deci and Ryan, 2004). Besoins par ailleurs positivement corrélés avec le plaisir ressenti lors de la pratique d'une activité physique. Cette théorie est reconnue comme étant la plus efficace (Klos et al., 2020).

Une autre théorie est également développée dans la littérature par Brand and Ekkekakis (2017) : la théorie affective-réflexive. Cette théorie part du principe que le comportement résulte de deux processus mentaux : un rapide et automatique et un autre lent et réflexif. La combinaison d'une valorisation affective et la proposition d'être davantage actif physiquement seraient reliés à la planification et à l'augmentation du comportement physique.

3.2: La sédentarité

3.2.1: Définition

La sédentarité désigne tout comportement éveillé caractérisé par une dépense énergétique inférieure à 1,5 MET dans une position assise ou allongée (Tremblay et al., 2017).

3.2.2: Niveaux de sédentarité

A notre connaissance peu d'études ont tenté de décrire les tendances séculaires concernant la sédentarité.

En Europe les adolescents passent près de la moitié (49,2%) de leur temps éveillé dans des conditions sédentaires (Steene-Johannessen et al., 2020).

En France, seuls 8,4% des 15-17ans passent moins de 2heures par jour devant un écran. Ce temps a significativement augmenté depuis 2006 (+1h17 pour les garçons et +50mn pour les filles). La composition de ce temps sédentaire change néanmoins avec une diminution du temps de télévision largement compensée par une augmentation du temps passé devant les smartphones, tablettes et ordinateurs (Aubert et al., 2020).

Comme pour l'activité physique l'ONAPS souligne des besoins en surveillance et en recherche au niveau de la sédentarité chez les publics scolaires. Les auteurs rapportent en effet le besoin d' «*Utiliser des méthodes de mesure objectives du comportement sédentaire dans les enquêtes nationales.*» et de «*Mesurer les formes de comportements sédentaires autres que temps passé devant un écran*» (ONAPS, 2018).

Parmi les rares études longitudinales que nous connaissons Kandola et al. mettent en évidence une augmentation du comportement sédentaire entre 12 et 16 ans (430 minutes par jour à 12 ans et 523 minutes par jour à 16 ans). Cette augmentation de la sédentarité est corrélée à une augmentation des désordres psychologiques : ainsi des taux de dépression plus élevés à 18 ans sont associés pour chaque 60 minutes par jours d'augmentation de comportement sédentaire à 12 ans, 14 ans et 16 ans (Kandola et al., 2020). Chez des publics plus jeunes (suivis sur deux ans à partir de 7ans) Basterfield et al. (2011) mettent en évidenec une augmentation de la sédentarité de 3,1%.

3.2.3: Sédentarité et enjeux de santé

Chez l'adulte le temps passé dans un état sédentaire augmente le risque de mort toutes causes confondues (Petersen et al., 2014), d'accidents cardio-vasculaires (Katzmarzyk et al., 2009), favorise l'obésité et le diabète de type 2 (Hamilton et al., 2007).

Chau et al. (2013) mettent en évidence que chaque heure passée assise augmente le risque de mortalité toutes causes confondues de 2% néanmoins la relation n'est pas linéaire et à partir de 7h assises par jour chaque heure supplémentaire augmente de risque de 5%.

Certes la sédentarité à des effets à longs termes et qui se ressentent souvent à l'âge adulte. Néanmoins certains effets sont présents dès l'adolescence. Ainsi chez un public adolescent, le comportement sédentaire a un impact négatif sur le développement physique, cognitif,

émotionnel et social ainsi que sur leurs résultats scolaires, leur bien-être, leur sommeil, et leur santé mentale (Thivel et al., 2018; ParticipACTION, 2020; Carson et al., 2016).

La sédentarité présente des effects négatifs provenant à la fois de la position assise et de la faible dépense énergétique. Ces deux éléments sont impliqués dans de multiples voies de signalisation au niveau cellulaire et moléculaire qui seraient trop longues à développer ici. Nous en évoquerons donc rapidement que deux sans toutefois les détailler de façon exhaustive.

A titre d'exemple une position assise prolongée est connue pour favoriser l'émergence de thromboses veineuses profondes : des caillots de sang viennent se loger profondément dans les muscles des jambes (Beasley et al., 2005). Ces effets sont documentés depuis très longtemps notamment en ce qui concerne le nombre trop important d'heures passées devant la télévision (Naide, 1957).

En ce qui concerne des niveaux d'activités physiques trop faibles une des hypothèses est une altération de la lipoprotéine lipase (LPL). L'altération du fonctionnement de cette enzyme est connue pour diminuer le prélèvement des triglycérides plasmatiques, diminuer les niveaux de HDL cholestérol (Hamilton et al., 2004). Or plusieurs études ont mis en évidence une diminution de l'activité de la LPL à la suite de quelques heures d'inactivité (Bey and Hamilton, 2003). Cette diminution pourrait expliquer l'augmentation de la prévalence des phénomènes d'obésité ou de problèmes cardiaques chez les personnes sédentaires. En effet, le prélèvement des triglycérides plasmatique s'effectue moins bien, ils ont donc tendance à s'accumuler et à favoriser les phénomènes d'obésité. De la même façon si les niveaux de HDL cholestérol diminuent, le LDL cholestérol risque de s'accumuler et de favoriser les maladies coronariennes.

3.2.4: Mesure de l'activité physique et de la sédentarité

De nombreuses méthodes existent pour mesurer l'activité physique et la sédentarité depuis les questionnaires auto-administrés jusqu'aux mesures réalisées par des capteurs portés par les sujets. Nous ne détaillerons par la suite que la mesure accélérométrique car c'est celle que nous utiliserons dans le cadre de ce mémoire.

La mesure accélérométrique

L'accéléromètre Le principe de base de la mesure accélérométrique est la mesure d'une accélération c'est à dire d'un changement de vitesse. Cette accélération du point ou du segment sur lequel l'accéléromètre est positionné peut être mesurée dans un, deux ou trois axes (en fonction du modèle du capteur).

Il existe deux façons de mesurer une accélération par le biais de capteur portés : la piezoélectricité et les capacités électriques.

Au sein des capteurs piezoélectriques une masse sismique sensible aux variations d'accélération est reliée à un élément piezoélectrique. Lorsque la vitesse varie la masse sismique déforme cet élément générant une modification de son état électrique proportionnelle à l'ac-

célération. Ce courant électrique est alors converti en une unité dénombrable : les *counts* par le biais d'un algorithme.

Les capteurs utilisant les capacités électriques sont dits « capacitatifs ». Ils contiennent également une masse sismique rattachée dans toutes les dimensions de l'espace à des structures au sein desquelles circule un courant électrique. La capacité électrique peut être représentée par le total des charges électriques divisé par le potentiel de l'élément conducteur :

$$C = \frac{Q}{U}$$

avec C la capacité en Farads, Q la charge en Coulombs et U la différence de potentiels aux bornes de l'élément en volts.

Lors du mouvement pour une même dimension les structures situées de part et d'autre de la masse sismique se déforment de façon proportionnelle à l'accélération. Il est donc possible de déduire de leur différence de capacité la quantité de cette accélération et, par le biais d'un algorithme, de donner une valeur en *count*.

Considérations méthodologiques Le choix d'un capteur se couple avec un choix de lieu de port (où sera porté le capteur) et d'algorithmes divers permettant d'identifier des périodes de non-port et de classifier les différents niveaux d'activité physique et de sédentarité permettant donc de transformer les *count* en données compréhensibles en analysables.

Lieu de port En ce qui concerne un public adolescent nous obtenons les résultats présentés dans l'annexe 6. Il ressort de cette analyse que les algorithmes les plus précis et les plus nombreux aujourd'hui sont les algorithmes de classification d'activité pour un appareil porté à la hanche. Néanmoins, et pour des raisons de compliance notamment chez un public enfant et adolescent, ces dernières années voient se développer les algorithmes portés au poignet et de plus en plus de mesures utilisent ce lieu de port.

Identification du non-port Depuis quelques années des algorithmes analysant le sommeil se développent pour permettre de se passer complètement de carnets de report. Ces algorithmes sont développés à la fois pour la hanche et pour le poignet mais ils restent encore peu précis (Migueles et al., 2017).

Lors de la création d'algorithmes d'identification du non port il est important de vérifier que l'algorithme ne transforme pas des temps sédentaires en temps de non port car ces plages temporelles seraient alors exclues de l'analyse. Ces algorithmes doivent donc être validés pour chaque population étudiée.

Deux grands types d'algorithmes se dégagent de la littérature : les suites de zéros consécutifs et les algorithmes avec tolérance. Dans le cas des zéros consécutifs l'algorithme classe une période comme "non-port" s'il y a tant de minutes où rien (aucune accélération) n'est enregistrée. Dans le cas où il y a une tolérance l'algorithme autorise au sein d'une période de sédentarité un court laps de temps avec des données enregistrées autres que des 0.

L'avantage des algorithmes avec tolérance est que si jamais l'accéléromètre est touché alors qu'il n'est pas porté la période ne sera pas classée comme du port. Néanmoins le désavantage de ce processus est qu'il détecte très mal des périodes de sédentarité prolongées sans mouvement comme le fait de regarder la télévision ou de travailler sur ordinateur.

En ce qui concerne le public adolescent deux articles ont mis en place une comparaison des différents algorithmes proposés au sein de la littérature. Et ils aboutissent à des conclusions assez proches. Dans les deux cas ils privilégient les algorithmes "zéros consécutifs" et l'utilisation du vecteur magnitude (VM), vecteur composé par les trois accélérations enregistrées par l'accéléromètre (accélération verticale, antéro-postérieure et médio-latérale).

Cain et al. (2018) recommandent 40mn de zéros consécutifs avec de surcroît l'utilisation du filtre LFE (Low Frequency Extension) ce filtre amplifie la détection des accélérations très faibles lors du traitement du signal brut.

Vanhelst et al. (2019) à partir de données provenant d'adolescents français et en utilisant comme gold standard un carnet de report recommandent 30mn de zéros consécutifs sans utilisation du filtre LFE.

Les deux articles sont parus dans un laps de temps très court et les auteurs ne se citent pas. Ils n'ont donc pas pu comparer les deux algorithmes qu'ils recommandent.

Validité des données Afin de considérer qu'une période de recueil des données est valide deux critères sont discutés au sein de la littérature : le nombre d'heures de mesure par jour et le nombre de jours dans la semaine. Rich et al. (2013) ont mis en évidence chez l'enfant que deux jours à 10h suffisaient.

Classification En ce qui concerne la classification de nombreux algorithmes ont été développés et se sont progressivement affinés avec les progrés réalisés sur les capteurs.

La fréquence d'échantillonage a été réduite permettant de recueillir et d'analyser les données sur des epoch de plus en plus courts. Les derniers algorithmes de classification validés pour les adolescents utilisent un epoch de 15sec (algorithmes présentés en annexe 8). Réduire la fréquence d'échantillonage permet de mieux saisir l'activité physique souvent sporadique des enfants.

Le principe de ces algorithmes est de fixer des seuils de counts délimitant les différentes intensité d'activité. Le premier seuil distingue sédentarité et activité physique légère, puis modérée et vigoureuse.

3.3: La condition physique

3.3.1: Définition

La condition physique se définit comme la capacité de réaliser une activité physique d'une certaine intensité (ONAPS, 2018). Cette condition physique s'appréhende à travers différents paramètres que sont : la capacité cardio-respiratoire, la force et l'endurance musculaire, la vitesse, la souplesse et l'agilité.

3.3.2: Tendances séculaires

Au niveau international les évolutions les plus importantes concernent les capacités cardio-vasculaires des enfants et adolescents qui après une augmentation importante jusque dans les années 1970 diminuent de façon importante depuis : -0,36% par an entre 1958 et 2003 mais +0,61% par an entre 1958 et 1970 et -0,54% par an jusqu'en 2003 (Tomkinson and Olds, 2007). Néanmoins depuis le début des années 2010 la courbe décroissante semble s'horizontaliser puis se stabiliser (Fühner et al., 2020; Tomkinson et al., 2017).

Au niveau de la puissance musculaire et de la vitesse de très légères augmentation jusqu'en 2003 - respectivement + 0,03% & + 0,04% par an - masquent des diminutions importantes depuis le milieu des années 1980 - respectivement -0,20% & -0,08% par an (Tomkinson, 2007). Néanmoins, en ce qui concerne la vitesse Fühner et al. (2020) mettent en évidence, après analyse de la littérature récente, un nouvelle augmentation depuis le début des années 2000.

3.3.3: Evaluation de la condition physique

Encore une fois, il existe de nombreuses façons de mesurer la condition physique des élèves. De nombreuses batteries de tests ont ainsi été mises en place rendant parfois ardues les comparaisons internationales.

Parmi les batteries les plus présentes dans la littérature Eurpéenne figurent la batterie employée pour l'étude Helena (*Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence Cross-Sectional Study*) et pour l'étude Eurofit. Dans le cas de la France la batterie de tests Bouge a également été mises en place (cf. Annexe 9).

La mesure des capacités cardio-respiratoires

Au sein de la littérature c'est l'estimation du $\dot{V}O_2$max qui fait consensus pour l'évaluation des capacités cardiorepiratoires.

Plusieurs façons de déterminer le $\dot{V}O_2$max existent que ce soit en laboratoire ou non, lors de tests maximaux ou sous maximaux, de façon directe ou indirecte.

Chaque options présente des avantages et des inconvénients. Ainsi, les tests réalisés par mesure directe en laboratoire présentent des résultats plus précis mais nécessitent beaucoup de temps, du matériel souvent couteux et du personnel formé (Vanhelst and Béghin, 2013).

D'un autre côté les tests de terrain maximaux utilisant une mesure indirecte sont beaucoup plus facile à mettre en place à grande échelle et nécessitent beaucoup moins de temps. C'est pour cette raison que ce type de test et plus particulièrement le 20m navette ont été mis en place dans le cas de l'étude HELENA chez des adolescents (entre 12,5 et 17,5 ans) en bonne santé (García-Artero et al., 2007; Martinez-Gomez et al., 2011).

La mesure de la force de préhension

La position des doigts sur le dynamomètre influence grandement la force produite sur l'appreil c'est pourquoi de nombreuses études se sont attachées à standradiser l'ouverture

du dynamomètre. Ainsi Ruiz et al. (2006) suggèrent de respecter les formules : y = x/7,2 + 3,1 cm pour les garçons et y=x/4 + 1,1 cm pour les filles (avec y l'ouverture optimale et x l'ouverture de la main entre le pouce et le petit doigt). Ce sont ces formules qui sont utilisées pour l'étude HELENA (Jiménez-Pavón et al., 2011; Ortega et al., 2008a).

3.3.4: Condition physique et santé

Capacités cardio-respiratoires

De nombreuses études associent les capacités cardio-respiratoires chez l'adulte et la réduction de plusieurs causes de mortalité. Certaines études mettent même en évidence que ces capacités cardio-respiratoires permettraient mieux d'expliquer les risques cardio-vasculaires que l'activité physique objectivement mesurée (Hurtig-Wennlöf et al., 2007).

Chez l'adolescent des associations significatives ont été mises en évidence entre les capacités cardio-respiratoires et l'IMC (Schipman et al., 2015) et le risque d'accident cardio-vasculaire (Ortega et al., 2007; Eisenmann et al., 2005).

