

Titre : Evaluation de la condition physique durant l'enfance dans le Nord de la France : Le programme Diagnoform

Title: Tracking of physical fitness during childhood: Longitudinal findings from the Diagnoform Program.

Titre court: Suivi de la condition physique

J. Vanhelst^{1,2}, C. Ternynck³, H. Ovigneur⁴, T. Deschamps⁴

ABSTRACT

Background: A high level of physical fitness is associated with cardiovascular health in adolescents. We describe change in physical fitness levels assessed at two time points over 3 years.

Methods: The study presents a longitudinal design, with the first phase data collection at 8 years and the second phase carried out at 11 years. A total of 516 children (254 boys) aged to 7.7 ± 0.4 years (in 2010) and 10.9 ± 0.4 years (in 2013) participated to the study. Cardiorespiratory fitness, muscular strength, speed, and agility were assessed in this study. For each physical fitness test, determination of the situation (in terms of percentiles) of each child in 2010 and then in 2013 compared to national standards. The 2010 and 2013 percentiles are then compared using the Wilcoxon signed rank test.

Results: Muscular strength, agility and cardiorespiratory fitness decrease in both sex ($p < 0.01$). A significant decrease was also found for all physical fitness components in normal weight children ($p < 0.05$). For normal weight children in 2010 who became overweight or obese in 2013, there was a significant decrease in scores of cardiorespiratory fitness and agility tests ($p < 0.05$). For overweight children in 2010 becoming from to normal weight status in 2013, only the agility test decreased significantly ($p < 0.05$). Children being overweight or obese in 2010 and remaining in 2013, had a significant decrease in their physical fitness levels ($p < 0.05$).

Conclusions: Our results indicate that the physical fitness of French youth decrease between childhood and early adolescence. Developing and introducing a health promotion curriculum in the French schools is suggested to improve health and physical fitness.

Keywords: Physical fitness. Children. Tracking. Health.

RESUME

Position du problème: La condition physique est un déterminant important de la santé chez l'enfant et l'adolescent. L'objectif principal de notre étude était d'évaluer l'évolution du niveau de la condition physique chez des enfants dans le nord de la France. L'objectif secondaire était de situer les niveaux de condition physique de ces enfants par rapport aux normes françaises préexistantes.

Méthodes: Au total, 516 enfants (254 garçons) âgés de $7,7 \pm 0,4$ ans (en 2010) et de $10,9 \pm 0,4$ ans (en 2013) ont participé à cette étude longitudinale sur 3 ans. L'endurance cardiorespiratoire, la force musculaire, la vitesse, et l'agilité/coordination ont été évaluées. Pour chaque test de la mesure de la condition physique, la détermination de la situation (en terme de percentiles) de chaque enfant en 2010 puis en 2013 par rapport aux normes nationales a été réalisée. Les percentiles de 2010 et de 2013 ont été ensuite comparés à l'aide du test des rangs signés de Wilcoxon.

Résultats: Une dégradation du niveau de la condition physique sur les 3 années est retrouvée pour la force musculaire, l'agilité/coordination et l'endurance cardiorespiratoire chez les filles et les garçons ($p < 0,01$). Une diminution significative a également été trouvée pour l'ensemble des composantes de la condition physique concernant les enfants normo-pondérés ($p < 0,05$). Pour les enfants normo-pondérés en 2010 devenus en surpoids ou obèse en 2013, on constate une diminution significative des performances aux tests de l'endurance cardiorespiratoire et de l'agilité/coordination ($p < 0,05$). Pour les enfants passant du statut pondéral surpoids à celui de normal, seulement les performances au test de coordination/agilité ont diminué significativement ($p < 0,05$). Les enfants étant en surpoids ou obèses en 2010 et le restant en 2013, ont une dégradation significative de leur condition physique, quelle que soit la composante évaluée ($p < 0,05$).

Conclusions: Nos résultats montrent que la condition physique des enfants de la région Hauts-de-France diminue entre l'enfance et le début de l'adolescence. Ces résultats indiquent l'importance et la nécessité de développer et mettre en place des programmes d'intervention et/ou de promotion de la santé dans les écoles françaises afin d'améliorer la santé et la condition physique de ces enfants et adolescents.

Mots clés: Condition physique. Enfant. Suivi longitudinal. Santé.

Introduction

La condition physique est un niveau de qualités physiques qui permet à l'individu de réaliser des activités physiques ou un sport dans les meilleures conditions possibles c'est à dire au meilleur rapport coût / efficacité en termes de dépense énergétique [1]. La condition physique regroupe plusieurs composantes : l'endurance cardiorespiratoire, la souplesse, la force musculaire, la vitesse, l'agilité et la coordination [2]. Chez l'adulte, de nombreuses études ont montré que l'endurance cardiorespiratoire et la force musculaire sont des facteurs importants de pronostic des maladies cardiovasculaires et d'autres maladies chroniques telles que le diabète de type 2, les maladies respiratoires, ou encore l'obésité [3-6]. Par ailleurs, une condition physique faible a été identifiée comme un facteur de risque de maladie cardiovasculaire, plus important que d'autres facteurs de risque déjà établis, telles que la dyslipidémie, l'hypertension ou l'obésité [7]. Chez l'enfant, il a été montré que : (i) l'endurance cardiorespiratoire est inversement associée à l'adiposité abdominale et totale; (ii) l'endurance cardiorespiratoire et la force musculaire sont prédictives d'une bonne santé cardiovasculaire à l'âge adulte; (iii) la force musculaire, la souplesse et la vitesse/agilité sont positivement associées à une meilleure santé osseuse; (iv) l'amélioration de l'endurance cardio-respiratoire et de la force musculaire atténue la fatigue et améliore la qualité de vie chez les enfants atteints de cancer; (v) l'amélioration de l'endurance cardio-respiratoire a un impact positif sur l'estime de soi, l'anxiété, et est associée à de meilleures performances scolaires [8-11]. Par conséquent, l'identification précoce et la mise en place d'une intervention éventuelle chez des enfants ayant une faible condition physique peuvent améliorer les composantes de la santé sur le long terme.

