



**HAL**  
open science

## **Indice de masse corporelle et condition physique chez 49 600 collégiens et lycéens de six régions françaises, 2007-2014**

Julien Schipman, Guillaume Saulière, Adrien Sedeaud, Thibault Deschamps,  
Hervé Ovigneur, Hervé Maillet, Geoffroy C.B. Berthelot, Jean-François  
Toussaint

### ► **To cite this version:**

Julien Schipman, Guillaume Saulière, Adrien Sedeaud, Thibault Deschamps, Hervé Ovigneur, et al..  
Indice de masse corporelle et condition physique chez 49 600 collégiens et lycéens de six régions  
françaises, 2007-2014. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire - BEH, 2015, 30-31, pp.552-561. hal-  
01775088

**HAL Id: hal-01775088**

**<https://insep.hal.science//hal-01775088>**

Submitted on 24 Apr 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## INDICE DE MASSE CORPORELLE ET CONDITION PHYSIQUE CHEZ 49 600 COLLÉGIENS ET LYCÉENS DE SIX RÉGIONS FRANÇAISES, 2007-2014

// BODY MASS INDEX AND PHYSICAL FITNESS AMONG 49,600 MIDDLE AND HIGH SCHOOL FRENCH STUDENTS IN SIX FRENCH REGIONS, 2007-2014

Julien Schipman<sup>1</sup> (irmes@insep.fr), Guillaume Saulière<sup>1</sup>, Adrien Sedeaud<sup>1,2</sup>, Thibault Deschamps<sup>3</sup>, Hervé Ovigneur<sup>3</sup>, Hervé Maillat<sup>3</sup>, Geoffroy Berthelot<sup>1</sup>, Jean-François Toussaint<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche biomédicale et d'épidémiologie du sport (Irmes), Paris, France

<sup>2</sup> EA 7329, Université Paris-Descartes, Sorbonne Paris Cité, Paris, France

<sup>3</sup> Diagnoform, Ligue Nord-Pas-de-Calais d'athlétisme, Villeneuve-d'Ascq, France

<sup>4</sup> Centre d'investigations en médecine du sport, Hôtel-Dieu, Assistance publique-Hôpitaux de Paris, Paris, France

Soumis le 15.09.2014 // Date of submission: 09.15.2014

### Résumé // Abstract

**Introduction** – La sédentarité devient un enjeu majeur de société. Dans un contexte d'inactivité croissante, la condition physique représente désormais un important déterminant de santé autant qu'un objectif des politiques publiques, nationales et européennes, ciblant en particulier les plus jeunes. L'objectif de notre étude était d'analyser le lien entre ce déterminant de santé et l'indice de masse corporelle (IMC) chez l'adolescent.

**Méthode** – Des tests de condition physique ont été réalisés entre 2007 et 2014 dans six régions de France chez 49 631 collégiens et lycéens âgés de 11 à 18 ans. Les distributions des vitesses de sprint et au test navette de 3 minutes ont été cartographiées par âge, sexe et indice de masse corporelle (IMC) selon des analyses de variance et des fonctions de densité.

**Résultats** – Les vitesses moyennes réalisées au test navette et de sprint ne varient pas au cours de la période, mais progressent avec l'âge. Elles sont plus élevées chez les garçons. Les enfants avec un IMC normal présentent des vitesses de course plus élevées que ceux en surpoids ou obèses ( $p < 0,05$ ). Les fonctions de densité selon les gradients de vitesse permettent d'identifier un intervalle d'IMC optimal pour la condition physique.

**Discussion-Conclusion** – La condition physique des enfants et adolescents, appréciée par les vitesses au test navette et de sprint, varie selon le sexe et l'âge. Comme les fonctions de survie ou de performance athlétique, elle répond de manière asymétrique aux variations d'IMC, selon le manque de masse musculaire active ou l'excès de masse adipeuse. Un poids de forme dans l'intervalle d'IMC normal est associé à une condition physique optimale. Par la simplicité de sa mesure, la condition physique (appréciée par la vitesse de déplacement) peut être utilisée comme indicateur du niveau d'activité physique pratiqué afin d'en évaluer les impacts sanitaires sur de larges populations.