Néanmoins jusque récemment peu d'études avaient pris en considération de façon longitudinale l'importance des capacités cardio-respiratoires à la fin de l'adolescence au regard de la mortalité. C'est chose faite depuis les travaux de Högström et al. en 2015 en Suède sur un public masculin et de Sato et al. en 2009 au Japon sur un public féminin qui mettent en évidence que de faibles capacités cardio-vasculaires au sortir de l'adolescence sont significativement corrélés à la mortalité supérieure toutes causes confondues à l'âge adulte.

Capacités musculaires

Chez l'adulte la force maximale de préhension mesurée à l'aide d'un dynamomètre est un fort prédicteur de la morbidité et de l'espérance de vie (Metter et al., 2002).

Chez un public féminin adolescent, les données issues de l'étude AVENA (*Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescents*) par García-Artero et al. mettent en évidence une corrélation inverse entre les capacités musculaires – déterminées par un index calculé à partir des scores de force maximale de préhension, de force explosive et d'endurance de force – et un score de risque cardiovasculaire.

Capacités cardio-respiratoires et capacités msusculaires semblent avoir un effet combiné et cumulatif sur la santé cardiovasculaire. En effet, pour un même niveau de capacités cardio-respiratoires, un niveau de capacités musculaires supérieur sera associé à un facteur de risque cardio-vasculaire moindre (García-Artero et al., 2007).

Souplesse

Le cas de la souplesse ne fait aujourd'hui pas consensus au sein de la communauté scientifique. En témoignent les échanges assez vifs dans le journal *Sport Medicine*, à la suite de *The Case for Retiring Flexibility as a Major Component of Physical Fitness* (Nuzzo, 2019) entre le Dr. Nuzzo (rédacteur de l'article) favorable à l'évincement de la souplesse des grands

composants de la composante physique (Nuzzo, 2020) et les Dr Kruse et Mota and Marocolo revendiquant l'importance de la souplesse.

3.4: Les interactions entre ces concepts

Bien que les concepts d'activité physique, de condition physique et de sédentarité puissent être envisagés séparément ils interagissent néanmoins de façon importante au sein du comportement physique des individus.

De nombreux auteurs se sont posés la question du lien entre activité physique et capacités cardio-respiraoires : est-ce qu'un niveau d'activité physique supérieur serait corrélé à des capacités supérieures ? Les réponses varient au sein de la littérature mais les corrélations sont généralement nulles (Dencker et al. (2009) pour un article expérimental et Armstrong et al. (2011) pour une revue de littéraure) ou très faibles (Dencker and Andersen, 2011).

Néanmoins, en se focalisant sur les publics inactifs Kristensen et al. (2010), mettent en évidence qu'un augmentation du niveau d'activité physique peut générer des progrès notables en termes de capacités cardio-respiratoires.

De même, Ortega et al. (2008b) mettent en évidence que ces capacités cardiovasculaires sont corrélées négativement avec l'adiposité abdominale. Chez des enfants ayant de faibles capacités cardio-respiratoires le temps passé dans des activités vigoureuses est la clef pour diminuer l'adiposité abdominale ce qui n'est pas forcément le cas chez les élèves avec un niveau plus élevé de capacités.

D'autres études quant à elles mettent en relation les trois concepts en étudiant les effets d'une conversion du temps sédentaire en temps d'activité physique sur les capacités cardio-respiratoires. Les effets sont globalement positifs mais variés au sein de la littérature. Ainsi, chez des enfants ayant entre 10 et 11 ans convertir 30 min de sédentarité en 30 min d'activité physique n'a réellement d'effets bénéfiques que si les 30 min d'activité physique sont pratiquées à une intensité vigoureuse. Il n'y a aucun effet si l'activité est légère ou modérée (Santos et al., 2017). Chez des adolescents ayant entre 15 et 17 ans, convertir du temps sédentaire en temps d'activité physique modérée à vigoureuse n'a aucun effet chez les garçons mais permet d'améliorer les capacités cardio-respiratoires chez les filles (Sun et al., 2020).

Ces conversions sont également intéressantes chez des publics spécifiques. Ainsi Sardinha et al. 2016, mettent en évidence que ces conversions permettent une amélioration de la composition corporelle (diminution des de la circonférence de la taille, diminution de la masse du tronc et de la masse totale sur une durée de 20 mois. Ces associations restent significatives si le temps sédentaire converti en activité physique d'intensité modérée à vigoureuse est seulement de 15 min.

Ces effets sont particulièrement intéressants pour limiter l'apparition de pathologies chroniques à l'âge adulte. En effet, les précurseurs des maladies cardiovasculaires ont leurs origines dans l'enfance et l'adolescence (Berenson et al., 1998). Il est donc particulièrement intéressant de solliciter le comportement physique chez les enfants et adolescents.

Ces toutes dernières années dans les articles se développent les analyses par *"cluster"* c'est-à-dire des analyses réalisant des groupes d'individus en fonction de différentes com-

binaisons des dimensions du comportement physique. Ainsi Faria et al. (2020), à partir de trois groupes Actif-Non sédentaire, Inactif-Non sédentaire, Inactif-Sédentaire mettent en évidence que les adolescentes ont davantage de risques d'appartenir au groupe "Inactif et Sédentaire" et que les individus risquant le plus d'avoir de désordres mentaux sont dans le groupe "Inactif et non sédentaire". Dans le même type d'analyse Hartz et al. (2018) créent des clusters mêlant alimentation (saine/mauvaise), activité physique (suffisante/insuffisante) et sédentarité (sédentaire/non sédentaire). Chez les garçons les clusters identifiés sont : 1 : Alimentation Saine-Actif-Non sédentaire, 2 : Alimentation saine-Inactif-Non sédentaire, 3 : Alimentation mauvaise-Inactif-Sédentaire et chez les filles : 1 identique, 2 : Alimentation mauvaise-Inactif-Non sédentaire, 3 : Alimentation saine-Inactif-Sédentaire. La plupart des filles sont dans les cluster 2 et 3. Par contre les auteurs n'identifient pas d'association significative entre le cluster et le $\dot{V}O_2$max (mesuré par un test sous maximal sur tapis de course) au contraire des publics masculins où des relations significatives entre l'appartenance à un cluster et les capacités cardiorespiratoires existent. Le $\dot{V}O_2$max est plus élevé chez les garçons du cluster 1, mais ce cluster ne représente que 10,3% des garçons. Une autre tendance se dégage chez les garçons : l'âge et l'IMC du cluster 3 sont plus élevés que les autres ce qui pourrait laisser imaginer une tendance longitudinale vers une prise de poids avec l'avancée en âge au cours de l'adolescence.

3.5: Perspectives de travail avec le lycée Anita Conti

Les enseignants d'EPS souhaitent sensibiliser leurs élèves aux questions concernant le comportement physique.

Dans le cadre de l'UNSS, ils ont déjà réalisé une journée au cours de laquelle différents tests de condition physique étaient réalisés avec les élèves pour déterminer leur niveau de condition physique. Un graphique de type "radar" était alors présenté aux élèves pour qu'ils identifient leurs point forts et leurs points faibles. Ils ont donc réalisé tout le processus de test et de communication aux élèves de leurs résultats ce qui sera particulièrement lorsque nous communiquerons aux élèves les données relatives à leur comportement physique.

Cette année les enseignants ont obtenu une subvention de la région pour un achat d'accéléromètres (actigraph) permettant d'équiper une classe entière. Leur objectif est d'équiper les élèves pendant une semaine d'accéléromètres afin de dresser pour chacun un état des lieux de leur niveau d'activité physique et de les sensibiliser par des données "objectives" à l'importance de l'activité physique.

L'objectif à long terme est d'entériner ce projet au sein du projet d'établissement afin de le pérenniser et de pouvoir suivre de nombreux élèves.

Dans le cadre de ces objectifs, les enseignants ont fait appel aux ressources scientifiques de l'ENS Rennes et notamment à Alexis Le Faucheur pour ce qui est de la mesure de l'activité physique.

Mon objectif dans le cadre de ce mémoire du master APA-S APPCM de Rennes 2 et du stage du second semestre réalisé au sein du M2S sous la tutelle d'Alexis Le Faucheur est d'aider les enseignants d'EPS à la mise en place d'un fonctionnemment de routine pour

recueillir les données accélérométriques dans de bonnes conditions.

Dans un second temps, ce qui n'est pas à proprement parler un objectif mais davantage une finalité nécessaire, il s'agira à partir des données recueillies de participer à la détermination de profils d'adolescents à risque et de leur proposer avec l'aide des enseignants d'EPS des interventions spécifiques pour les aider à dépasser leurs difficultés.

3.6: Problématique

Suite à cet état de la littérature et des pistes de travail envisagées par les enseignants la problématique princpipale de notre travail consistera à identifier des profils type de comportement physique chez les élèves du lycée Anita Conti. Ces profils type nous permettront de déterminer des populations à risque, que ce soit à cause de l'activité physique, ou de la sédentarité.

L'objectif général s'inscrit donc, de manière préventive, dans un enjeu de santé social visant à limiter l'apparition de pathologies liées au comportement physique à l'âge adulte.

Un sous-enjeu est visé plus spécifiquement : la précision des connaissances sur les patterns d'activité physique et de sédentarité chez les lycéens lors de périodes de cours.

Chapitre 4: Méthodologie

4.1: Ajustements dus au contexte sanitaire

En raison du contexte sanitaire et de la perturbation qu'il a engendré au niveau scolaire et plus particulièrement dans les cours d'EPS (ces derniers n'ont pu se dérouler qu'en extérieur) nous avons décidé de nous focaliser sur la mesure accélérométrique. Les tests de mesure de la condition phyisque n'ont pas pu être réalisés. Le volet interventionnel que nous évoquions précédemment n'a pas non plus été investigué dans le cadre de ce mémoire au niveau expérimental. Les recherches dans la littérature au niveau de ce volet avaient pour but de préparer des recherches à venir en continuité avec le travail réalisé cette année.

4.2: Population et protocole de mesure

Les participants étaient des élèves de seconde du lycée Anita Conti de Bruz. Ils furent suivis par accélérométrie durant une semaine à compter du lendemain du jour où le capteur leur a été remis afin qu'ils s'y habituent et aient le comportement le plus habituel possible.

Le suivi a été finalement proposé à six classes de secondes du lycée Anita Conti soit 168 élèves. Les mesures sanitaires telles que les demi-classes ou les vacances avancées ne nous ont pas permis de suivre toute les classes initialement prévues.

A partir des listes de l'établissement chaque élève se voyait attribuer un code par les enseignants d'EPS. C'est ce code qui est ensuite utilisé pour programmer les accéléromètres et réaliser le traitement des données. Nous n'avons donc pas stocké des fichiers permettant d'associer le nom de l'élève et son code pour des raisons de confidentialité. De la même façon les données sont également stockées au lycée Anita Conti.

4.3: La mesure accélérométrique

4.3.1: Matériel et initialisation

Les accéléromètres que nous utilisons au cours de cette étude appartiennent au lycée Anita Conti. Ce sont des accéléromètres tri-axiaux Actigraph (modèle : wGT3X-BT, firmware : 1.9.2, ActiGraph, Pensacola, USA). Cet accéléromètre est une boite noire qui est programmée pour enregistrer les paramètres souhaités durant une période précise. La batterie peut durer sur une période allant jusqu'à 25 jours. Ce capteur présente donc l'avantage de ne nécessiter aucune manipulation par le sujet si ce n'est le mettre et l'enlever lorsqu'il se couche ou risque d'endommager l'appareil (immersion, contacts violents). Ce capteur est petit et léger ($46 \times 33 \times 15$ mm pour 19 g) et a été validé pour mesurer l'activité physique (Santos-Lozano et al., 2012a) et présente une haute reproductibilité (Santos-Lozano et al., 2012b).

La licence ActiLife (version : 6.13.4) a été utilisée pour programmer les accéléromètres, récupérer et appliquer les algorithmes traitant le signal brut.

Les accéléromètres étaient programmés pour démarrer le jour de la remise (J0) et s'arrêter huit jours plus tard (J7) à 23h59 et enregistrer le signal sur trois axes avec une fréquence

d'échantillonage d'une seconde. Nous avons choisi de faire porter les accéléromètre un jour avant le début de l'analyse des données (le jour de la remise de l'accéléromètre) pour que les élèves s'y habituent et que leur comportement avec l'accéléromètre se rapproche le plus possible de leur comportement réel (Mattocks et al., 2007) et ainsi éviter l'effet Hawthorne (Corder et al., 2008) : cet effet bien connu caractérise le fait que le comportement des individus s'améliore juste parce qu'ils savent qu'ils sont étudiés (Gillespie, 1991).

Nous avons ensuite utilisé un "log diary" dans le logiciel actilife pour enlever de l'analyse cette première période.

4.3.2: Prise en main et analyse des données

Afin de considérer un recueil de données comme valide et pouvoir l'analyser nous avons, au regard de la littérature choisi : au moins 8h de mesures pour un jour valide (Mikalsen et al., 2020) et au moins trois jours valides dans la semaine. Néanmoins, étant donné le contexte sanitaire de nombreux adolescents avaient des journées très courtes avec un réveil très tardif nous avons donc préféré raccourcir le nombre d'heures nécessaire par jour, tout en restant dans les recommandations de la littérature, mais prendre un jour de plus. Les données ne respectant pas ces critères ont été éliminées de l'analyse car elles ne sont pas suffisamment représentatives du comportement physique des élèves : l'accéléromètre n'a pas été assez porté.

Afin d'extraire le temps de non-port de l'analyse des données nous avons appliqué l'algorithme de Vanhelst et al. (2019). Cet algorithme classe comme période de non port une suite de 30 min de zéros consécutifs.

En ce qui concerne l'algorithme de classification nous avons utilisé celui proposé par Romanzini et al. (2012) qui est validé sur des adolescents Brésiliens avec l'utilisation d'un epoch de 15 secondes. Nous avons donc rééchantillonné notre fichier de données initialement sur une seconde pour que les intervalles de temps correspondent à 15 secondes. Les cuts points sont présentés en annexe 8. Au cours de l'analyse nous nous concentrerons sur le temps sédentaire et le temps passé dans une activité d'intensité modérée à vigoureuse.

4.3.3: Les carnets de reports

Afin d'avoir davantage d'informations sur la population chaque élève devait remplir un carnet de report (cf. annexe 1). Le carnet contient deux pages explicatives sur comment et quand mettre l'accéléromètre si jamais ils oublient les informations données le jour de remise des capteurs (cf. annexe 2). L'élève renseigne ses données anthropométriques (poids, taille), son sexe, son age ainsi que ses habitudes d'activité physique (cf. annexe 3). Dans ce carnet l'élève note quand il enlève les capteur et explique pourquoi (douche, sports de contact, ...). Enfin chaque jour d'école il renseigne le temps et le mode de transport aller/retour et la présence ou non d'EPS et de sport à l'école (cf. annexe 4). Ces carnets imprimés et distribués par les enseignants d'EPS ont été ensuite recodés pour permettre une analyse statistique.

Le cas des modes de transport

Dans le carnet les élèves avaient une liste de modes de transport qu'ils pouvaient cocher pour le trajet aller comme pour le trajet retour de l'établissement. De nombreuses définitions des modes de transport existent au sein de la littérature si bien que González et al. (2020) pointent le besoin de standardiser ces définitions pour pouvoir réaliser des comparaisons ayant du sens. Nous avons dans un premier temps déterminé pour chaque élève le nombre d'utilisation de chaque mode de transport et nous avons ensuite déterminé le mode de transport majoritaire. Si ce mode de transport était les pieds ou le vélo nous avons classé l'élève dans la catégorie "actif", si le mode de transport majoritaire était le bus nous avons classé l'élève dans la catégorie "semi-actif" et si le mode de transport majoritaire était la voiture nous avons classé l'élève dans la catégorie "inactif".