Puisque de nombreux facteurs de risques de maladies chroniques sont établis durant l'enfance et l'adolescence, il est important de suivre l'évolution de ces facteurs au cours de

la vie, spécifiquement durant cette période. Les études longitudinales ont pour objectif de déterminer l'évolution de ces facteurs de risque dans le temps. Cependant, les études de suivi longitudinal sur la condition physique sont peu nombreuses, et concernent plus principalement le passage de l'adolescence à l'âge adulte [12-18]. Ces études ont montré une stabilité du niveau de la condition physique, voire une régression modérée pour certaines, entre l'adolescence et l'âge adulte, quelque soit le niveau initial (faible, moyen ou élevée) de cette condition physique durant l'adolescence [12-18]. A notre connaissance, il n'existe aucune étude de suivi longitudinal de la condition physique en France chez l'enfant.

L'activité physique et la condition physique sont étroitement liées mais ne sont pas des composantes interchangeable [19]. L'activité physique correspond à tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques qui entraîne une augmentation substantielle de la dépense énergétique [20]. En France, seuls 51% des garçons et 33% des filles, âgés entre 6 et 17 ans, atteignaient les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en matière d'activité physique en 2015 [21]. Les auteurs ont également observé que les niveaux d'activité physique diminuaient considérablement avec l'âge, plus spécifiquement à partir de 11 ans [21]. En raison de cette augmentation de l'inactivité physique entre l'enfance et le début de l'adolescence, nous émettons l'hypothèse que la condition physique, plus particulièrement l'endurance cardiorespiratoire, diminuerait avec l'âge également dès l'enfance.

L'objectif principal de notre étude était donc d'évaluer l'évolution du niveau de la condition physique chez des enfants dans le nord de la France. L'objectif secondaire était de situer les niveaux de condition physique de ces enfants par rapport aux normes françaises préexistantes [22]. Les normes nationales proposées se déclinent en fonction d'une échelle spécifique, exprimées en percentile pour chaque composante de la condition

physique. Les valeurs de référence sont les suivantes : très faible ($X < 10^{\text{ème}}$ centile); faible ($10^{\text{ème}}$ centile $\leq X < 30^{\text{ème}}$ centile); moyenne ($30^{\text{ème}}$ centile $\leq X < 70^{\text{ème}}$ centile); élevé ($70^{\text{ème}}$ centile $\leq X < 90^{\text{ème}}$ centile); et très élevé ($X \geq 90^{\text{ème}}$ centile).

Matériels et Méthodes

Schéma de l'étude

Les données sur la condition physique des jeunes Français présentées dans cette étude ont été recueillies dans le cadre du programme Diagnoform[®] (<https://irfo.fr/>). L'objectif principal de ce programme national non interventionnel est d'évaluer la condition physique d'un large échantillon de la population française à partir de 5 ans. Le programme est divisé en quatre catégories: (i) DiagnoKid pour les enfants âgés de 5 à 10 ans; (ii) DiagnoTonic pour les adolescents et les jeunes adultes âgés de 10 à 25 ans; (iii) DiagnoActif pour les adultes âgés de 25 à 60 ans; et (iv) DiagnoSanté pour les personnes âgées de plus de 60 ans. Ces mesures se déroulent soit dans une salle polyvalente (salle de sports), soit au sein de l'établissement scolaire (cour d'école).

Pour cette étude longitudinale, les données ont été recueillies en 2010 et 2013 chez les mêmes enfants âgés de $7,8 \pm 0,5$ ans en 2010. Les critères d'inclusion étaient : (i) garçons ou filles âgés entre 5 et 11 ans ; (ii) ne présentant aucune pathologie (blessure, fracture, entorse...) pouvant interférer dans la réalisation des tests de condition physique ; (iii) enfants scolarisés dans une école primaire publique ; (iv) acceptation des directeurs et enseignants de l'école ; (v) acceptation orale de l'enfant à réaliser les tests ; (vi) enfant ayant fait la première évaluation à T0 lors de l'évaluation 3 ans plus tard. Les critères de non-inclusion pour cette étude étaient : (i) l'absence de l'enfant le jour de l'évaluation ; (ii) la contre-indication à la pratique d'une activité physique et sportive également le jour de l'évaluation. La figure 1 présente le diagramme de flux de l'étude. En 2010, plusieurs

écoles de la communauté d'agglomération d'Hénin Beaumont et Carvin, dans la région des Hauts-de-France ont été invitées à participer au programme. Chaque directeur d'école et enseignant décidant de participer ou non. Sur les 40 écoles invitées, 31 ont accepté de participer au programme Diagnoform (soit 77,5% de taux de réponse positive). Pour chaque école ayant accepté de participer, 3 classes étaient évaluées (CP, CE1 et CE2), soit 93 classes. Sur les 1472 élèves, 1280 (soit 87,4% de participation) ont réalisés les tests de la mesure de la condition physique. Les raisons des 192 enfants n'ayant pu faire les tests sont l'absence de l'élève lors du jour de l'évaluation ou d'une contre-indication à la pratique d'une activité physique et sportive. En 2013, 545 enfants ont pu réaliser de nouveau les tests de condition physique, soit 42% de l'échantillon initial. Parmi les 545 enfants ayant participé à cette étude, 516 ont été inclus dans l'analyse statistique. En effet, 29 enfants n'ont pas pu être analysés dû au manque de références nationales pour certains âges (enfants âgés de moins de 6 ans et enfants âgés de plus de 11 ans). Dans le cadre de cette étude, les données étaient collectées par des professionnels de l'activité physique, issus de l'association organisatrice de l'événement. Ces professionnels se déplaçaient dans les écoles participantes et réalisaient les mesures soit dans la cour de récréation, soit dans la salle polyvalente de la commune en fonction des conditions météorologiques. Toutes les données obtenues auprès de l'organisateur (Institut des Rencontres de la Forme) de l'événement ont été anonymisées, déclarées et approuvées par la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL). Les objectifs du projet ont été soigneusement expliqués aux enfants et à leurs parents. Les enfants et/ou leurs parents pouvaient accepter ou refuser de participer à ces évaluations.