**Introduction** – The lack of physical activity is a major societal challenge. In a context of increasing inactivity, physical fitness represents not only an important health indicator, but also one of the objectives of public, national and European policies targeted at the youngest populations. The aim of this investigation is to study the link between two determinants of health: body mass index (BMI) and physical fitness in teenagers.

**Methods** – Physical fitness tests were carried out from 2007 to 2014 in six French regions among 49,631 high school children, aged from 11 to 18 years old. Sprint and endurance speed distributions, as well as the 3 minute shuttle-run sprint test, were assessed by age, sex and BMI through analyzes of variance and density functions.

**Results** – The mean speeds measured in endurance and sprint tests do not vary over time, but progress with age. They are higher in boys. Children with normal BMI have higher mean speeds than overweight or obese ones ( $p < 0.05$ ). Density functions according to speed gradients identify an optimal BMI range for physical fitness.

**Discussion-Conclusion** – Children and adolescents physical fitness varies with sex and age in response to speed distributions during sprint and shuttle-run sprint tests. As with the functions of survival or athletic performance, it changes with BMI as a result of a lack of active muscle mass or excess body fat. A healthy weight in the ideal BMI range allows for an optimal fitness. To simplify its measure, physical fitness (assessed by the speed of movement) can be used as an indicator of the level of physical activity practiced to assess health impacts on large populations.

---

**Mots-clés** : Condition physique, Endurance, Test navette, Sprint, Indice de masse corporelle  
// **Keywords** : Physical condition, Endurance, Shuttle test, Sprint, Body mass index

---

## Introduction

Déterminant majeur de santé<sup>1</sup>, la condition physique se développe dans un équilibre subtil entre exercice et récupération, hygiène, sommeil et nutrition. Elle peut être évaluée en testant les capacités individuelles lors d'activités quotidiennes (de marche, de course...).

Évaluées dans 28 pays chez 25 millions d'enfants de 9 à 17 ans, les vitesses de déplacement sur des tests d'endurance ont montré une réduction importante des capacités aérobies entre 1970 et 2003. Les mêmes résultats ont été obtenus pour les épreuves anaérobies de puissance et de sprint<sup>2</sup>. Cette tendance ne cesse de se confirmer<sup>3</sup> : les enfants sont aujourd'hui moins performants physiquement que ne l'étaient leurs parents au même âge. Compte tenu des liens établis entre condition physique et indicateurs de santé<sup>4</sup> ou de survie<sup>5</sup>, ces chiffres augurent de détériorations sanitaires possiblement fortes à moyen terme.

La sédentarité est désormais ciblée comme un enjeu majeur de santé publique<sup>6</sup>, aux conséquences comparables à celles du tabagisme<sup>7</sup>. Elle fait l'objet de politiques préventives de plus en plus nombreuses, sur tous les continents, à mesure qu'on en conçoit mieux les impacts. Cependant, les comportements sédentaires progressent dans la plupart des pays alors que la pratique d'activités physiques ou sportives (APS) décline. Touchant plus d'une personne sur cinq dans le monde, la progression de l'inactivité est parallèle à la croissance des économies nationales et suit, dans un paradoxe qui n'est qu'apparent, l'indice de développement humain<sup>8</sup>. De fait, dans les pays occidentalisés, près d'un adolescent sur quatre n'est pas en mesure de réaliser les 60 minutes recommandées d'exercice quotidien<sup>9</sup>.

En miroir de cette immobilisation croissante et de l'expansion d'une « civilisation des assis », le taux de prévalence de l'obésité des enfants, mesuré dans l'Étude nationale nutrition santé, augmente pour se situer à 3,5% en France, avec une prévalence du surpoids de 14,3%<sup>10</sup>. Les mêmes tendances ont été constatées dans tous les pays développés, avec des prévalences souvent plus importantes encore<sup>11</sup>.

La mesure des indices de condition physique en population ne peut être appréhendée sans une perspective morphologique : l'étude des caractères biométriques primaires (poids, taille, indice de masse corporelle) montre en effet des intervalles d'optimisation, quelle que soit la nature (muscle ou graisse) de la masse corporelle<sup>12</sup>, selon les contraintes spécifiques de chaque discipline.