4.4: Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée via le logiciel R et l'interface RStudio (version 1.3.959). Les tests statistiques réalisés sont des tests t de student, des tests de Chi2, des tests ANOVA et des tests de Kruskall-Wallis.

En ce qui concerne les tests de student nous avons, grâce au théorème central limite (TCL), inféré la nomalité de notre distribution. En effet ce théorème pose le fait que si le nombre de données est important, au moins 50, la loi de la somme converge vers la loi normale. Ce théorème nous permet donc d'appliquer des tests paramétriques sur notre échantillon. Nous avons également vérifié l'égalité des variances. En ce qui concerne l'activité d'intensité modérée à vigoureuse en fonction du sexe les variances ne sont pas égales (pour l'activité physique : F = 0.52, num df = 60, denom df = 64, p-value = 0.01 & pour la séedntarité : F = 1.9, num df = 60, denom df = 64, p-value = 0.01). Nous avons donc appliqué la correction de Welch avant d'appliquer le test t. A la suite de ce test nous réalisons un test de taille d'effet en calculant le d de Cohen. Le calcul de ce test nous permet d'avoir accès à la taille de la différence mise en évidence dans le test de student. On a pour d = 0,2 taille d'effet minime, pour d = 0,4 taille d'effet moyenne et pour d = 0,8 grande taille d'effet (Cohen, 1988).

Dans le cas où dans le test nous renvoie des valeurs proches du seuil de significativité (par exemple p = 0,06) nous réalisons un test de puissance. La puissance d'un test est la probabilité de détecter un effet sachant que cet effet existe. Il est égal à 1 - β où β représente l'erreur de deuxième espèce c'est-à-dire accepter l'hypothèse nulle à tort. On considère que la puissance d'un test est correcte si elle est supérieure à 0,80.

En ce qui concerne l'IMC nous avons une variable quantitative que l'on souhaite comparer entre quatre clusters (variable qualitative) (cf. ci-dessous, analyse par clustering). Nous souhaitons donc réaliser une ANOVA à un facteur. Nous devons donc vérifier la normalité des données et nous avons moins de 50 individus par groupe ce qui nous empêche d'appliquer le TCL. Pour ce faire nous analysons les résidus du modèle ANOVA à l'aide d'un QQplot et d'un test Shapiro-Wilk. Si les données représentées sur le QQPlot semblent suivre

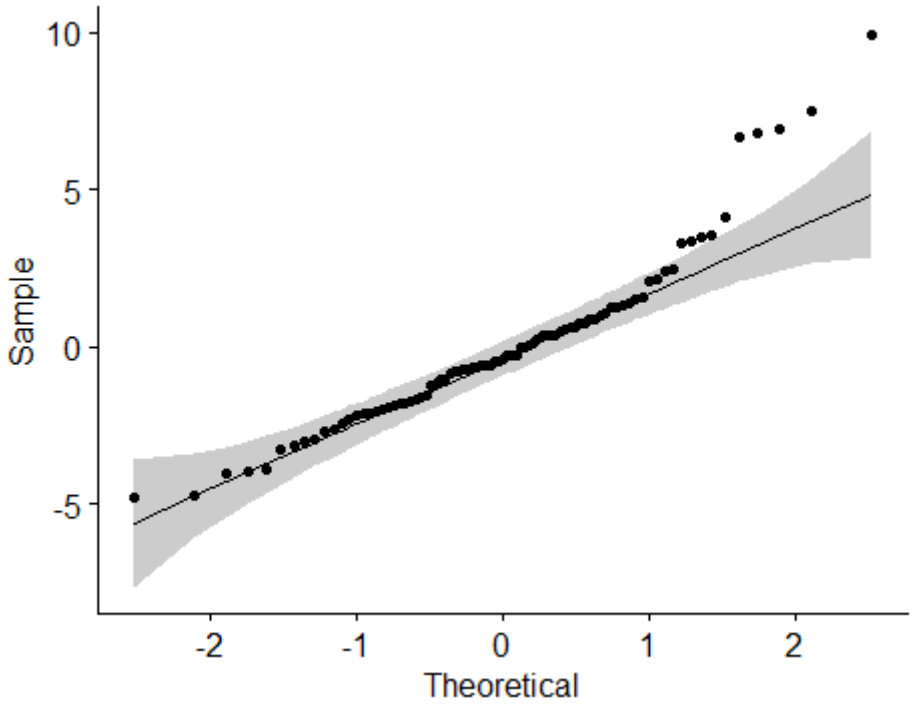


FIGURE 4.1 – QQPlot des résidus du modèle ANOVA IMC cluster

une loi normale car elles sont proches de la droite présente sur le graphique on observe toutefois qu'à partir d'une abscisse de 1 les valeurs s'en éloignent beaucoup (cf. figure 4.1). De plus le test Shapiro-Wilk nous renvoie une valeur de p<0,05 que ce soit pour les clusters basés sur les recommandations ou les clusters basés sur la médiane. [1]

Il ne nous est donc pas possible de réaliser une ANOVA. Nous avons donc réalisé un test de Kruskall-Wallis.

Nous réalisons la même analyse préliminaire pour croiser les variable MVPA (quantitative) et transport (qualitative, 3 modalités) (cf. ci-dessous analyse des modes de transport) et les variables sedentarité et transport. En ce qui concerne la comparaison avec l'activité à MVPA le test de Shapiro-Wilk nous renvoie une valeur de p<0,05 nous ne pouvons donc pas considérer les données comme normales et appliquons donc un test de Kruskall-Wallis. En revanche, pour la sédentarité le QQPlot est correct c'est-à-dire que les points semblent correspondre à la droite tracée sur le graphique (cf. figure 4.2). De surcroît le test statistique réalisé sur les résidus ne nous permet pas de rejeter l'hypothèse nulle H0 : "les données sont distribuées selon une loi normale" (statistic : 0.987 & p : 0.3168). Nous considérons donc les données comme normales ce qui nous permet d'utiliser une ANOVA.

4.4.1: Analyse par clustering

Plusieurs méthodes existent pour déterminer les clusters. Dans un premier temps, à l'instar de Faria et al. (2020), il s'agit de déterminer les clusters à partir des recommandations. La limite des recommandations (par exemple le 60mn par jour dans une intensité

1. Bien qu'il ait été à l'origine construit pour des populations de moins de 50 individus (Shapiro and Wilk, 1965) les travaux de Shapiro and Francia (1972), de Royston (1982) et de Rahman and Govindarajulu (1997) permettent d'appliquer ce test sur des populations allant jusqu'à 5000 individus.

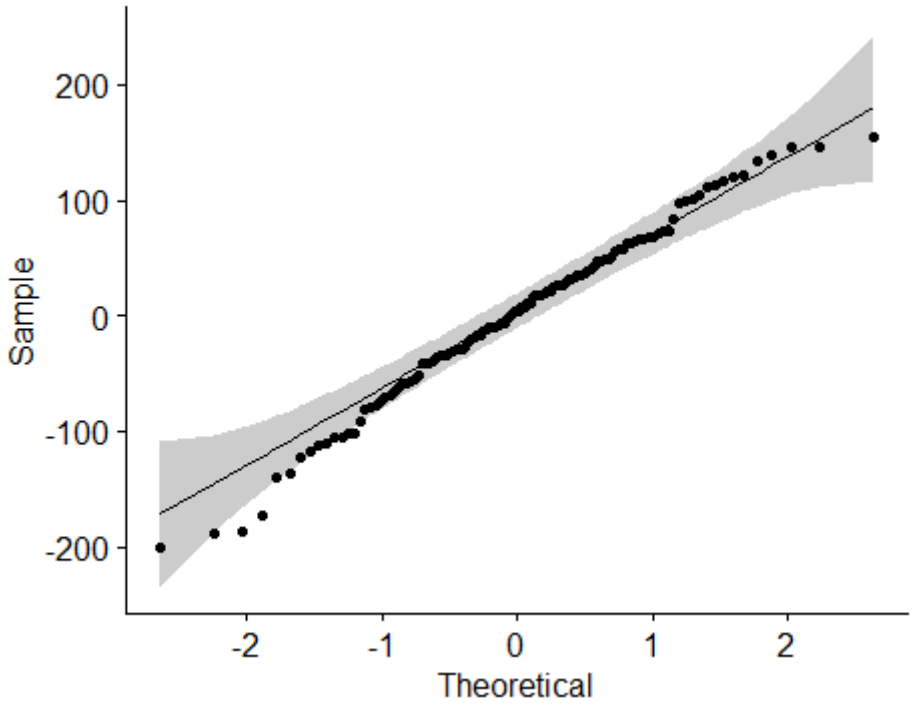


FIGURE 4.2 – QQPlot des résidus du modèle ANOVA sedentarite transport

modérée à vigoureuse) permet de créer deux groupes. Un qui est en conformité et l'autre qui est en dessous. L'avantage de cette analyse est qu'elle permet d'avoir des critères de comparaison dans les études au niveau international.

L'autre méthode consiste à utiliser les médianes pour déterminer les clusters. L'avantage de cette méthode est d'avoir des groupes équivalents pour l'analyse ce qui permet d'avoir une puissance supérieure lors de l'application des tests.

Hartz et al. (2018) calculent un score z pour chaque individus et ensuite classifient dans un groupe tous les individus négatifs (en-dessous de la moyenne) et dans un autre groupe tous les individus positifs (au-dessus de la moyenne). Cette méthode se rapproche de la méthode des médianes puisqu'elle propose des seuils de détermination des clusters qui varient en fonction de la population étudiée (moyenne et score z) mais ne garantit pas la présence du même nombre d'individus au sein de chaque cluster.

Dans le cadre de notre analyse nous avons déterminé les cluster à partir de deux méthodes : celle des recommandations et celle de la médiane. En ce qui concerne les recommandations nous avons choisi pour l'activité physique les 60 min par jour passées dans une intensité modérée à vigoureuse (WHO, 2020), en ce qui concerne la sédentarité nous avons fixé comme seuil délétère 7 heures de sédentarité à l'instar de ce que proposent les report card de l'ONAPS (2018, 2020).

Chapitre 5: Résultats

5.1: Population

Parmi les 168 élèves 137 ont accepté de porter l'accéléromètre. Ceux qui ne prennent pas le moniteur d'activité évoquent des raisons pratiques : peur de le perdre ou de l'abimer et de devoir le rembourser mais aussi quelquefois des raisons davantage idéologiques telles que la peur d'être suivi (même si nous leur expliquons bien que le capteur ne mesure que des accélérations et qu'il faut une licence spéciale pour extraire les données) ou l'impression d'avoir déjà des informations sur leur comportement physique avec leurs propres outils connectés comme les montres intelligentes. Certains ne donnent aucune justification. Un épisode neigeux, assez inattendu en région Bretagne, nous a également empêché d'équiper toute une demi-classe. Nous avons aussi eu le cas d'une élève qui changeait d'établissement au cours de la semaine de mesure, nous ne l'avons donc pas équipée de capteur.

Parmi ceux qui ont porté l'accéléromètre 11 ne correspondent pas aux critères minimaux pour l'analyse des données et ont donc été exclus ce qui porte le nombre final de sujets inclus dans l'analyse des données à 126 (61 filles, 65 garçons) (poids : 55,2 ± 13,6 kg, taille : 168,4 ± 8,6 cm, age : 15,1 ± 0,5, IMC : 20 ± 2.7). 4 élèves sont en insuffisance pondérale et 5 en surpoids (cf. figure 5.1).

123 élèves ont rendu leur carnet de report. Parmi eux les plus nombreux sont ceux utilisant majortairement des modes de transport semi-actif comme le bus (60 élèves soit 48%) puis viennent ceux qui utilisent le plus la voiture, mode de transport inactif par excellence (35 élèves soit 28%) et enfin ceux qui utilisent majoritairement des modes actifs de transport (31 élèves soit 24%).

5.2: Précautions liées au contexte sanitaire

Le recueil des données a été effectué entre le 18 janvier et le 31 mars 2021. Cette période en France comme dans le reste du monde est marquée par l'épidémie du COVID-19 qui modifie nos modes de vie de façon importante.

Ainsi sur la période de recueil un couvre feu à 18h était en vigueur, de nombreux établissements privés (clubs, salles de sport, salles de spectacle, ...) comme publics (certaines bibliothèques par exemple) étaient fermés et à partir de la semaine du 25 janvier au lycée Anita Conti de Bruz les élèves avaient cours un jour sur deux en présentiel, le reste du temps ils étaient chez eux.

48 élèves sur les 123 (soit 39%) qui ont rendu leur carnet de report expliquent que la situation sanitaire a causé une diminution de leurs pratiques physiques. Néanmoins cette question n'a pas été systématisée dès le début des expérimentation. Il n'y avait pas de question "effet covid" mais juste une partie "remarques/précisions éventuelles" (cf. annexe 3). Ce chiffre de 48 élèves reste donc une approximation du nombre d'élèves dont les activités physiques ont été perturbées.

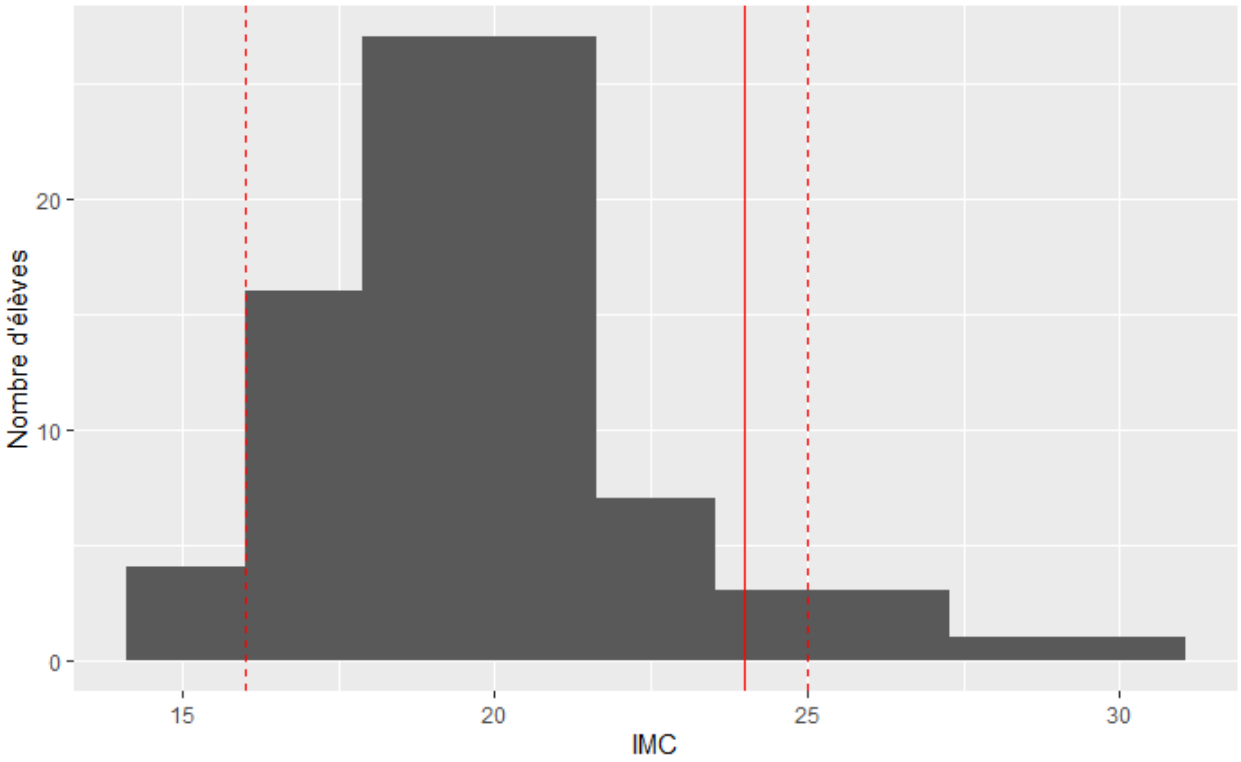


FIGURE 5.1 – Répartition de l'IMC au sein de l'échantillon
Légende : En traits pointillés les limites de l'insuffisance pondérale et du surpoids françaises (Rolland-Cachera et al., 1991) et en trait plein la limite internationale pour le surpoids (Cole et al., 2000).