Mesures

Mesures anthropométriques

Les enfants ont été pesés, à l'aide d'une bascule électronique de précision (précision \pm 10 grammes) (Seca[®], Hambourg, Allemagne), mesurés avec une toise adaptée à l'âge (Seca[®], Hambourg, Allemagne). L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé à partir de la masse corporelle en kilogrammes, et de la taille en mètre du sujet ($IMC = \text{masse corporelle} / \text{taille}^2$, kg/m²). Le statut nutritionnel (dénutrition, poids normal, surpoids, obésité) des jeunes français a été évalué selon les courbes de corpulence prédéfinies selon l'âge et le sexe [23].

Condition physique

La condition physique a été évaluée par l'intermédiaire de la batterie Diagnoform (DiagnoKid), incorporant également certains tests de la batterie Eurofit (<https://irfo.fr/programme-diagnoform/diagnoform-kid/>) [22, 24]. Elle a été évaluée selon 4 composantes: endurance cardiorespiratoire, force musculaire (membres inférieurs), la vitesse, et l'agilité/coordination. Les tests ont été réalisés une seule fois. Une bonne validité et reproductibilité chez l'enfant de la batterie de ces tests ont été montrées précédemment [25-26]. Les mesures des différents tests ont été réalisées par l'organisateur et les enseignants, préalablement formés afin d'assurer une bonne qualité dans l'administration des consignes de tests et le recueil des données.

Endurance cardiorespiratoire

L'endurance cardiorespiratoire a été évaluée par le test navette 20 mètres durant 6 minutes [25]. Ce test a été validé par le test de terrain de référence, soit le test navette (20 mètres) de Luc Léger ($r = 0,78$; $p = 0,001$) [25]. Ce test montre également une bonne reproductibilité (coefficient de corrélation intra classe de 0,77). Le test se déroulait sur une piste de 20 mètres délimitée par des repères visuels. La consigne donnée à l'enfant était de

courir et marcher le plus vite possible entre les 2 lignes opposées d'une distance de 20 mètres durant 6 minutes. L'enfant devait faire l'aller en courant le plus vite possible et le retour vers la ligne de départ en marchant. Le test prenait fin lorsque l'enfant avait réalisé les 6 minutes du test. La distance parcourue par l'enfant était relevée et exprimée en mètres.

Force musculaire

La force musculaire des membres inférieurs a été évaluée par le test de saut en longueur sans élan. Ce test validé est rapide à mettre en place, simple, montre une bonne reproductibilité chez l'enfant et l'adolescent (coefficient de corrélation intra classe allant de 0,87 à 0,96) [25, 27-28]. La consigne donnée à l'enfant était de sauter le plus loin possible sans élan. Des lignes horizontales étaient tracées tous les 10 cm de distance, parallèlement et à partir de la ligne de départ du saut. La distance mesurée était celle comprise entre la ligne d'appel du saut et le point d'impact de l'arrière du talon le plus proche de la ligne du saut. Une seconde tentative était autorisée si l'enfant tombait en arrière ou entraînait en contact avec le sol avec une autre partie du corps. L'enfant se positionnait juste derrière la ligne avec les pieds au niveau de la largeur des épaules. Il pliait ses genoux avec les bras devant lui et parallèles à la terre. A l'aide d'un mouvement des bras vers l'arrière, l'enfant sautait le plus loin possible. Il devait se réceptionner sur les pieds. Si l'enfant mettait une main en arrière pour se réceptionner, la distance relevée était celle entre le point d'impact de la main et la ligne d'appel du saut. S'il mettait les mains en avant des pieds pour se rattraper, le saut était considéré comme non valide. La distance du saut mesurée par l'enfant était relevée et exprimée en centimètres.

Vitesse

La vitesse a été évaluée par un test de sprint sur un temps défini. Ce test montre une bonne reproductibilité chez l'enfant (coefficient de corrélation intra classe de 0,86) [25]. Le test consiste à courir le plus vite possible durant une période de 5 secondes. L'enfant partait en position debout et confortable, avec son pied d'appui juste derrière la ligne de départ. Après un décompte et au signal sonore, l'enfant s'élançait et devait parcourir la plus longue distance possible en 5 secondes. Le test était considéré comme terminé lorsque le compte à rebours atteignait zéro. La distance parcourue par l'enfant était enregistrée grâce à des marques au sol, et est exprimée en mètres.

Agilité/Coordination

L'agilité/coordination a été évaluée à l'aide du test de la marelle. Ce test montre une reproductibilité modérée chez l'enfant (coefficient de corrélation intra classe de 0,60) [25]. L'enfant devait accomplir le plus rapidement possible le test de la marelle. L'enfant partait en position debout et confortable, les pieds derrière la ligne de départ. Après un décompte et au signal sonore, l'enfant s'élançait et devait effectuer le test le plus rapidement possible. Le test était considéré comme terminé lorsque l'enfant avait franchi la ligne d'arrivée avec ses deux pieds, et est exprimé en secondes.