Le développement d'outils de mesure<sup>13</sup> pour de grandes populations révèle des indicateurs très précis<sup>14</sup> qui pourraient permettre une surveillance sanitaire pertinente. La vitesse de déplacement est ainsi l'un des indicateurs discriminants de la mortalité globale et de la probabilité de survie dans certains groupes<sup>15</sup>. Appréciant les capacités d'endurance et de sprint, la vitesse mesurée dans ces différentes conditions peut représenter un indicateur

de performance populationnel important dans le cadre d'un suivi de long terme.

L'objectif de cette étude était d'analyser le lien entre l'indice de masse corporelle (IMC) et la condition physique chez l'adolescent.

## Méthode

### Recrutement

Les tests d'évaluation des capacités sur un test navette de 3 minutes et de sprint (Diagnoform<sup>13</sup>) ont été réalisés lors d'événements scolaires rassemblant les classes d'un même ou de plusieurs collèges et lycées bénévoles de six régions françaises (Alsace, Lorraine, Île-de-France, Nord-Pas-de-Calais, Pays de Loire et Rhône-Alpes). Entre 2007 et 2014, ces rassemblements ont été organisés à la demande de conseillers municipaux, de directeurs ou de professeurs des établissements, avec l'accord du conseil régional dont dépendait la structure. L'objectif était de mesurer les capacités d'endurance sur un test navette et sur une épreuve de sprint et de sensibiliser les collégiens, les lycéens et leurs encadrants à la prévention par l'APS.

### Condition de participation

Tous les collégiens et lycéens de ces établissements ont été invités dans le cadre du cours d'éducation physique ou sportive. À partir de 15 ans, un questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique (Q-AAP<sup>(1)</sup>) était complété avant les tests d'évaluation par chacun des participants.

### Données

Les données de vitesse ont été mesurées et collectées par les organisateurs<sup>14</sup> et confrontées aux données de poids, de taille (mesurés le jour de l'événement) et d'IMC. Inscrites sur une base de données commune déclarée à la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil), elles ont été transmises de manière anonyme à l'Institut de recherche biomédicale et d'épidémiologie du sport (Irmes) par les équipes Diagnoform. Cette étude a été soumise et approuvée par le comité scientifique de l'Irmes.

### Variables

Les données recueillies regroupaient : âge, sexe, indice de masse corporelle ( $IMC = \text{poids}/\text{taille}^2$ , en  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) et deux critères de vitesse (m/s) mesurés<sup>13</sup>. La catégorisation de l'IMC pour les enfants était basée sur les courbes de corpulence françaises, reprises dans le Plan national nutrition santé et les seuils de l'*International Obesity Task Force* (IOTF)<sup>16</sup> avec les critères IOTF<sub>25</sub> et IOTF<sub>30</sub> définissant surpoids et obésité. Les enfants avec un IMC inférieur au 3<sup>e</sup> percentile étaient considérés en insuffisance pondérale.

<sup>(1)</sup> <http://www.csep.ca/cmfiles/publications/parq/Q-AAP.pdf>

## Test navette et de sprint

Dans cette étude, deux valeurs de vitesse sont mesurées : l'une ( $V_E$ ) obtenue lors d'une épreuve de course navette et l'autre ( $V_S$ ) lors d'une épreuve de sprint<sup>13</sup>.

Test navette de 3 mn : les enfants doivent parcourir la plus grande distance possible durant une période de course de 3 minutes, en allers-retours sur un couloir balisé de 20 mètres. La distance totale parcourue est rapportée aux 180 secondes de durée du test pour obtenir la vitesse en endurance  $V_E$ .

Test de sprint : l'épreuve consiste à parcourir le plus rapidement possible une distance de 30 mètres dans un couloir balisé. Cette distance est rapportée au temps chronométré pour le calcul de la vitesse  $V_S$ .

## Analyses statistiques

### Comparaison

Une analyse de variance non paramétrique de Kruskal-Wallis et les tests *post hoc* de Siegel et Castellan ont été utilisés pour établir la différence entre catégories d'âge, de sexe et d'IMC.