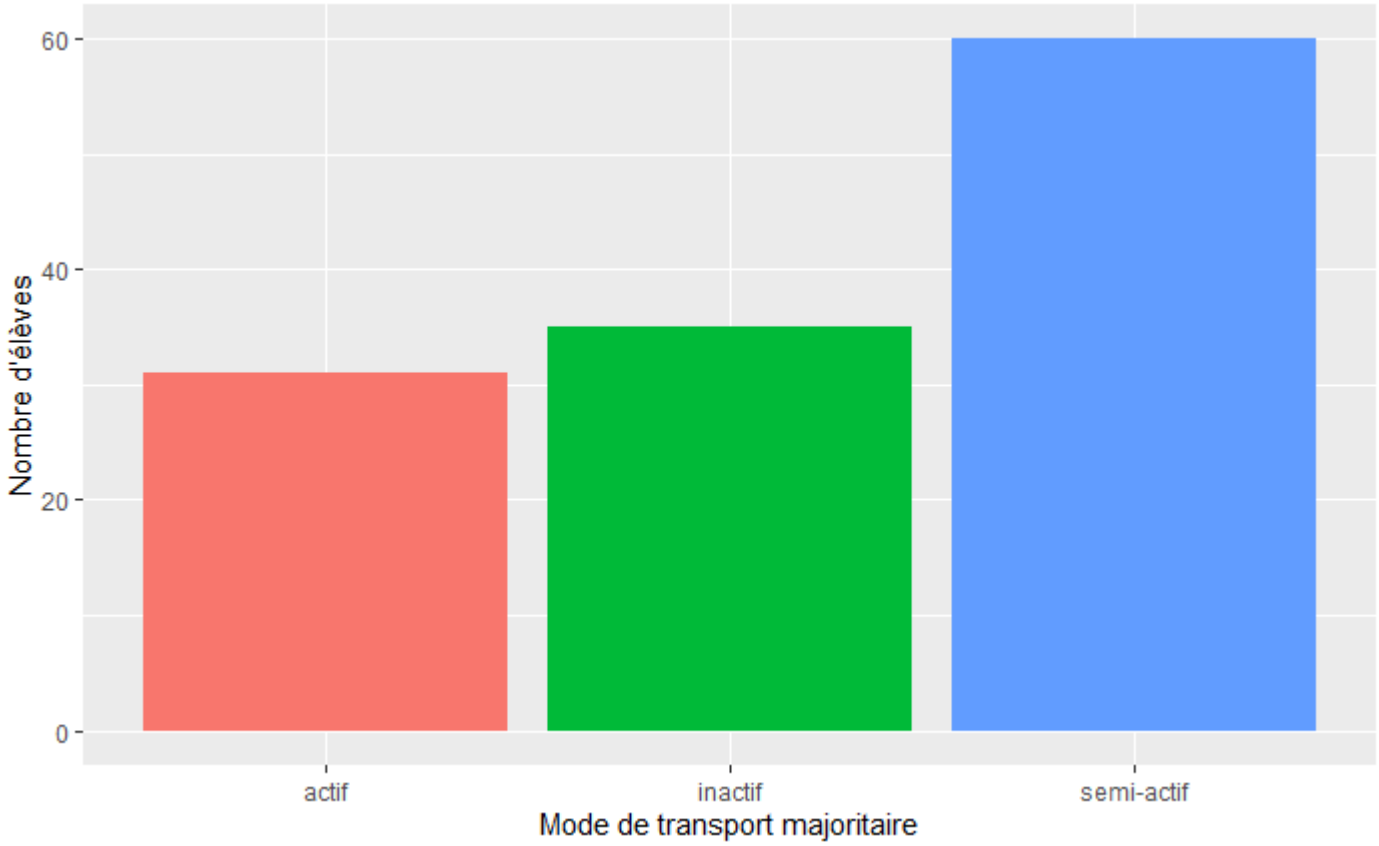


FIGURE 5.2 – Répartition des modes de transports majoritaires utilisés par les élèves

5.3: Comportement physique

Au niveau de l'établissement nous observons chez les élèves une moyenne, sur une semaine, de 629 ± 82,2 minutes par jour passées dans un état de sédentarité soit presque 10h30 et seulement 45,5 ± 19,9 mn par jour passées à MVPA.

23% des élèves atteignent les recommandations en matière d'activité physique (cf. figure 5.3) et moins de 1% en ce qui concerne la sédentarité (cf. figure 5.4).

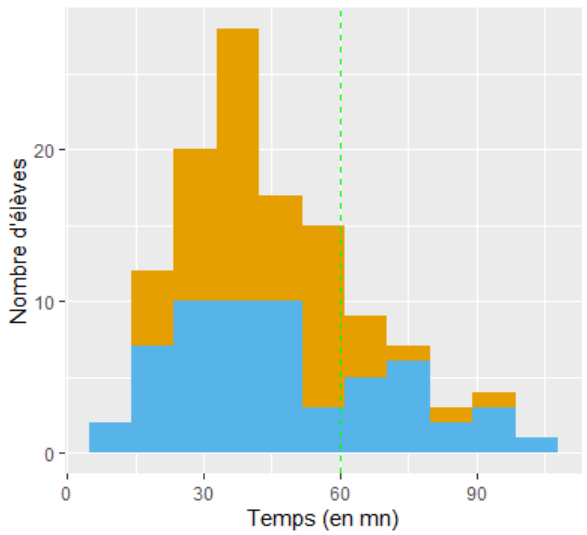


FIGURE 5.3 – Temps moyen journalier passé à MVPA
Légende : en pointillés verts les 60 mn préconisées par les recommandations.

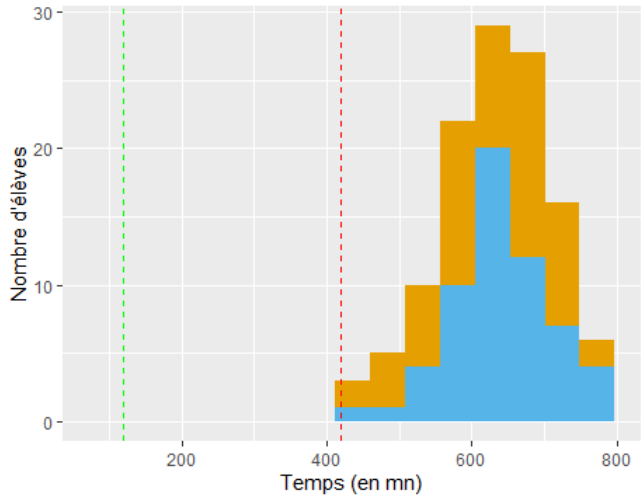


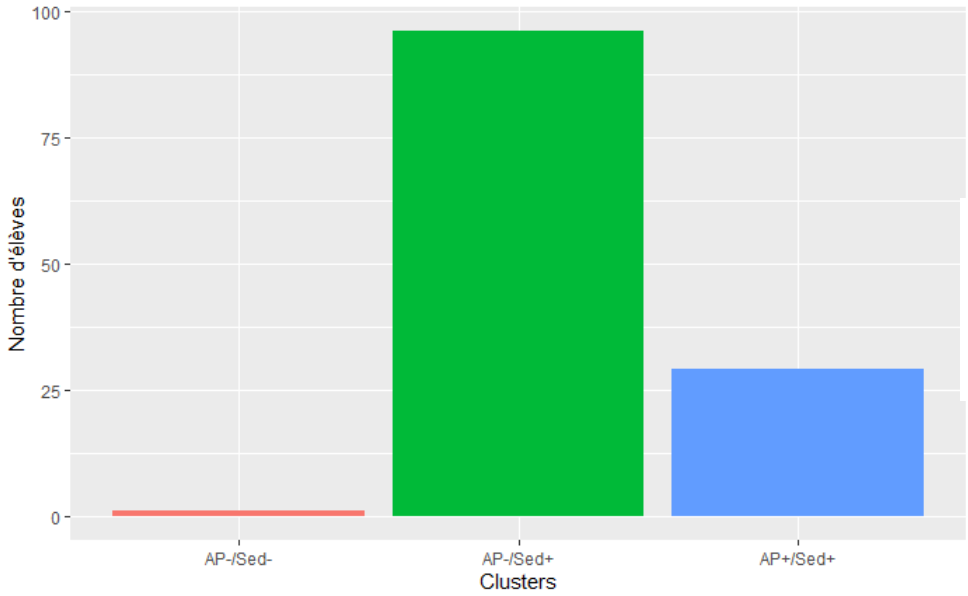
FIGURE 5.4 – Temps moyen journalier passé dans un état de sédentarité
Légende : en pointillés verts les 2h de sédentarité et en pointillés rouges les 7h de sédentarités mentionnés des les report card ONAPS (2018, 2020).

Que ce soit au niveau de la sédentarité comme au niveau de l'activité physique d'intensité modérée à vigoureuse nous n'observons pas de différence significatives en ce qui concerne les filles (Activité physique : moyenne : 43,15 ± 16,35, Sédentarité : 618,6 ± 94,34) et les garçons (Activité physique : moyenne : 47,63 ± 22, sédentarité : 638,7± 68,29) (t = -1.3, df = 116, p-value = 0.2 (activité physique) et t = -1.4, df = 109, p-value = 0.2 (sédentarité)).

Nous n'observons aucune relation significative entre le mode de transport majoritaire et le temps passé dans une intensité modérée à vigoureuse (statistic : 3.567 df : 2 p : 0.168) ou encore le temps passé dans un état sédentaire (DFn : 2, DFd : 115, F : 1.968, p : 0.144 & ges : 0.033).

L'analyse par clusters sur la base des recommandations est présentée sur la figure 5.5.

Nous remarquons bien que le plus grand nombre d'élèves se situe dans le cluster AP-/Sed+ (96 élèves soit 76,2%) puis vient le cluster AP+/Sed+ (29 élèves soit 30,2%) et le cluster AP-/Sed- (une élève soit 0,8%). Aucun élève n'appartient au cluster AP+/Sed-. Il semble que les filles soient plus nombreuses dans le cluster AP-/Sed+ et les garçons dans le cluster AP+/Sed+. Néanmoins l'application d'un test Chi2 d'indépendance, réalisé sur les effectifs de ces deux clusters, ne nous permet pas de trancher sur une différence significativement importante même si la valeur de la p-value se rapproche du seuil de significativité



	F	M
AP-/Sed-	1	0
AP-/Sed+	51	45
AP+/Sed+	9	20

FIGURE 5.5 – Répartition des différents clusters au sein de notre échantillon et table de contingence de la répartition filles/garçons
Les clusters ici représentés sont les clusters basés sur les recommandations.
NB1 : F = fille, M = Garçons
NB2 : Le cluster AP+/Sed- n'est pas représenté sur le graphique car il ne contient aucun élève.

(X-squared = 3.5, df = 1, p-value = 0.06). Lors de la réalisation du test de puissance nous obtenons une puissance de 0,47 ce qui est faible. Il y a donc de grandes chances que même si un effet était présent nous ne puissions pas le détecter.

Lorsque nous réalisons notre analyse basée sur les médianes nous obtenons la table de contingence présentée en figure 5.6 :

	F	M
AP-/SED-	20	10
AP-/SED+	13	20
AP+/SED-	12	21
AP+/SED+	16	14

FIGURE 5.6 – Répartition garçons filles au sein des "clusters médiane"

Des différences entre garçons et filles semblent exister : les filles semblent être plus nombreuses dans le cluster AP-/SED- et les garçons dans le cluster AP+/SED- mais un test Chi2 d'indépendance ne nous permet pas de trancher sur une différence significativement au sein de nos quatre clusters même si encore une fois la p-value est très proche du seuil de significativité (X-squared = 7.2864, df = 3, p-value = 0.06). De la même façon nous avons déterminé la puissance du test et nous obtenons une puissance de 0,60 ce qui est encore faible : le risque de deuxième espèce est encore trop important.

Nous n'observons pas de répartition d'IMC différente en fonction des clusters que ce

	actif	inactif	semi-actif
AP-/Sed+	14	37	40
AP+/Sed+	3	8	16

	actif	inactif	semi-actif
AP-/SED-	4	10	14
AP-/SED+	5	17	9
AP+/SED-	5	8	18
AP+/SED+	3	10	15

FIGURE 5.7 – Tables de contingence de la répartition des différentes habitudes de transport en fonction du cluster d'appartenance.

En haut les clusters basés sur les recommandations.
En bas les clusters construits avec les médiane.

soient les clusters déterminés avec les recommandations (statistic : 0.45, df : 1, p : 0.5) ou les clusters déterminés avec les médianes (statistic : 1,6, df : 3, p : 1 p : 0.6).

Avec le même type d'analyse mais cette fois en croisant cluster et mode de transport (actif, semi-actif, inactif) (cf. figure 5.7) nous n'obtenons aucun résultat significatif quant à la distribution des effectifs (pour les clusters basés sur les médianes : X-squared = 7.2, df = 6, p-value = 0.3, pour les clusters basés sur les recommandations : X-squared = 2, df = 2, p-value = 0.4).

Lorsque nous analysons jour par jour l'activité physique des élèves et que nous la mettons en relation avec la présence ou non d'un cours d'EPS dans la journée nous remarquons que lorsque les élèves ont EPS leur activité physique journalière est statistiquement plus élevée et leur permet en moyenne d'atteindre et même de dépasser les recommandations en matière d'activité physique. En effet, les jours où les élèves ont EPS ils passent en moyenne 84,4 ± 33,5 mn à MVPA ce chiffre tombe à 47,6 ± 28,5 mn les jours où les élèves ont cours mais pas EPS et à 41,6 ± 30,2 mn si l'on ne distingue pas journées de cours/journées à la maison. Au niveau statistique on a respectivement : t = -8.7894, df = 325, p-value < 2.2e-16 & d = 1,2 (jours de cours) et t = -10.455, df = 695, p-value < 2.2e-16, d = 1,4 (tous jours confondus).

Nous observons également que le cours d'EPS vient casser la sédentarité propre au temps scolaire. En effet les élèves présentent des niveaux de sédentarité moins importants lors des jours de cours où ils ont EPS (les jours de cours sans EPS : 708.1 ± 106 mn, les jours avec EPS : 665.3 ± 115mn)(t = 2.7985, df = 325, p-value = 0.00544, d = 0,4). Cette différence ne se retrouve pas lorsque l'on compare les jours où les élèves ont EPS et les autres jours de la semaine (642.3 ± 124,4 mn) (t = -1.3847, df = 695, p-value = 0.1666).