Analyses statistiques

Les variables quantitatives ont été décrites en terme de moyenne \pm écart-type et les variables qualitatives en fréquence (pourcentage). Pour étudier l'évolution entre 2010 et 2013 de la condition physique des enfants, notre étude s'appuie sur les normes de référence françaises [22]. Ainsi, pour chaque enfant, le résultat de chaque test physique est associé à un percentile des normes de référence. Pour chaque test physique, les percentiles de 2010 et de 2013 ont été comparés à l'aide du test des rangs signés de Wilcoxon, pour l'ensemble

des enfants, et selon les sous-groupes définis par le sexe ou le statut pondéral. L'étude de l'évolution du statut pondéral entre 2010 et 2013 a été réalisée à l'aide d'un test des rangs signés de Wilcoxon. Le niveau de significativité des tests a été fixé à 5%. Les données ont été analysées en utilisant le logiciel SAS version 9.4 (SAS Institute, Cary, NC) ainsi que le logiciel R Core Team (2019).

Résultats

Les caractéristiques des enfants qui ont participé à cette étude sont présentées dans le tableau 1. Le nombre de participants à cette étude était de 516 enfants de la région Hauts-de-France (254 garçons et 262 filles). En 2010, la moyenne de la taille et du poids étaient respectivement de $126,6 \pm 6,1$ cm pour les garçons, $125,5 \pm 6,0$ cm pour les filles, et $27,4 \pm 5,9$ kg pour les garçons et $26,6 \pm 5,6$ kg pour les filles. Parmi les participants, 24,8 % (n = 128) étaient en surpoids ou obèses (48,4 % (n = 62) et 51,6 % (n = 66) pour les garçons et les filles), 7,2 % (n = 37) étaient obèses (48,6 % (n = 18) et 51,4 % (n = 19) pour les garçons et les filles), et 8,5 % (n = 44) étaient dénutris (38,6 % (n = 17) et 61,4 % (n = 27) pour les garçons et les filles). En 2013, la moyenne de la taille et du poids étaient respectivement de $144,5 \pm 6,9$ cm pour les garçons, $145,7 \pm 7,6$ cm pour les filles, et $39,7 \pm 10,2$ kg pour les garçons et $40,2 \pm 9,9$ kg pour les filles. Parmi les participants, 26,6 % (n = 137) étaient en surpoids ou obèses (46,7 % (n = 64) et 53,3 % (n = 73) pour les garçons et les filles), 7,9 % (n = 41) étaient obèses (48,8 % (n = 20) et 51,2 % (n = 21) pour les garçons et les filles), et 10,3 % (n = 53) étaient dénutris (47,2 % (n = 25) et 52,8 % (n = 28) pour les garçons et les filles).

La Figure 2 montre une description de l'évolution du nombre d'enfants dans chaque catégorie du statut pondéral, en fonction des caractéristiques anthropométriques, entre 2010 et 2013. L'évolution du statut pondéral n'est pas significative entre 2010 et 2013 ($p =$

0.74). Parmi les 344 enfants ayant un statut pondéral normal en 2010, 40 et 28 enfants sont devenus en surpoids/obésité et dénutris, respectivement en 2013. A l'inverse, dans les 91 enfants classés en surpoids en 2010, 31 ont un statut pondéral normal en 2013, et 10 sont devenus obèses. Sur les 37 enfants obèses en 2010, 27 le sont restés en 2013 et 10 sont passés en surpoids. Pour finir, sur les 44 enfants dénutris en 2010, 19 sont passés à un statut pondéral normal en 2013, et 25 sont toujours classés en tant que dénutris.

Les résultats de l'évolution des niveaux des différentes composantes de la condition physique entre 2010 et 2013 au global et selon le sexe sont présentés dans le Tableau 2. Pour la composante de la vitesse, les résultats sont stables, montrant aucune évolution positive ou négative chez les garçons et les filles ($p > 0.05$). Chez les garçons, une évolution négative sur 3 ans est trouvée pour les composantes de la force musculaire (passage de la médiane du 70^{ème} percentile au 60^{ème} percentile), de l'agilité/coordination (passage de la médiane du 80^{ème} percentile au 60^{ème} percentile) et l'endurance cardiorespiratoire (passage de la médiane du 70^{ème} percentile au 60^{ème} percentile) ($p < 0.01$). Une dégradation du niveau de la condition physique est également retrouvée chez les filles pour les mêmes composantes entre 2010 et 2013 (force musculaire, agilité/coordination et endurance cardiorespiratoire) ($p < 0.0001$).

Les résultats observés dans le tableau 2 permettent également de situer le niveau de la condition physique des enfants de la région des Hauts-de-France par rapport aux normes nationales française. On constate que les garçons et les filles de cette région sont juste au niveau de la moyenne nationale (50^{ème} percentile) concernant la vitesse en 2010, tout comme en 2013. Pour les autres composantes de la condition physique, les résultats obtenus par les enfants de la région des Hauts-de-France sont au-dessus de la moyenne nationale en 2010 et 2013.

Les résultats de l'évolution des niveaux des différentes composantes de la condition physique entre 2010 et 2013 en fonction du statut pondéral sont présentés dans la Figure 3. Une diminution significative a été trouvée pour l'ensemble des composantes de la condition physique concernant les enfants normo-pondérés en 2010 et 2013 ($p < 0,05$). Pour les enfants normo-pondérés en 2010 devenus en surpoids ou obèse en 2013, on constate une diminution significative des performances aux tests de l'endurance cardiorespiratoire et de l'agilité/coordination ($p < 0,05$). Pour les enfants passant du statut pondéral surpoids à celui de normal, seulement les performances au test de coordination/agilité diminuent significativement ($p < 0,05$). Les enfants étant en surpoids ou obèses en 2010 et le restant en 2013, ont une dégradation significative de leur condition physique, quelle que soit la composante évaluée ($p < 0,05$). Aucune différence significative n'a été trouvée pour les enfants passant d'un statut pondéral normal au statut de dénutris.

Discussion

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer l'évolution du niveau de la condition physique chez des enfants dans le nord de la France, et de situer leurs niveaux de condition physique par rapport aux normes françaises préexistantes [22].

Le premier résultat qui ressort de notre étude est la dégradation des niveaux de la condition physique au fil des années que ce soit chez les garçons, comme chez les filles. Hormis la vitesse qui reste stable en terme d'évolution, les autres composantes évaluées (force musculaire, agilité/coordination et endurance cardiorespiratoire) ont diminué significativement entre l'enfance et le début de l'adolescence ($p < 0,01$). Nos résultats sont en accord avec une récente étude réalisée au Brésil [29]. Les auteurs ont montré dans un suivi longitudinal de 3 ans chez 375 enfants âgés, une diminution des performances au test d'endurance cardiorespiratoire entre 7 et 10 ans [29]. Toutefois, la comparaison avec nos

données restent difficile car la méthodologie de mesure de l'endurance cardiorespiratoire n'est pas identique. Aucune donnée sur l'évolution des autres composantes n'est disponible dans la littérature entre l'enfance et l'adolescence. Cette diminution de la condition physique durant le passage de l'enfance au début de l'adolescence est très préoccupante au vu des bénéfices santé que peut apporter une bonne condition physique [8-11].

Un second résultat de cette étude montre une diminution de la condition physique, quel que soit l'évolution du statut pondéral ($p < 0,05$). Contrairement à l'étude de Werneck et al, nous avons analysé les potentiels changements de la condition pouvant être liés aux changements des caractéristiques anthropométriques durant l'enfance à l'adolescence [29]. Plusieurs études ont effectivement démontrées que les performances dans les tests de mesure de la condition physique étaient plus faibles chez les enfants en surpoids ou obèses par rapport aux enfants normo-pondérés [22, 30-31]. Dans le même sens, plusieurs auteurs ont également montré des différences significatives dans les niveaux de la condition physique entre des enfants normo-pondérés et des enfants dénutris [32-33]. Nos résultats montrent que lorsque les caractéristiques anthropométriques de l'enfant se dégradent (passant normo-pondéré à un surpoids ou une obésité), la condition physique se dégrade. Les enfants passant de normo-pondéré à un statut de dénutrition, nous n'avons pas observé de diminution, ni d'amélioration de leur condition physique. Pour les enfants passant du statut pondéral surpoids à celui de normal, seuls les résultats au test de coordination/agilité diminuent significativement ($p < 0,05$). L'endurance cardiorespiratoire et la force musculaire ne diffèrent pas significativement pour ces enfants, marqueurs de référence pour la santé [2]. Toutefois, ce résultat est à prendre avec précaution car le nombre d'enfants passant de surpoids à normal est faible. Les résultats de notre étude sont en accord avec les précédentes études montrant les associations entre caractéristiques anthropométriques et les niveaux de condition physique chez l'enfant et l'adolescent [22,

30-33]. L'ensemble de nos résultats suggère de développer et de mettre en place des programmes d'intervention et/ou de promotion de la santé pour les enfants et les pré-adolescents avec pour objectifs d'augmenter leur niveau de condition physique sous toutes les composantes (force musculaire, endurance cardiorespiratoire, agilité/coordination) mais également leur temps d'activité physique modérée à vigoureuse quotidien, étroitement lié à la condition physique de l'individu.

Cette étude présente des forces et des limites. La première force de cette étude est le design longitudinal de ce travail, avec un suivi sur 3 années de 516 enfants, ce qui est rare dans les études en pédiatrie dû aux difficultés de réaliser des suivis de population dans cette tranche d'âge. Une autre force de l'étude est l'utilisation de procédures standardisées et l'harmonisation de la méthodologie pour évaluer la condition physique sur ces 3 années de suivi. Pour finir, le choix d'utiliser des tests validés ayant des normes de références nationales chez l'enfant et l'adolescent est également une force dans notre étude [22, 25]. La principale limite de cette étude est liée aux variables que nous n'avons pas évalués et qui peuvent jouer un rôle prépondérant dans la condition physique de l'enfant. En effet, les variables comportementales telles que l'activité physique quotidienne, les comportements sédentaires ou les habitudes alimentaires n'ont pas été évaluées dans cette étude. Par ailleurs, nous n'avons également pas contrôlé divers processus biologiques comme le développement pubertaire, la croissance et le stade de maturation affectant la condition physique [34]. Pour finir, la taille de l'échantillon est trop faible pour extrapoler nos résultats à l'échelle régionale des Hauts-de-France.

Conclusion

Nos résultats montrent que la condition physique des enfants de la région Hauts-de-France diminue entre l'enfance et le début de l'adolescence. Ces résultats indiquent

l'importance et la nécessité de développer et mettre en place des programmes d'intervention et/ou de promotion de la santé dans les écoles françaises afin d'améliorer la santé et la condition physique de ces enfants et adolescents.

Remerciements

Enfin nous remercions l'Institut des Rencontres de la Forme pour l'initiative du programme Diagnoform. Nous remercions également les responsables des écoles participantes, ainsi que les enfants ayant participé à ces évaluations longitudinales de la condition physique.

Références

1. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985; 100: 126-31.
2. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes* 2008; 32: 1-11.
3. Carnethon MR, Gidding SS, Nehgme R, Sidney S, Jacobs DR Jr, Liu K. Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA* 2003; 290: 3092-100.
4. Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, Lauderdale DS, Thisted RA, Wicklund RH, et al. Exercise capacity and the risk of death in women: the St James Women Take Heart Project. *Circulation* 2003; 108: 1554-9
5. Kurl S, Laukkanen JA, Rauramaa R, Lakka TA, Sivenius J, Salonen JT. Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Arch Intern Med* 2003; 163: 1682-8.
6. Metter EJ, Talbot LA, Schrager M, Conwit R. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002; 57: 359–65.
7. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002; 346: 793-8
Kurl et al, 2003; Metter et al 200201.