Chapitre 6: Discussion

Nos résultats en matière d'activité physique (45,5±19,9 mn par jour passées à MVPA ; 23% des élèves atteignant les recommandations) et de sédentarité (629±82,2 minutes par jour passées dans un état de sédentarité ; 0,8% des élèves ne dépassant pas les 7h) correspondent bien à ceux observés autour du monde en cette période troublée qui impacte évidemment le comportement des élèves.

Ce contexte affecte les résultats de ce mémoire, complique l'étude de certaines relations en limitant le nombre de données (par exemple moins de jours en présentiel à l'école donc moins de trajets) et limite les possibilités de comparaison avec la littérature. En effet, bien que de nombreuses études sortent à présent sur le comportement physique en contexte de restrictions sanitaires la littérature reste encore peu fournie sur un public européen adolescent.

Nous faisons donc notre possible au sein de cette discussion pour mobiliser des articles traitant de la période "COVID".

Ainsi au Canada seuls et 0.6% des adolescents (0.8% des filles et 0.5% des garçons) ont atteint les recommandations de bonne hygiène de vie (recommandations sur 24h) (Moore et al., 2020). De la même façon Gilic et al. (2020) en Bosnie-Herzégovine rapportent que si 51% de leur échantillon atteignaient les recommandations en matière d'AP en janvier 2020 seuls 24% les atteignent durant le confinement qui a aussi touché le pays ce qui correspond aux valeurs que nous relevons chez nos lycéens.

Il n'est pas surprenant que les niveaux d'activité physique des élèves soient très bas et leurs niveaux de sédentarité très hauts. En effet, le couvre feu à 18h et les établissements privés comme les structures associatives fermés limite drastiquement les créneaux d'activité physique encadrée et la mobilité après 18h. De la même façon aller à l'école un jour sur deux limite les trajets réalisés quotidiennement et donc augmente la sédentarité.

De nombreuses études pointaient avant le confinement la nécessité de différencier les analyses entre garçons et filles à partir de 11 ans (ONAPS, 2018, 2020). Néanmoins nous ne retrouvons pas ces différences que ce soit en matière d'activité physique sur notre échantillon ou en matière de répartition des élèves au sein de nos différents clusters. Cela peut sans doute s'expliquer par le fait que les garçons ont davantage diminué leurs niveaux d'activité physique que les filles à l'instar de ce que soulignent Elnaggar et al. (2020) en Egypte.

Dans le cadre de ce mémoire, nous ne relevons pas d'impact de la mobilité que ce soit au niveau de la quantité d'activité physique ou de sédentarité ou encore au sujet de l'appartenance à un cluster. En ce sens nos résultats rentrent en contradiction avec ce que nous avons pu constater au sein de la littérature. En effet Larouche et al. (2014) au Canada, dans un contexte hors COVID, mettent en évidence qu'un temps plus important de vélo ou de marche est associé à des niveaux de MVPA supérieurs. Ces résultats sont aussi valables pour des faibles quantités d'activité physique. En effet, comparativement aux adolescents qui déclarent ne pas faire de vélo, ceux qui en font seulement une heure accumulent plus d'activité

physique légère et ont un IMC inférieur. Ces différences peuvent être dues au contexte sanitaire qui limite les trajets et par conséquent nous permet de moins bien saisir modes de transport préférentiels des adolescents. De surcroît nos données proviennent de 126 élèves ce qui est important mais au final reste assez faible pour dégager des tendances en termes d'habitudes de vie.

En ce qui concerne la répartition des IMC au sein des élèves on observe une répartiton correspondant aux moyennes nationales (20 ± 2.7) avec très peu d'élèves en situation d'insuffisance pondérale, de surpoids ou d'obésité. Contrairement à Hartz et al. (2018) nous ne retrouvons pas de variations significatives en termes d'IMC au sein de nos clusters.

Notre recueil de données a été réalisé sur un seul établissement : le lycée général et technologique Anita Conti. Les données sont donc localisées et cela peut expliquer une certaine homogénéité des comportements des élèves au sein de nos différents clusters et donc l'absence de significativité de toute cette partie de l'analyse. Il est possible qu'en étendant ces recueils à d'autres établissements d'autres tendances comportementales émergent.

Nous tenons également à rappeler le rôle joué par les enseignants d'EPS dans le domaine du comportement physique. Les jours où les élèves ont EPS les élèves ont des niveaux d'activité physique statistiquement supérieurs aux jours où les élèves n'ont pas EPS. De surcroît les jours de cours où les élèves ont EPS, ces derniers sont statistiquement moins sédentaires que les autres jours de cours. De surcroît la taille d'effet de ces résultats est très importante pour l'activité physique (d = 1,2 (jours de cours) & 1,4 (tous jours confondus) et moyenne pour la sédentarité (d = 0,4). Ces résultats constituent un point fort du système scolaire français et de l'éducation physique scolaire reconnu au niveau international (Coppinger et al., 2020). Nous souhaitons en effet rappeler que la France sur ce point obtient la lettre B et fait partie des bons élèves. Cette force, construite notamment par la présence d'enseignants spécialisés (Tremblay et al., 2016), de créneaux obligatoires pour tous à hauteur de 2h/semaine au niveau lycée et de créneaux d'AS (Association Sportives) ouverts à tous à des prix faibles (moins de 20 euros l'année) doit donc être préservée et constituer un point fort de la sensibilisation des élèves aux questions sanitaires et à la création d'habitus santé chez tous. Objectif qui est rappelons-le très présents dans les derniers programmes de lycée. En effet ces derniers dès le préambule écrivent *Au regard des enjeux de société, l'EPS contribue à développer une culture de l'activité physique régulière et durable, levier indispensable de l'amélioration de la santé publiqueparticulièrement important, compte tenu du niveau de sédentarité des jeunes qui décrochent de toute pratique physique.*, présentent dans la finalité de l'EPS la volonté de former un citoyen *capable de faire des choix éclairés pour s'engager de façon régulière et autonome dans un mode de vie actif* et présentent dans les objectifs celui de permettre à l'élève *de pratiquer une activité physique raisonnée et régulière tout au long de la vie* notamment en mobilisant son plaisir.

Limites

L'analyse porte sur un public particulier : les secondes du lycée Anita Conti de Bruz. Ce lycée est un lycée général et technologique. Les conclusions que nous mettons en avant proviennent donc de données localisées et il convient par conséquent d'être vigilant lors de tentatives de généralisation.

Pour des raisons de mise en place rapide des expérimentations cette année les données anthropométriques (poids et taille), n'ont pas été mesurées mais simplement demandées aux élèves. Des biais peuvent donc être présents dans les données que nous avons récoltées surtout à l'adolescence où la question du corps est centrale chez les élèves.

L'analyse statistique que nous avons menée en distinguant chaque élément du comportement physique est une analyse qui dans la littérature récente cède progressivement le pas sur une analyse mettant davantage en relation les variables (Migueles et al., 2021).

En effet, le comportemnt physique gagne à être envisagé comme un système de 24 heures comprenant le sommeil, la sédentarité, l'activité physique légère et l'activité physique à MVPA. La modification d'une des variable impacte donc nécessairement les autres. C'est en ce sens que se développent des analyses de type CODA (COmpositional Data Analysis) où l'analyse se porte sur la composition des 24h et moins sur la quantité d'une variable en particulier (Chastin et al., 2015).

Perspectives en recherche Les perspectives à la suite de ce mémoire seront de suivre les élèves de façon longitudinale afin de voir si les effets du COVID sur le comportement physique se résorbent une fois les mesures restrictives levées.

Il serait également intéressant de comparer les données issues de différents lycées de l'académie de Rennes et notamment des lycées professionnels afin de voir si des différences de comportement existent.

Un projet de thèse a été déposé afin de pouvoir mettre en place un suivi longitudinal du comportemnt et de la condition physique des adolescents sur leur cursus au lycée.

Chapitre 7: Conclusion

Ainsi nous avons pu mettre en évidence des niveaux d'activité physiques très bas et des niveaux de sédentarité très élevés au sein des élèves de seconde. Ces constats, surement aggavés par les retrictions sanitaires, sont alarmants mais ne sont pas surprenants à l'instar de ce qu'explique le report card de l'ONAPS (2020). En effet, déjà avant le confinement de nombreux élèves ne respectaient pas les recommandations en matière d'activité physique et de sédentarité.

Les mesures liées au confinement sont venues logiquement aggraver ces constats en limitant les interactions sociales et les possibilités de déplacements. Au niveau psychologique il est envisageable que ces restrictions aient limité la satisfaction de deux des trois besoins fondamentaux évoqués par Deci and Ryan (2004). En effet, en limitant les interactions les restrictions limitent la satisfaction du besoin de proximité sociale très important pour les élèves notamment à l'adolescence où ils cherchent progressivement à se détacher de leurs repères parentaux pour se rapprocher de leurs groupes de pairs (Lafont, 2011). C'est également le cas des mesures limitant les déplacement qui peuvent atteindre le sentiment d'autonomie et limiter la motivation des élèves.

Les cours d'EPS permettent au moins un jour par semaine de proposer à tous les élèves et de façon obligatoire une activité physique. Nous avons vu que ces jours là la plupart des élèves atteignent voire dépassent les recommandations (moyenne de 84 minuntes). Néanmoins l'EPS n'a pas pour seule implication de faire pratiquer les élèves mais vise, en tant que discipline du socle la formation d'un citoyen et notamment d'un citoyen capable de gérer sa vie physique. L'appui sur l'EPS nous paraît donc particulièrement intéressant pour construire des habitus de vie sains chez les élèves.

Bibliographie

Aittasalo, M., Vähä-Ypyä, H., Vasankari, T., Husu, P., Jussila, A.-M., and Sievänen, H. (2015). Mean amplitude deviation calculated from raw acceleration data : a novel method for classifying the intensity of adolescents' physical activity irrespective of accelerometer brand. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 7(1).

Ajzen, I. et al. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2) :179–211.

Ammar, A., Brach, M., Trabelsi, K., Chtourou, H., Boukhris, O., Masmoudi, L., Bouaziz, B., Bentlage, E., How, D., Ahmed, M., Müller, P., Müller, N., Aloui, A., Hammouda, O., Paineiras-Domingos, L. L., Braakman-Jansen, A., Wrede, C., Bastoni, S., Pernambuco, C. S., Mataruna, L., Taheri, M., Irandoust, K., Khacharem, A., Bragazzi, N. L., Chamari, K., Glenn, J. M., Bott, N. T., Gargouri, F., Chaari, L., Batatia, H., Ali, G. M., Abdelkarim, O., Jarraya, M., Abed, K. E., Souissi, N., Van Gemert-Pijnen, L., Riemann, B. L., Riemann, L., Moalla, W., Gómez-Raja, J., Epstein, M., Sanderman, R., Schulz, S. V., Jerg, A., Al-Horani, R., Mansi, T., Jmail, M., Barbosa, F., Ferreira-Santos, F., Šimunič, B., Pišot, R., Gaggioli, A., Bailey, S. J., Steinacker, J. M., Driss, T., and Hoekelmann, A. (2020). Effects of covid-19 home confinement on eating behaviour and physical activity : Results of the eclb-covid19 international online survey. *Nutrients*, 12.

Andersen, L. B., Harro, M., Sardinha, L. B., Froberg, K., Ekelund, U., Brage, S., and Anderssen, S. A. (2006). Physical activity and clustered cardiovascular risk in children : a cross-sectional study (the european youth heart study). *The Lancet*, 368(9532) :299–304.

ANSES (2017). Etude individuelle nationale des consommations alimentaires 3.

Armstrong, N., Tomkinson, G., and Ekelund, U. (2011). Aerobic fitness and its relationship to sport, exercise training and habitual physical activity during youth. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11) :849–858.

Aubert, S., Aucouturier, J., Vanhelst, J., Fillon, A., Genin, P., Ganière, C., Praznoczy, C., Larras, B., Schipman, J., Duclos, M., and Thivel, D. (2020). France's 2018 report card on physical activity for children and youth : Results and international comparisons. *Journal of Physical Activity and Health*, 17(3) :270–277.

Barreira, T. V., Redmond, J. G., Brutsaert, T. D., Schuna, J. M., Mire, E. F., Katzmarzyk, P. T., and Tudor-Locke, C. (2018). Can an automated sleep detection algorithm for waist-worn accelerometry replace sleep logs? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(10) :1027–1032.

Barreira, T. V., Schuna, J. M., Mire, E. F., Katzmaezyk, P. T., Chaput, J.-P., Leduc, G., and Tudor-Locke, C. (2015). Identifying children's nocturnal sleep using 24-h waist accelerometry. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(5) :937–943.

Basterfield, L., Adamson, A. J., Frary, J. K., Parkinson, K. N., Pearce, M. S., Reilly, J. J., and Team, G. M. S. C. (2011). Longitudinal study of physical activity and sedentary behavior in children. *Pediatrics*, 127 :e24–e30.

Beasley, R., Heuser, P., and Raymond, N. (2005). Sit (seated immobility thromboembolism) syndrome : a 21st century lifestyle hazard. *The New Zealand medical journal*, 118 :U1376.

Berenson, G. S., Srinivasan, S. R., Bao, W., Newman, W. P., Tracy, R. E., and Wattigney, W. A. (1998). Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. *New England Journal of Medicine*, 338(23) :1650–1656.

Bey, L. and Hamilton, M. T. (2003). Suppression of skeletal muscle lipoprotein lipase activity during physical inactivity : a molecular reason to maintain daily low-intensity activity. *The Journal of physiology*, 551 :673–682.

Booth, V. M., Rowlands, A. V., and Dollman, J. (2015). Physical activity temporal trends among children and adolescents. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(4) :418–425.

Bosquet, L. (2020). Sédentarité : des paroles aux actes. *Revue EP.S n°387*.

Brand, R. and Ekkekakis, P. (2017). Affective–reflective theory of physical inactivity and exercise. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 48(1) :48–58.

Buck, C., Eiben, G., Lauria, F., Konstabel, K., Page, A., Ahrens, W., Pigeot, I., IDEFICS, and the I.Family consortia (2019). Urban moveability and physical activity in children : longitudinal results from the idefics and i.family cohort. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 16 :128.

Cain, K. L., Bonilla, E., Conway, T. L., Schipperijn, J., Geremia, C. M., Mignano, A., Kerr, J., and Sallis, J. F. (2018). Defining accelerometer nonwear time to maximize detection of sedentary time in youth. *Pediatric Exercise Science*, 30(2) :288–295.

Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Gray, C. E., Poitras, V. J., Chaput, J.-P., Saunders, T. J., Katzmarzyk, P. T., Okely, A. D., Connor Gorber, S., Kho, M. E., Sampson, M., Lee, H., and Tremblay, M. S. (2016). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth : an update. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 41 :S240–S265.

Chandler, J. L., Brazendale, K., Beets, M. W., and Mealing, B. A. (2015). Classification of physical activity intensities using a wrist-worn accelerometer in 8-12-year-old children. *Pediatric Obesity*, 11(2) :120–127.

Chastin, S. F. M., Palarea-Albaladejo, J., Dontje, M. L., and Skelton, D. A. (2015). Combined effects of time spent in physical activity, sedentary behaviors and sleep on obesity and cardio-metabolic health markers : A novel compositional data analysis approach. *PloS one*, 10 :e0139984.

Chau, J. Y., Grunseit, A. C., Chey, T., Stamatakis, E., Brown, W. J., Matthews, C. E., Bauman, A. E., and van der Ploeg, H. P. (2013). Daily sitting time and all-cause mortality : A meta-analysis. *PLoS ONE*, 8(11) :e80000.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Taylor & Francis Ltd.