8. Ortega FB, Silventoinen K, Tynelius P, Rasmussen F. Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *BMJ* 2012; 345: e7279.
9. García-Hermoso A, Ramírez-Campillo R, Izquierdo M. Is muscular fitness associated with future health benefits in children and adolescents? A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Sports Med* 2019; 49: 1079–94.
10. Högström G, Nordström A, Nordström P. Aerobic fitness in late adolescence and the risk of early death: a prospective cohort study of 1.3 million Swedish men. *Int J Epidemiol* 2016; 45: 1159–68.
11. Smith JJ, Eather N, Morgan PJ, Plotnikoff RC, Faigenbaum AD, Lubans DR. The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2014; 44: 1209–23.
12. Blasquez Shigaki G, Barbosa CC, Batista MB, Romanzini CLP, Gonçalves EM, Serassuelo Junior H, et al. Tracking of health-related physical fitness between childhood and adulthood. *Am J Hum Biol* 2019; e23381.
13. Boreham C, Robson PJ, Gallagher AM, Cran GW, Savage JM, Murray LJ. Tracking of physical activity, fitness, body composition and diet from adolescence to young adulthood: The Young Hearts Project, Northern Ireland. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2004; 1: 14.
14. Van Oort C, Jackowski SA, Eisenmann JC, Sherar LB, Bailey DA, Mirwald R, et al. Tracking of aerobic fitness from adolescence to mid-adulthood. *Ann Hum Biol* 2013; 40: 547-53.

15. Trudeau F, Shephard RJ, Arsenault F, Laurencelle L. Tracking of physical fitness from childhood to adulthood. *Can J Appl Physiol* 2003; 28: 257–71.
16. Janz KF, Dawson JD, Mahoney LT. Tracking physical fitness and physical activity from childhood to adolescence: the muscatine study. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1250–57.
17. Matton L, Thomis M, Wijndaele K, Duvigneaud N, Beunen G, Claessens AL, et al. Tracking of physical fitness and physical activity from youth to adulthood in females. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 1114-20.
18. Fraser BJ, Schmidt MD, Huynh QL, Dwyer T, Venn AJ, Magnussen CG. Tracking of muscular strength and power from youth to young adulthood: Longitudinal findings from the Childhood Determinants of Adult Health Study. *J Sci Med Sport* 2017; 20: 927-31.
19. Castillo-Garzón MJ, Ruiz JR, Ortega FB, Gutiérrez A. Anti-aging therapy through fitness enhancement. *Clin Interv Aging* 2006; 1: 213-20.
20. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985; 100: 126-31.
21. Santé publique France. Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban) 2014-2016. Volet nutrition. Chapitre Activité physique et sédentarité. 2^e édition, Paris, 2020 : 1-58.

22. Vanhelst J, Ternynck C, Ovigneur H, Deschamps T. Normative health-related fitness values for French children: The Diagnoform Programme. *Scand J Med Sci Sports*. 2019 Nov 28.
23. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320: 1240-3.
24. Council of Europe. Testing Physical Fitness EUROFIT Experimental Battery: Provisional Handbook. Strasbourg, France: The Council, 1983.
25. Mouraby R, Tafflet M, Nassif H, Toussaint JF, Desgorces FD. Reliability and validity of Diagnoform fitness test procedure. *Science Sports* 2012; 27: 50-3.
26. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, Vicente-Rodriguez G, Bergman P, Hagströmer M, et al. Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA study. *Int J Obes* 2008; 32: S49–S57.
27. Tejero-Gonzalez CM, Martinez-Gomez D, Bayon-Serna J, Izquierdo-Gomez R, Castro-Piñero J, Veiga OL. Reliability of the alpha health-related fitness test battery in adolescents with down syndrome. *J Strength Cond Res* 2013; 27: 3221-4.
28. Vanhelst J, Béghin L, Fardy PS, Ulmer Z, Czaplicki G. Reliability of health-related physical fitness tests in adolescents: the MOVE Program. *Clin Physiol Funct Imaging* 2016; 36: 106-11.

29. Werneck AO, Silva DR, Agostinete RR, Fernandes RA, Valente-Dos-Santos J, Coelho-E-Silva MJ, et al. Tracking of cardiorespiratory fitness from childhood to early adolescence : moderation effect of somatic maturation. *Rev Paul Pediatr* 2019; 37: 338-44.
30. Brunet M, Chaput JP, Tremblay A. The association between low physical fitness and high body mass index or waist circumference is increasing with age in children: the 'Quebec en Forme' Project. *Int J Obes* 2007; 31: 637-43.
31. Chen LJ, Fox KR, Haase A, Wang JM. Obesity, fitness and health in Taiwanese children and adolescents. *Eur J Clin Nutr* 2006; 60: 1367-75.
32. Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Jiménez-Pavón D, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, et al. Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. The AVENA study. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20: 418-27.
33. Vanhelst J, Labreuche J, Beghin L, Drumez E, Fardy PS, Chapelot D, et al. Physical Fitness Reference Standards in French Youth: The BOUGE Program. *J Strength Cond Res* 2017; 31: 1709-18.
34. Malina RM, Beunen G, Lefevre J, Woynarowska B. Maturity-associated variation in peak oxygen uptake in active adolescent boys and girls. *Ann Hum Biol* 1997; 24: 19-31.

Légendes

Tableau 1. Caractéristiques des enfants ayant participé aux évaluations de la condition physique (2010 et 2013).

Tableau 2. Evolution des niveaux de la condition physique en fonction du sexe (2010 et 2013).

Figure 1. Diagramme de flux de l'étude.

Figure 2. Evolution des participants en fonction du statut pondéral entre 2010 et 2013.

Figure 3. Evolution des niveaux de la condition physique en fonction du statut pondéral (2010 et 2013).

Tableau 1. Caractéristiques des enfants ayant participé aux évaluations de la condition physique (2010 et 2013) (n = 516).