Cole, R. J., Kripke, D. F., Gruen, W., Mullaney, D. J., and Gillin, J. C. (1992). Automatic sleep/wake identification from wrist activity. *Sleep*, 15(5) :461–469.

Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., and Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide : international survey. *BMJ (Clinical research ed.)*, 320 :1240–1243. TJ : BMJ : BRITISH MEDICAL ASSOCIATION.

Coppinger, T., Milton, K., Murtagh, E., Harrington, D., Johansen, D., Seghers, J., Skovgaard, T., Group, H. E. C. . Y. W., and Chalkley, A. (2020). Global matrix 3.0 physical activity report card for children and youth : a comparison across europe. *Public health*, 187 :150–156.

Corder, K., Ekelund, U., Steele, R. M., Wareham, N. J., and Brage, S. (2008). Assessment of physical activity in youth. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 105 :977–987.

Crouter, S. E., Flynn, J. I., and Bassett, D. R. (2015). Estimating physical activity in youth using a wrist accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(5) :944–951.

Crouter, S. E., Horton, M., and Bassett, D. R. (2012). Use of a two-regression model for estimating energy expenditure in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(6) :1177–1185.

CSEP (2016). Canadian 24-hour movement guidelines for children and youth : An integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep.

Deci, E. L. and Ryan, R. M. (2004). *Handbook of self-determination research*. University Rochester Press.

Dencker, M. and Andersen, L. B. (2011). Accelerometer-measured daily physical activity related to aerobic fitness in children and adolescents. *Journal of Sports Sciences*, 29(9) :887–895.

Dencker, M., Bugge, A., Hermansen, B., and Andersen, L. B. (2009). Objectively measured daily physical activity related to aerobic fitness in young children. *Journal of Sports Sciences*, 28(2) :139–145.

Ding, D., Lawson, K. D., Kolbe-Alexander, T. L., Finkelstein, E. A., Katzmarzyk, P. T., van Mechelen, W., and Pratt, M. (2016). The economic burden of physical inactivity : a global analysis of major non-communicable diseases. *The Lancet*, 388(10051) :1311–1324.

Dollman, J. (2005). Evidence for secular trends in children's physical activity behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 39(12) :892–897.

Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., and Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(6) :1197–1222.

Eisenmann, J. C., Wickel, E. E., Welk, G. J., and Blair, S. N. (2005). Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood : The aerobics center longitudinal study (ACLS). *American Heart Journal*, 149(1) :46–53.

Elnaggar, R. K., Alqahtani, B. A., Mahmoud, W. S., and Elfakharany, M. S. (2020). Physical activity in adolescents during the social distancing policies of the COVID-19 pandemic. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 32(8) :491–494.

ESEN (2017). Etude de santé sur l'environnemnet, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (esteban) 2014-2016. volet nutrition>. chapitre activité physique et sédentarité.

Faria, F. R. d., Neves Miranda, V. P., Howe, C. A., Sasaki, J. E., and Dos Santos Amorim, P. R. (2020). Behavioral classes related to physical activity and sedentary behavior on the evaluation of health and mental outcomes among brazilian adolescents. *PloS one*, 15 :e0234374.

Fühner, T., Kliegl, R., Arntz, F., Kriemler, S., and Granacher, U. (2020). An update on secular trends in physical fitness of children and adolescents from 1972 to 2015 : A systematic review. *Sports Medicine*.

García-Artero, E., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Mesa, J. L., Delgado, M., González-Gross, M., García-Fuentes, M., Vicente-Rodríguez, G., Gutiérrez, Á., and Castillo, M. J. (2007). El perfil lipídico-metabólico en los adolescentes está más influido por la condición física que por la actividad física (estudio AVENA). *Revista Española de Cardiología*, 60(6) :581–588.

Gilic, B., Ostojic, L., Corluka, M., Volaric, T., and Sekulic, D. (2020). Contextualizing parental/familial influence on physical activity in adolescents before and during COVID-19 pandemic : A prospective analysis. *Children*, 7(9) :125.

Gillespie, R. (1991). *Manufacturing knowledge : a history of the Hawthorne experiments*. Cambridge University Press, Cambridge England New York.

González, S. A., Aubert, S., Barnes, J. D., Larouche, R., and Tremblay, M. S. (2020). Profiles of active transportation among children and adolescents in the global matrix 3.0 initiative : A 49-country comparison. *International journal of environmental research and public health*, 17.

Gutin, B. and Owens, S. (2011). The influence of physical activity on cardiometabolic biomarkers in youths : A review. *Pediatric Exercise Science*, 23(2) :169–185.

Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., and Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels : surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, 380(9838) :247–257.

Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., and Zderic, T. W. (2004). Exercise physiology versus inactivity physiology : an essential concept for understanding lipoprotein lipase regulation. *Exercise and sport sciences reviews*, 32 :161–166.

Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., and Zderic, T. W. (2007). Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes*, 56(11) :2655–2667.

Hartz, J., Yingling, L., Ayers, C., Adu-Brimpong, J., Rivers, J., Ahuja, C., and Powell-Wiley, T. M. (2018). Clustering of health behaviors and cardiorespiratory fitness among u.s. adolescents. *The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine*, 62 :583–590.

Hildebrand, M., Hees, V. T. V., Hansen, B. H., and Ekelund, U. (2014). Age group comparability of raw accelerometer output from wrist- and hip-worn monitors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(9) :1816–1824.

Hjorth, M. F., Chaput, J.-P., Damsgaard, C. T., Dalskov, S.-M., Michaelsen, K. F., Tetens, I., and Sjödin, A. (2012). Measure of sleep and physical activity by a single accelerometer : Can a waist-worn actigraph adequately measure sleep in children ? *Sleep and Biological Rhythms*, 10(4) :328–335.

Hnatiuk, J. A., Lamb, K. E., Ridgers, N. D., Salmon, J., and Hesketh, K. D. (2019). Changes in volume and bouts of physical activity and sedentary time across early childhood : a longitudinal study. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 16 :42.

Hurtig-Wennlöf, A., Ruiz, J. R., Harro, M., and Sjöström, M. (2007). Cardiorespiratory fitness relates more strongly than physical activity to cardiovascular disease risk factors in healthy children and adolescents : the european youth heart study. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 14(4) :575–581.

Hänggi, J. M., Phillips, L. R., and Rowlands, A. V. (2013). Validation of the GT3x ActiGraph in children and comparison with the GT1m ActiGraph. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(1) :40–44.

Högström, G., Nordström, A., and Nordström, P. (2015). Aerobic fitness in late adolescence and the risk of early death : a prospective cohort study of 1.3 million swedish men. *International Journal of Epidemiology*, 45(4) :1159–1168.

Jiménez-Pavón, D., Ortega, F. B., Valtueña, J., Castro-Piñero, J., Gómez-Martínez, S., Zaccaria, M., Gottrand, F., Molnár, D., Sjöström, M., González-Gross, M., Castillo, M. J., Moreno, L. A., and Ruiz, J. R. (2011). Muscular strength and markers of insulin resistance in european adolescents : the HELENA study. *European Journal of Applied Physiology*, 112(7) :2455–2465.

Kandola, A., Lewis, G., Osborn, D. P. J., Stubbs, B., and Hayes, J. F. (2020). Depressive symptoms and objectively measured physical activity and sedentary behaviour throughout adolescence : a prospective cohort study. *The lancet. Psychiatry*, 7 :262–271.

Katzmarzyk, P. T., Church, T. S., Craig, C. L., and Bouchard, C. (2009). Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(5) :998–1005.

Klos, L., Feil, K., Eberhardt, T., and Jekauc, D. (2020). Interventions to promote positive affect and physical activity in children, adolescents and young adults—a systematic review. *Sports*, 8(2) :26.

Knuth, A. G. and Hallal, P. C. (2009). Temporal trends in physical activity : A systematic review. *Journal of Physical Activity and Health*, 6(5) :548–559.

Kristensen, P. L., Moeller, N. C., Korsholm, L., Kolle, E., Wedderkopp, N., Froberg, K., and Andersen, L. B. (2010). The association between aerobic fitness and physical activity in children and adolescents : the european youth heart study. *European Journal of Applied Physiology*, 110(2) :267–275.

Kruse, N. T. (2020). 'comment on : "the case for retiring flexibility as a major component of physical fitness". *Sports Medicine*, 50(7) :1405–1407.

Lafont, L. (2011). *L'adolescence*. E´ditions EP & S, Paris.

Lagestad, P., van den Tillaar, R., and Mamen, A. (2018). Longitudinal changes in physical activity level, body mass index, and oxygen uptake among norwegian adolescents. *Frontiers in public health*, 6 :97.

Larouche, R., Faulkner, G. E. J., Fortier, M., and Tremblay, M. S. (2014). Active transportation and adolescents' health : the canadian health measures survey. *American journal of preventive medicine*, 46 :507–515.

Margaritis, I., Houdart, S., El Ouadrhiri, Y., Bigard, X., Vuillemin, A., and Duché, P. (2020). How to deal with covid-19 epidemic-related lockdown physical inactivity and sedentary increase in youth ? adaptation of anses' benchmarks. *Archives of public health = Archives belges de sante publique*, 78 :52.

Martinez-Gomez, D., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Vicente-Rodriguez, G., Veiga, O. L., Widhalm, K., Manios, Y., Béghin, L., Valtueña, J., Kafatos, A., Molnar, D., Moreno, L. A., Marcos, A., Castillo, M. J., Sjöström, M., and study group, H. E. L. E. N. A. (2011). Excessive sedentary time and low cardiorespiratory fitness in european adolescents : the helena study. *Archives of disease in childhood*, 96 :240–246.

Matthews, C. E., Chen, K. Y., Freedson, P. S., Buchowski, M. S., Beech, B. M., Pate, R. R., and Troiano, R. P. (2008). Amount of time spent in sedentary behaviors in the united states, 2003-2004. *American journal of epidemiology*, 167 :875–881.

Mattocks, C., Leary, S., Ness, A., Deere, K., Saunders, J., Tilling, K., Kirkby, J., Blair, S. N., and Riddoch, C. (2007). Calibration of an accelerometer during free-living activities in children. *International journal of pediatric obesity : IJPO : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 2 :218–226.

Metter, E. J., Talbot, L. A., Schrager, M., and Conwit, R. (2002). Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *The Journals of Gerontology Series A : Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(10) :B359–B365.

Migueles, J. H., Aadland, E., Andersen, L. B., Brønd, J. C., Chastin, S. F., Hansen, B. H., Konstabel, K., Kvalheim, O. M., McGregor, D. E., Rowlands, A. V., Sabia, S., van Hees, V. T., Walmsley, R., Ortega, F. B., and review group, E. (2021). Granada consensus on analytical approaches to assess associations with accelerometer-determined physical behaviours (physical activity, sedentary behaviour and sleep) in epidemiological studies. *British journal of sports medicine*.

Migueles, J. H., Cadenas-Sanchez, C., Ekelund, U., Delisle Nyström, C., Mora-Gonzalez, J., Löf, M., Labayen, I., Ruiz, J. R., and Ortega, F. B. (2017). Accelerometer data collection and processing criteria to assess physical activity and other outcomes : A systematic review and practical considerations. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 47 :1821–1845.

Mikalsen, H. K., Bentzen, M., Säfvenbom, R., and Lagestad, P. A. (2020). Trajectories of physical activity among adolescents in the transition from primary to secondary school. *Frontiers in sports and active living*, 2 :85.

Moore, S. A., Faulkner, G., Rhodes, R. E., Brussoni, M., Chulak-Bozzer, T., Ferguson, L. J., Mitra, R., O'Reilly, N., Spence, J. C., Vanderloo, L. M., and Tremblay, M. S. (2020). Impact of the COVID-19 virus outbreak on movement and play behaviours of canadian children and youth : a national survey. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1).

Mota, G. R. and Marocolo, M. (2020). Comment on : "the case for retiring flexibility as a major component of physical fitness". *Sports Medicine*.

Naide, M. (1957). Prolonged television viewing as cause of venous and arterial thrombosis in legs. *Journal of the American Medical Association*, 165(6) :681.

Nuzzo, J. L. (2019). The case for retiring flexibility as a major component of physical fitness. *Sports Medicine*, 50(5) :853–870.

Nuzzo, J. L. (2020). Reply to kruse : Comment on : "the case for retiring flexibility as a major component of physical fitness". *Sports Medicine*, 50(7) :1409–1411.

ONAPS (2018). Report card.

ONAPS (2020). Activité physique et sédentaritéde l'enfant etde l'adolescent : Nouvel état des lieux en france. *www.onaps.fr*.

Ortega, F. B., , Artero, E. G., Ruiz, J. R., Vicente-Rodriguez, G., Bergman, P., Hagströmer, M., Ottevaere, C., Nagy, E., Konsta, O., Rey-López, J. P., Polito, A., Dietrich, S., Plada, M., Béghin, L., Manios, Y., Sjöström, M., and Castillo, M. J. (2008a). Reliability of health-related physical fitness tests in european adolescents. the HELENA study. *International Journal of Obesity*, 32(S5) :S49–S57.

Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., and Sjöström, M. (2007). Physical fitness in childhood and adolescence : a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32(1) :1–11.

Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Hurtig-Wennlof, A., Vicente-Rodriguez, G., Rizzo, N. S., Castillo, M. J., and Sjostrom, M. (2008b). Cardiovascular fitness modifies the associations between physical activity and abdominal adiposity in children and adolescents : the european youth heart study. *British Journal of Sports Medicine*, 44(4) :256–262.

Owen, K. B., Parker, P. D., Astell-Burt, T., and Lonsdale, C. (2018). Regular physical activity and educational outcomes in youth : A longitudinal study. *The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine*, 62 :334–340.

ParticipACTION (2020). Le rôle de la famille dans l'activité physique, les comportements sédentaires et le sommeil des enfants et des jeunes. *Bulletin de l'activité physique chez les enfants et les jeunes de ParticipACTION*.

Petersen, C., Bauman, A., Grønbæk, M., Helge, J., Thygesen, L., and Tolstrup, J. S. (2014). Total sitting time and risk of myocardial infarction, coronary heart disease and all-cause mortality in a prospective cohort of danish adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(1) :13.

Rahman, M. M. and Govindarajulu, Z. (1997). A modification of the test of shapiro and wilk for normality. *Journal of Applied Statistics*, 24(2) :219–236.

Reiner, M., Niermann, C., Jekauc, D., and Woll, A. (2013). Long-term health benefits of physical activity – a systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health*, 13(1).

Rich, C., Geraci, M., Griffiths, L., Sera, F., Dezateux, C., and Cortina-Borja, M. (2013). Quality control methods in accelerometer data processing : defining minimum wear time. *PloS one*, 8 :e67206.

Rolland-Cachera, M. F., Cole, T. J., Sempé, M., Tichet, J., Rossignol, C., and Charraud, A. (1991). Body mass index variations : centiles from birth to 87 years. *European journal of clinical nutrition*, 45 :13–21.

Romanzini, M., Petroski, E. L., Ohara, D., Dourado, A. C., and Reichert, F. F. (2012). Calibration of ActiGraph GT3x, actical and RT3 accelerometers in adolescents. *European Journal of Sport Science*, 14(1) :91–99.

Royston, J. P. (1982). Algorithm AS 181 : The w test for normality. *Applied Statistics*, 31(2) :176.