	2010	2013
Age (<i>an</i>)	7,7 ± 0,4	10,9 ± 0,4
Filles (%)	50,8	50,8
Taille (<i>cm</i>)	126,2 ± 6,0	145,1 ± 7,3
Poids (<i>kg</i>)	27,0 ± 5,8	40,0 ± 10,0
IMC (<i>kg/m²</i>)	16,8 ± 2,6	18,8 ± 3,7
Statut pondéral		
Dénutris (%)	8,5	10,3
Normaux-pondérés (%)	66,7	63,2
Surpoids (%)	17,6	7,9
Obèses (%)	7,2	18,6
Condition physique		
Endurance cardiorespiratoire (<i>m</i>)	790,0 ± 73,3	818,5 ± 84,2
Force musculaire (<i>cm</i>)	116,5 ± 20,6	133,2 ± 22,3
Vitesse (<i>m</i>)	21,5 ± 3,4	24,8 ± 2,6
Agilité/coordination (<i>sec</i>)	7,3 ± 1,6	6,5 ± 1,2

Tableau 2. Evolution des niveaux de la condition physique (percentile de la population de référence) entre 2010 et 2013, au global et selon le sexe (2010 et 2013).

	2010	2013	P
Endurance cardiorespiratoire			
<i>Global</i>	70 (50 à 90)	60 (40 à 80)	<0.0001
<i>Garçons</i>	70 (50 à 90)	60 (40 à 80)	0.004
<i>Filles</i>	70 (50 à 90)	60 (40 à 80)	<0.0001
Force musculaire			
<i>Global</i>	70 (30 à 80)	60 (30 à 80)	<0.0001
<i>Garçons</i>	70 (40 à 80)	60 (30 à 90)	0.003
<i>Filles</i>	70 (30 à 80)	50 (30 à 80)	<0.0001
Vitesse			
<i>Global</i>	50 (20 à 80)	50 (40 à 80)	0.04
<i>Garçons</i>	50 (20 à 80)	50 (40 à 80)	0.15
<i>Filles</i>	50 (20 à 80)	50 (30 à 80)	0.14
Agilité/coordination			
<i>Global</i>	80 (50 à 100)	60 (30 à 80)	<0.0001
<i>Garçons</i>	80 (50 à 90)	60 (40 à 80)	<0.0001
<i>Filles</i>	80 (50 à 100)	60 (30 à 80)	<0.0001

Remarque : les valeurs sont exprimées en médiane (IIQ) de percentiles

Abbréviation : IIQ, intervalle interquartiles

Les p-valeurs sont obtenues à l'aide de tests des rangs signés de Wilcoxon.

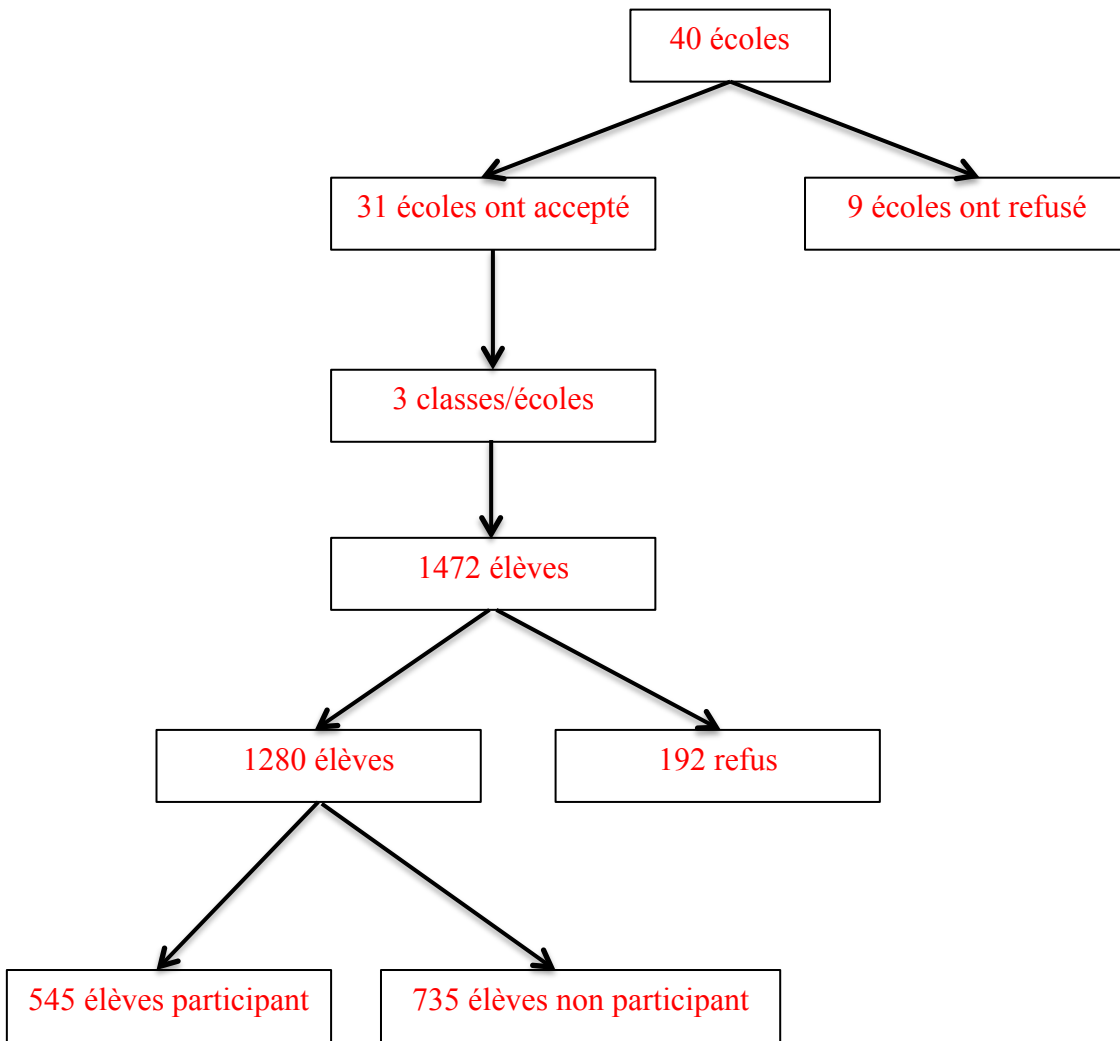


Figure 1. Diagramme de flux de l'étude.