Ruiz, J. R., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjöström, M., Castillo, M. J., and Gutierrez, A. (2006). Hand span influences optimal grip span in male and female teenagers. *The Journal of Hand Surgery*, 31(8) :1367–1372.

Sadeh, A., Sharkey, M., and Carskadon, M. A. (1994). Activity-based sleep-wake identification : An empirical test of methodological issues. *Sleep*, 17(3) :201–207.

Sallis, J. F., Cervero, R. B., Ascher, W., Henderson, K. A., Kraft, M. K., and Kerr, J. (2006). An ecological approach to creating active living communities. *Annual Review of Public Health*, 27(1) :297–322.

Santos, D. A., Marques, A., Minderico, C. S., Ekelund, U., and Sardinha, L. B. (2017). A cross-sectional and prospective analyse of reallocating sedentary time to physical activity on children's cardiorespiratory fitness. *Journal of Sports Sciences*, 36(15) :1720–1726.

Santos-Lozano, A., Marín, P. J., Torres-Luque, G., Ruiz, J. R., Lucía, A., and Garatachea, N. (2012a). Technical variability of the gt3x accelerometer. *Medical engineering physics*, 34 :787–790.

Santos-Lozano, A., Torres-Luque, G., Marín, P. J., Ruiz, J. R., Lucia, A., and Garatachea, N. (2012b). Intermonitor variability of gt3x accelerometer. *International journal of sports medicine*, 33 :994–999.

Sardinha, L. B., Marques, A., Minderico, C., and Ekelund, U. (2016). Cross-sectional and prospective impact of reallocating sedentary time to physical activity on children's body composition. *Pediatric Obesity*, 12(5) :373–379.

Sato, M., Kodama, S., Sugawara, A., Saito, K., and Sone, H. (2009). Physical fitness during adolescence and adult mortality. *Epidemiology*, 20(3) :463–464.

Schipman, J., Saulière, G., Sedeaud, A., Deschamps, T., Ovigneur, H., Maillet, H., Berthelot, G., and Toussaint, J.-F. (2015). Indice de masse corporelle et condition physique chez 49 600 collégiens et lycéens de six régions françaises, 2007-2014. *Bull Epidemiol Hebd.-BEH, Saint-Maurice (Val de Marne) : Institut de veille sanitaire*, pages 552–561.

Shapiro, S. S. and Francia, R. (1972). An approximate analysis of variance test for normality. *Journal of the American statistical Association*, 67(337) :215–216.

Shapiro, S. S. and Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4) :591.

Steene-Johannessen, J., , Hansen, B. H., Dalene, K. E., Kolle, E., Northstone, K., Møller, N. C., Grøntved, A., Wedderkopp, N., Kriemler, S., Page, A. S., Puder, J. J., Reilly, J. J., Sardinha, L. B., van Sluijs, E. M. F., Andersen, L. B., van der Ploeg, H., Ahrens, W., Flexeder, C., Standl, M., Shculz, H., Moreno, L. A., Henauw, S. D., Michels, N., Cardon, G., Ortega, F. B., Ruiz, J., Aznar, S., Fogelholm, M., Decelis, A., Olesen, L. G., Hjorth, M. F., Santos, R., Vale, S., Christiansen, L. B., Jago, R., Basterfield, L., Owen, C. G., Nightingale, C. M.,

Eiben, G., Polito, A., Lauria, F., Vanhelst, J., Hadjigeorgiou, C., Konstabel, K., Molnár, D., Sprengeler, O., Manios, Y., Harro, J., Kafatos, A., Anderssen, S. A., and Ekelund, U. (2020). Variations in accelerometry measured physical activity and sedentary time across europe – harmonized analyses of 47,497 children and adolescents. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1).

Sun, Y., Yin, X., Li, Y., Bi, C., Li, M., Yang, X., Zhang, T., Zhang, F., Cao, J., Guo, Y., Yang, T., and Song, G. (2020). Isotemporal substitution of sedentary behavior for physical activity on cardiorespiratory fitness in children and adolescents. *Medicine*, 99(30) :e21367.

Säfvenbom, R., Buch, R., and Aandstad, A. (2016). Eagerness for physical activity scale : Theoretical background and validation. *Applied Developmental Science*, 21(3) :184–199.

Thivel, D., Chaput, J. P., and Duclos, M. (2018). Integrating sedentary behavior in the theoretical model linking childhood to adulthood activity and health ? an updated framework. *Physiology behavior*, 196 :33–35.

Tomkinson, G. R. (2007). Global changes in anaerobic fitness test performance of children and adolescents (1958–2003). *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(5) :497–507.

Tomkinson, G. R., Lang, J. J., and Tremblay, M. S. (2017). Temporal trends in the cardiorespiratory fitness of children and adolescents representing 19 high-income and upper middle-income countries between 1981 and 2014. *British Journal of Sports Medicine*, 53(8) :478–486.

Tomkinson, G. R. and Olds, T. S. (2007). Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance : the global picture. In *Pediatric Fitness*, volume 50, pages 46–66. Karger Publishers.

Travaillot, Y. and Moralès, Y. (2011). L'intégration des pratiques physique d'entretien du corps en eps (1983-2010) : d'une éducation sportive à une éducation physique et sportive participant à la promotion de la santé. *AFRAPS*.

Tremblay, M. S., , Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., Chastin, S. F., Altenburg, T. M., and 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).

Tremblay, M. S., Barnes, J. D., González, S. A., Katzmarzyk, P. T., Onywera, V. O., Reilly, J. J., Tomkinson, G. R., and Team, G. M. . R. (2016). Global matrix 2.0 : Report card grades on the physical activity of children and youth comparing 38 countries. *Journal of physical activity health*, 13 :S343–S366.

Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Mâsse, L. C., Tilert, T., and McDowell, M. (2008). Physical activity in the united states measured by accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(1) :181–188.

Tudor-Locke, C., Barreira, T. V., Schuna, J. M., Mire, E. F., and Katzmarzyk, P. T. (2014). Fully automated waist-worn accelerometer algorithm for detecting children's sleep-period time separate from 24-h physical activity or sedentary behaviors. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(1) :53–57.

USDHHS (2018). Guidelines.

Vanhelst, J. and Béghin, L. (2013). [assessment of cardiorespiratory functional fitness in children : walking tests and running tests]. *Revue medicale de Bruxelles*, 34 :170–178.

Vanhelst, J., Béghin, L., Turck, D., and Gottrand, F. (2011). New validated thresholds for various intensities of physical activity in adolescents using the actigraph accelerometer. *International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation*, 34 :175–177.

Vanhelst, J., Vidal, F., Drumez, E., Béghin, L., Baudelet, J.-B., Coopman, S., and Gottrand, F. (2019). Comparison and validation of accelerometer wear time and non-wear time algorithms for assessing physical activity levels in children and adolescents. *BMC Medical Research Methodology*, 19(1).

WHO (2020). Physical activity. *https ://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity*.

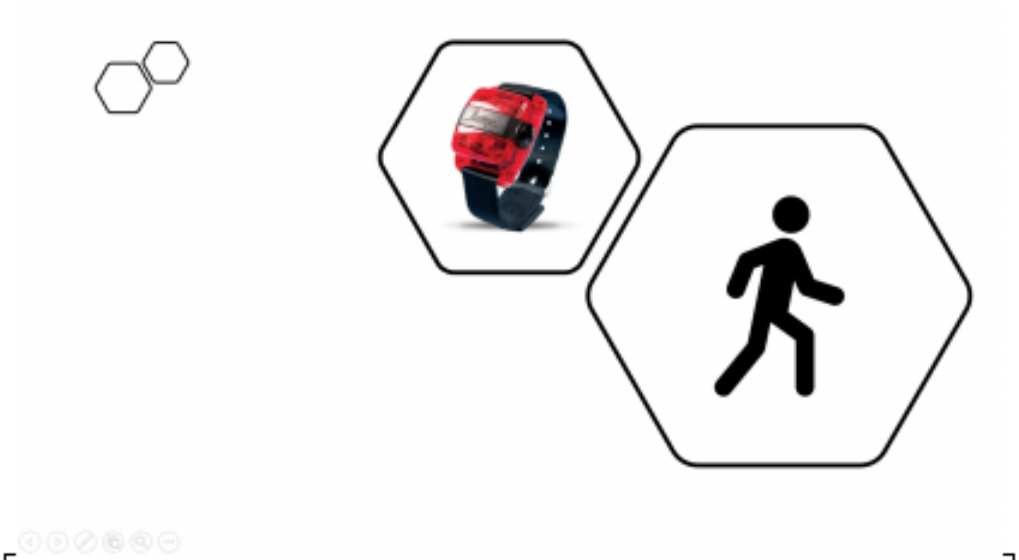
Zhang, P., Lee, J. E., Stodden, D. F., and Gao, Z. (2019). Longitudinal trajectories of children's physical activity and sedentary behaviors on weekdays and weekends. *Journal of physical activity health*, 16 :1123–1128.

Zhu, Z., Chen, P., and Zhuang, J. (2013). Intensity classification accuracy of accelerometer-measured physical activities in chinese children and youth. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 84(sup2) :S4–S11.

Annexes

Guide de Mesure et Carnet de Report

Lycée Anita Conti - Bruz



Identifiants

Numéro établissement : |_0_|_0_|_1_|

Classe : _____

Initiales : |___|___|___| - |___|___| (3ères lettres nom - 2ères lettres prénom)

Date de naissance : |___|___| / |___|___| / |___|___|___|___|

Numéro accéléromètre : |___|___|

Date de remise du carnet : |___|___| / |___|___| / |2|0|___|___|

Annexe 1 – Carnet de report première page

Comment et quand porter l'actimètre ?

L'actimètre qui vous a été remis se porte pas de vis vers le haut, à la taille, sur le côté, au niveau de la hanche droite (en regard de l'os de la hanche), comme indiqué sur la photo ci-dessous et comme il vous l'a été montré.

Vous devez porter l'actimètre tous les jours pendant huit jours consécutifs et toute la journée, du lever le matin au coucher le soir.

Au cours de la journée, nous vous demandons d'enlever l'actimètre uniquement dans les conditions suivantes :

i) Lors de contacts prolongés avec l'eau (l'appareil n'est pas étanche !) : par exemple si vous prenez une douche ou un bain, ou si vous allez vous à la piscine.

ii) Si vous pratiquez une activité impliquant des contacts importants pour lesquels l'appareil peut être endommagé ou source de blessures (par exemple les sports avec des contacts important : rugby, judo, karaté…).

iii) Lorsque vous allez vous coucher le soir **pour dormir**.

☝ IMPORTANT ! Nous vous demandons d'enlever l'actimètre pendant votre sommeil et donc au moment d'aller dormir. Si le soir avant de vous coucher véritablement pour dormir vous travaillez assis/allongé dans votre lit, regardez des séries, etc., alors il faut garder l'actimètre sur vous.

Lorsque vous enlèverez l'actimètre dans les conditions qui viennent d'être présentées, nous vous demanderons de l'indiquer sur le carnet de report qui est présenté ci-après.

☝ IMPORTANT !

Le fonctionnement de l'actimètre est automatique, vous n'avez rien d'autres à faire que de le porter toute la journée.

Ne cherchez pas ouvrir l'actimètre ou le manipuler : vous risqueriez de l'abîmer et de toutes façons vous ne pourrez accéder à aucune donnée !

****

Vous devez porter l'actimètre jusqu'au

…… soir _ _ / _ _ / 20_ _

(à enlever le soir au coucher)

****

Annexe 2 – Explications sur le port de l'accéléromètre présentes dans le carnet

Carnet de suivi

6. Est-ce que vous avez une ou plusieurs contre-indications médicales qui vous empêchent de participer au cours d'EPS au lycée ou de faire du sport en dehors du lycée ? ☐ **Oui** ☐ **Non**

7. Est-ce que vous pratiquez une ou plusieurs activités sportives (en club, seul-e ou en famille) en dehors du Lycée la semaine et/ou le week-end ? ☐ **Oui** ☐ **Non**

Si oui complétez les informations ci-dessous pour chaque activité….

Activité(s) ?	Dans quel cadre ?	Nombre de fois/semaine*	Quel(s) jour(s) ?
1.	☐ en club ; ☐ tout seul-e ; ☐ avec des amis-es ; ☐ en famille	_ _ fois	☐ Lundi ; ☐ Mardi ; ☐ Mercredi ; ☐ Jeudi ; ☐ Vendredi ; ☐ Samedi ; ☐ Dimanche ;
2.	☐ en club ; ☐ tout seul-e ; ☐ avec des amis-es ; ☐ en famille	_ _ fois	☐ Lundi ; ☐ Mardi ; ☐ Mercredi ; ☐ Jeudi ; ☐ Vendredi ; ☐ Samedi ; ☐ Dimanche ;
3.	☐ en club ; ☐ tout seul-e ; ☐ avec des amis-es ; ☐ en famille	_ _ fois	☐ Lundi ; ☐ Mardi ; ☐ Mercredi ; ☐ Jeudi ; ☐ Vendredi ; ☐ Samedi ; ☐ Dimanche ;
4.	☐ en club ; ☐ tout seul-e ; ☐ avec des amis-es ; ☐ en famille	_ _ fois	☐ Lundi ; ☐ Mardi ; ☐ Mercredi ; ☐ Jeudi ; ☐ Vendredi ; ☐ Samedi ; ☐ Dimanche ;
5.	☐ en club ; ☐ tout seul-e ; ☐ avec des amis-es ; ☐ en famille	_ _ fois	☐ Lundi ; ☐ Mardi ; ☐ Mercredi ; ☐ Jeudi ; ☐ Vendredi ; ☐ Samedi ; ☐ Dimanche ;
6.	☐ en club ; ☐ tout seul-e ; ☐ avec des amis-es ; ☐ en famille	_ _ fois	☐ Lundi ; ☐ Mardi ; ☐ Mercredi ; ☐ Jeudi ; ☐ Vendredi ; ☐ Samedi ; ☐ Dimanche ;

**Si vous faîtes du sport en club, il faut aussi comptabiliser les jours de compétitions.*

Remarques/précisions éventuelles que vous auriez à formuler :

……

……

……

Annexe 3 – Tableau à remplir sur les activités physiques pratiquées en général.

Carnet de suivi

Jour n°1

A REMPLIR LE MATIN AU LEVER

Date du jour : __ __ / __ __ / 2 0 __ __

Heure du lever : __ __ h __ __ min

Heure d'installation actimètre : __ __ h __ __ min

Une fois réveillé mais avant de vous lever, avez-vous passé du temps sur les écrans allongé/assis dans votre lit ? ☐ **Oui** ☐ **Non**

Si « Oui », combien de temps environ ? __ __ h __ __ min

Si « Oui », aviez-vous installé l'actimètre sur vous tout en étant dans votre lit ? ☐ **Oui** ☐ **Non**

A REMPLIR AU COURS DE LA JOURNÉE... *si vous avez enlevé l'actimètre*

A quelle heure l'avez-vous enlevé ?	A quelle heure l'avez-vous remis ?	Pourquoi avez-vous dû l'enlever ?
__ __ h __ __ min	__ __ h __ __ min	
__ __ h __ __ min	__ __ h __ __ min	
__ __ h __ __ min	__ __ h __ __ min	
__ __ h __ __ min	__ __ h __ __ min	

A REMPLIR LE SOIR

Heure du coucher pour dormir : __ __ h __ __ min

Si différente, heure à laquelle vous avez ôté l'actimètre : __ __ h __ __ min

Avant de vous coucher pour dormir, avez-vous passé du temps sur les écrans allongé/assis dans votre lit ? ☐ **Oui** ☐ **Non**

Si « Oui », combien de temps environ ? __ __ h __ __ min

Si « Oui », aviez-vous gardé l'actimètre sur vous tout en étant dans votre lit ? ☐ **Oui** ☐ **Non**

Remarques/problèmes éventuels rencontrés avec le port de l'actimètre au cours de la journée :

.....

.....

.....

.....

Carnet de suivi

Tableau de report des principales activités de la journée

A remplir le soir avant de se coucher (2 pages)

☞ Toutes les questions doivent être complétées.

Vers quelle heure êtes-vous parti-e de chez vous pour aller au Lycée ? __ __ h __ __ min

Quel était le moyen de transport que vous avez utilisé **pour aller au lycée** ?
(Il est possible de cocher plusieurs cases si plusieurs moyens de transport ont été utilisés)

☐ Vélo	☐ Voiture	☐ Métro	☐ Autre(s) ? (précisez)
☐ À pieds	☐ Bus	☐ Train	.....
☐ Trottinette	☐ Trottinette électrique	☐ Scooter	.....

Combien de temps environ avez-vous mis pour aller de chez vous au lycée ? __ __ h __ __ min

Est-ce que vous avez eu cours d'EPS aujourd'hui au lycée ? ☐ **Oui** ☐ **Non**

Si « oui »...

... à quelle heure (début) ? __ __ h __ __ min

... combien de temps ? __ __ h __ __ min

quelle(s) activité(s) avez-vous pratiqué ?

.....

.....

Sans compter le cours éventuel en EPS, est-ce que vous avez fait du sport au lycée aujourd'hui ? ☐ **Oui** ☐ **Non**

Si « oui »...

... à quelle heure (début) ? __ __ h __ __ min

... combien de temps ? __ __ h __ __ min

quel(s) sport(s) avez-vous pratiqué ?

.....

.....

Vers quelle heure êtes-vous parti-e du Lycée pour rentrer chez vous ? __ __ h __ __ min

Quel était le moyen de transport que vous avez utilisé **pour rentrer chez vous** ?
(Il est possible de cocher plusieurs cases si plusieurs moyens de transport ont été utilisés)

☐ Vélo	☐ Voiture	☐ Métro	☐ Autre(s) ? (précisez)
☐ À pieds	☐ Bus	☐ Train	.....
☐ Trottinette	☐ Trottinette électrique	☐ Scooter	.....

Combien de temps environ avez-vous mis pour rentrer du lycée à chez vous ? __ __ h __ __ min

Carnet de suivi

Est-ce que vous avez fait du sport en dehors du Lycée aujourd'hui (avant ou après les cours) ? ☐ **Oui** ☐ **Non**

Si « oui »...

... à quelle heure (début) ? __ __ h __ __ min

... combien de temps ? __ __ h __ __ min

quel(s) sport(s) avez-vous pratiqué ?

.....

.....

Remarques éventuelles ou précisions supplémentaires à apporter :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Annexe 4 – Pages devant être remplies chaque jour

Domaine de recherche	Mots clés
Activité physique, tendances séculaires	((secular changes) OR (secular trends) OR (temporal changes) OR (temporal trends)) AND ((adolescents) OR (children)) AND (physical activity[Title/Abstract]) // filtre : review et systematic review
Activité physique, mesure	(actigraph) AND ((adolescents) OR (children)) AND (physical activity) // filtre : review/systematic review
Activité physique, interventions	(school interventions[Title/Abstract]) AND ((adolescents) OR (children)) AND (physical activity[Title/Abstract]) Filters : Review, Systematic Review
Condition physique, tendances séculaires	((secular changes) OR (secular trends)) AND ((adolescents) OR (children)) AND ((physical condition[Title/Abstract]) OR (physical fitness[Title/Abstract]) OR (fitness[Title/Abstract]))
Condition physique, interventions	((school interventions[Title/Abstract]) OR (school controlled trial[Title/Abstract])) AND ((adolescents) OR (children)) AND ((physical condition[Title/Abstract]) OR (physical fitness[Title/Abstract]) OR (fitness[Title/Abstract]))
Sédentarité, tendances séculaires	((secular changes) OR (secular trends)) AND ((adolescents) OR (children)) AND (sedentary behavior[Title/Abstract])
Sédentarité, interventions	(school interventions[Title/Abstract]) AND ((adolescents) OR (children)) AND (sedentary behavior[Title/Abstract])

Annexe 5 – Mots clés utilisés lors de la recherche bibliographique

Etude	Position du capteur	Précision de la classification
Chandler et al. (2015)	Poignet (non dominant)	ROC-AUC pour SED et AP : 0.64-0.89
Crouter et al. (2015)	Poignet (dominant)	ROC-AUC pour SED et AP : 0,83-0,94
Hildebrand et al. (2014)	Poignet (non dominant)	Pourcentage de variance expliqué : 71%
	Hanche	Pourcentage de variance expliqué : 78%
Hänggi et al. (2013)	Hanche	ROC-AUC pour SED : 0.96 (87% classifié correctement)et pour MVPA : 0.96 (86% classifié correctement)
Vanhelst et al. (2011)	Hanche	kappa value pour temps sédentaire : 0,85, pour activité physique légère : 0,72, pour activité physique modérée : 0,88, pour activité physique vigoureuse : 0,91
Aittasalo et al. (2015)	Hanche	Mean amplitude deviation : 0,97, Erreurs de classification : temps sédentaire : 205%, activité physique légère : 2%, activité physique modérée à vigoureuse : 0%
Romanzini et al. (2012)	Hanche	ROC-AUC pour SED 0.971, moderate 0.994, vigourous 0.935 (axe vertical) et SED : 0.976, moderate : 0.993, vigourous : 0.930
Cain et al. (2018)	Hanche	100% de classification correcte pour le non port (40mn + VM + LFE), 93,3% (30mn + VM) & 82,6 (30mn + VA)
Vanhelst et al. (2019)	hanche	r=0,80 (30mn +?)

NB : ne sont présentées dans ce tableau que les études pouvant être accessible librement et présentant dans leur article des données permettant de déterminer la précision des méthodologies proposées.

Annexe 6 – Tableau récapitulatif des études appréciant la précision des algorithmes utilisés pour classifier les intensités d'activité physique ainsi que la sédentarité

Etude	Position du capteur	Précision de la classification
		Algorithme quantifiant la dépense énergétique
Crouter et al. (2012)	Hanche	public de 7 à 11 ans
		Précision des algorithmes étudiant le sommeil
Cole et al. (1992)	Poignet	Classification du sommeil correcte : 89,9% Surestimation du temps de sommeil : 60,01 min/jour
Sadeh et al. (1994)	Poignet (non dominant)	Classification du sommeil correcte : 91,16%
	Poignet (dominant)	Classification du sommeil correcte : 91,37%
Hjorth et al. (2012)	Hanche	Surestimation du temps de sommeil : 73,8 min/jour (+ 12,6% par rapport au poignet, p<0,001)
Tudor-Locke et al. (2014)	Hanche	Différence moyenne de 2 min avec une observation critériée.
Barreira et al. (2015)	Hanche	Classification du sommeil correcte : 86,6% Algorithme spécifique développé : pas de différence significative avec les carnets de report (9 +-36min)
Barreira et al. (2018)	Hanche	Globalement pas de différence avec le carnet de report pour le temps total de sommeil (p=0.47) pas de différence significative (p=0,14) pour le temps de coucher Différence significative pour le temps d'éveil (p=0,01)

Annexe 7 – Tableau récapitulatif des études appréciant la précision des algorithmes utilisés pour déterminer la dépense énergétique et classifier le sommeil

Etude	Age (SD)	Epoch length	Vector	Valid day	Non-wear	Sed	Léger	MVPA
Aittasalo et al. (2015)	14.2 (0.7)	Raw : 100 Hz	VM	NA	NA	26,9 mg	27-332 mg	332-558 mg
Andersen et al. (2006)	9 et 15	NA	VA		NA	499	500-1999	2000-2999
Hänggi et al. (2013)	10 à 15	1s	VM	NA	NA	2	3-56	> 56
Matthews et al. (2008)	plus de 6	60s	VA	au moins 10h	au moins 60 mn consécutives à 0 avec une tolérance de 2mn consécutives jusqu'à 100 counts/min	<100 counts	>100 counts	
Romanzini et al. (2012)	10 à 15	15s	VA	NA	NA	46	47-607	608-818
		60 sec	VM	NA	NA	180	181-756	757-1111
Troiano et al. (2008)	12 - 19	60 sec	VA	au moins 10h	au moins 60 mn consécutives à 0 avec une tolérance de 2mn consécutives jusqu'à 100 counts/min	<100	101-2019	2020-5998
Zhu et al. (2013)	9 à 17	60 sec	VA		NA	NA	NA	2860-3839
Vanhelst et al. (2011)	10 à 16	60 sec	VA	NA	NA	400	401-1900	1901-3918
Cain et al. (2018)	12 à 17	60 sec	VM	NA	au moins 40mn à 0 + filtre LFE			
Vanhelst et al. (2019)	10 à 17	1 sec (output 1 min)	VA? VM?	au moins 10h	30 min de zéros consécutifs			

Annexe 8 – Résumé des cut-points présents dans la littérature chez les publics lycéens

Liste des tests	Tests envisagés au lycée Anita Conti	Tests Helena	Tests Eurofit	Tests Bouge	Tests document Evalagir
1/2 Cooper	X				
Sprint 800m				X	
Vameval				X	
Navette 20 M		X	X	X	X
Step Test				X	
Ruffier Dixon					X
Souplesse planche	X (2jb)	X (1jb puis l'autre)	X (2jb)		X
Souplesse scapulaire	X			X	X
Abdominaux - CURL UP			X		X
Pompes en 30"	X				X
Dynamomètre	X	X	X		
Bosco protocol (SJ, CMJ, AJ)		X			
Saut en longueur "2 pieds"	X	X	X	X	X
Lancer "Touche"				X	X
Lancer "Horizontal"					X
Suspension barre bras fléchis		X	X		X
Chaise de Killy				X	
Planche	X				X
Sprint 20m					X
Sprint 30M					X
Sprint 50 M				X	X
4X10M		X			
10X5M	X (Journée UNSS)		X		X
T test	X				X
Sprint et changement de direction			X		X
Frappe des plaques	X (Journée UNSS)				X
Touches mains-pieds					X
Lancer rattraper	X				X
Cloche pieds	X				
Flamingo	X		X		X
Test des 3 sauts					X

Annexe 9 – Tableau récapitulatif des différents tests utilisés dans la littérature (Helena, Eurofit & Bouge), référencés au niveau académique (Evalagir) et envisagés par les enseignants du Lycée Anita Conti pour mesurer la condition physique des adolescents.

Table des matières 1

Remerciements 2

Liste des abréviations 3

Table des figures 4

1 Préambule 5

2 Introduction 6

3 Revue de littérature 8

3.1 L'activité physique . . . 8

3.1.1 Définition . . . 8

3.1.2 Tendances séculaires . . . 8

3.1.3 Tendances longitudinales . . . 9

3.1.4 Activité physique et santé . . . 10

3.1.5 Interventions en milieu scolaire . . . 11

3.2 La sédentarité . . . 12

3.2.1 Définition . . . 12

3.2.2 Niveaux de sédentarité . . . 12

3.2.3 Sédentarité et enjeux de santé . . . 12

3.2.4 Mesure de l'activité physique et de la sédentarité . . . 13

3.3 La condition physique . . . 15

3.3.1 Définition . . . 15

3.3.2 Tendances séculaires . . . 16

3.3.3 Evaluation de la condition physique . . . 16

3.3.4 Condition physique et santé . . . 17

3.4 Les interactions entre ces concepts . . . 18

3.5 Perspectives de travail avec le lycée Anita Conti . . . 19

3.6 Problématique . . . 20

4 Méthodologie 21

4.1 Ajustements dus au contexte sanitaire . . . 21

4.2 Population et protocole de mesure . . . 21

4.3 La mesure accélérométrique . . . 21

4.3.1 Matériel et initialisation . . . 21

4.3.2 Prise en main et analyse des données . . . 22

4.3.3 Les carnets de reports . . . 22

4.4 Analyse statistique . . . 23

4.4.1 Analyse par clustering 24

5 Résultats **26**

5.1 Population 26

5.2 Précautions liées au contexte sanitaire 26

5.3 Comportement physique 28

6 Discussion **31**

7 Conclusion **34**

Bibliographie **44**

Annexes **45**

Etude du comportement physique chez des élèves de lycée.

Résumé

Les effets positifs de l'activité physique sont largement connus. Néanmoins seule une minorité d'adolescents présentent des niveaux d'activité physique suffisants pour profiter réellement des effets bénéfiques de cette activité physique. De la même facon, les effets délétères de la sédentarité sont particulièrement bien documentés mais nos modes de vies semblent accorder de plus en plus de place au temps sédentaire. L'objectif de ce mémoire est de réaliser un suivi accélérométrique sur une semaine du comportement physique d'élèves de seconde afin de pouvoir mieux le cerner et pouvoir par la suite mener des actions préventives. 126 élèves ont été suivis pendant une semaine à l'aide d'un accéléromètre (Actigraph WGT3X-BT). Nous relevons des temps d'activité physique très faibles : seuls 23% des élèves atteignent les 60mn d'activité physique d'intensité modérée à vigoureuse et des temps de sédentarité très élevés : moins de 1% des élèves sont en dessous de 7h passées dans un état sédentaire. L'éducation physique scolaire permet à une grande majorité d'élèves d'atteindre les recommandations en matière d'activité physique 84,4 ± 33,5 mn ce qui est largement supérieur aux autres jours ($p<0,001$). Lors d'une analyse de type clustering n'observons pas de différences significatives que ce soit en fonction du sexe, de l'IMC ou de moyen de transport préférentiel pour aller au lycée ($p>0,05$). Il nous paraît donc nécessaire de mettre en place des interventions pour sensibiliser tous les élèves à cette question du comportement physique et l'EPS nous semble être un atout très intéressant de par son caractère obligatoire. Les conclusions de ce mémoire sont évidemment à replacer dans le contexte sanitaire particulier et son lot de restrictions affectant le comportement des adolescents.

Mots-clés : activité physique, sédentarité, adolescents, accéléromètre

Abstract

Positive effects of physical activity are widely known. However, only a minority of adolescents have sufficient levels of physical activity to really benefit of physical activity. Similarly, the deleterious effects of a sedentary lifestyle are well documented, but our lifestyles seems to be increasingly sedentary. The objective of this master thesis is to carry out a one-week accelerometric follow-up of the physical behavior of students in the second year of secondary school in order to better understand it and to be able to carry out preventive actions. 126 students were monitored during one week using an accelerometer (Actigraph WGT3X-BT). We found very low levels of physical activity : only 23% of the students reached 60 minutes of moderate to vigorous physical activity and very high levels of sedentary time : less than 1% of the students spent less than 7 hours in a sedentary state. School physical education allows a large majority of students to reach the physical activity recommendations (84.4 ± 33.5 min) which is significantly higher than on other days ($p<0.001$). In a cluster analysis, we did not observe significant differences according to gender, BMI or preferred ways of commuting ($p>0.05$). It seems necessary to set up interventions to make all students aware of this issue of physical behaviour and PE seems to be a very interesting ally because of its compulsory nature. The conclusions of this master thesis must obviously be placed in the context of the particular health context and its restrictions affecting the behavior of adolescents.

Key-words : physical activity, sedentary behavior, adolescents, accelerometer