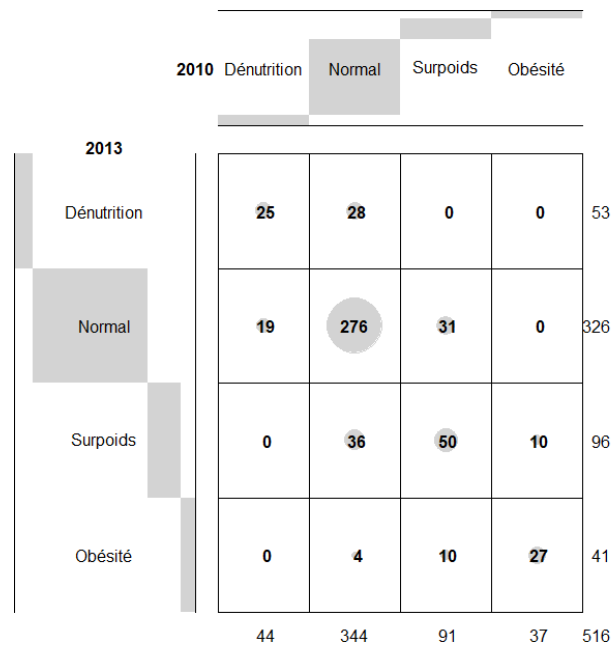


Figure 2 : Evolution des participants en fonction du statut pondéral entre 2010 et 2013.

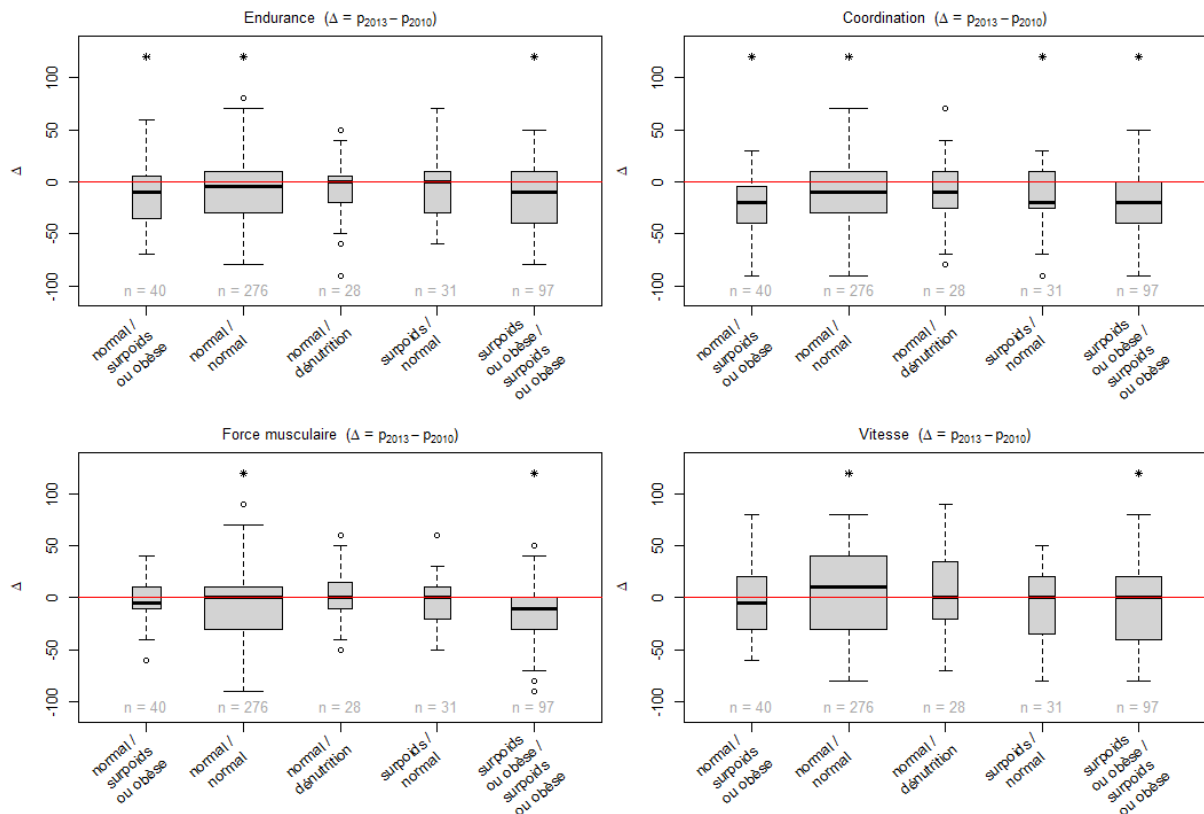


Figure 3 : Evolution des niveaux de la condition physique en fonction du statut pondéral (2010 et 2013).
Box plots des variations des percentiles (2013 – 2010) pour les sous-groupes d’enfants suivants:
 Statut “Normal” en 2010 vs Statut “Surpoids-Obèses” en 2013
 Statut “Normal” en 2010 vs Statut “Normal” en 2013
 Statut “Normal” en 2010 vs Statut “Dénutrition” en 2013
 Statut “Surpoids” en 2010 vs Statut “Normal” en 2013
 Statut “Surpoids-Obèses” en 2010 vs Statut “Surpoids-Obèses” en 2013
 * $p < 0.05$ comparant la distribution des percentiles en 2010 à celle de 2013 (test des rangs signés de Wilcoxon)
 dans chaque sous-groupe