Le test non-paramétrique de Mann-Whitney a été utilisé pour analyser les différences de vitesses par âge et par année.

Le seuil de significativité pour l'ensemble de ces tests a été fixé à  $p=0,05$ . Les analyses ont été réalisées avec les logiciels R 3.1.0 et MATLAB 7.13.

### Estimation de la densité

Les fonctions de densité, développées pour les études de biométrie en population, permettent d'analyser des indicateurs intriqués dans un paysage phénotypique donné<sup>12,17</sup>. La densité détaille la structure de distribution de chacune des valeurs de la population étudiée et en révèle les intervalles d'optimisation<sup>12,17,18</sup>

Soit  $X$ , représentant l'IMC des enfants et  $Y$  le pourcentage de vitesse atteinte, de telle sorte que les données d'un individu de l'échantillon soient exprimées par  $X_i, Y_i$ , avec  $X_i \in [10,6 ; 59,7 \text{ kg/m}^2]$  et  $Y_i \in [30 ; 100\%]$ . La densité des IMC a été estimée par les nœuds de la matrice  $M$ . Les limites de  $M$  ont été choisies afin de contenir tous les  $X_i$  et  $Y_i$ . Les limites inférieures [ $L_x ; L_y$ ] ont été définies comme le plus grand nombre entier ne dépassant pas  $\min(X_i), \min(Y_i)$ . Les limites supérieures [ $U_x ; U_y$ ] ont été définies comme le plus petit nombre entier non inférieur à  $\max(X_i), \max(Y_i)$ . Pour éviter la perte d'informations due à une résolution de maillage insuffisante, une valeur de  $\alpha=4$  (résolution la plus représentée à tous les âges) a été utilisée.

## Résultats

Les trois régions les plus représentées sont l'Alsace (12 601 enfants), le Nord-Pas-de-Calais (14 922 enfants) et Rhône Alpes (17 424 enfants) (tableau 1). La participation moyenne des élèves par établissement sur la période de l'étude est de 89% dans les collèges et de 66,5% dans les lycées.

Entre 2007 et 2014, aucune différence significative n'est observée sur les mesures de vitesse du test navette de 3 minutes et du test de sprint pour chacune des tranches d'âge de l'échantillon (tableau 2).

L'IMC des garçons et des filles pour chaque tranche d'âge ne présente pas de différence significative sur cette période. La prévalence de l'insuffisance pondérale pour les adolescents reste inférieure à 3,5%. Dans cet échantillon, la prévalence de surpoids et de l'obésité chez les collégiens est supérieure à celle des lycéens, variant de  $18,41 \pm 2,5\%$ , entre 11 et 14 ans, à  $9,16 \pm 1,77$  entre 15 et 18 ans chez les filles, et de  $20,31 \pm 1,46\%$  entre 11 et 14 ans à  $14,81 \pm 1,25$  entre 15 et 18 ans chez les garçons (moyenne  $\pm 1ET$ ) (tableau 3).

### Évolution des vitesses sur les tests navette et de sprint en fonction de l'âge

Au test navette, les vitesses féminines augmentent en moyenne de 0,03 m/s par an jusqu'à 2,85 m/s à 13 ans ( $p<0,01$ ), puis se maintiennent autour de cette valeur (+0,01 m/s par an,  $p=NS$ ). Les vitesses masculines augmentent de 0,09 m/s par an jusqu'à 3,34 m/s à 15 ans ( $p<0,01$ ), stagnent entre 16 et 17 ans, puis augmentent de nouveau à l'âge de 18 ans (+0,15 m/s).

En sprint, les vitesses féminines augmentent en moyenne de 0,16 m/s par an entre 11 et 15 ans ( $p<0,01$ ) puis stagnent (-0,04 m/s par an,  $p=NS$ ). Les vitesses masculines croissent chaque année entre 11 et 15 ans (+0,29 m/s par an,  $p<0,01$ ). Cette progression ralentit des trois quart par la suite puis augmente de nouveau à l'âge de 18 ans (tableau 4).

### Évolution des vitesses sur les tests navette et de sprint en fonction de l'IMC

Selon les catégories d'IMC (poids normal, surpoids, obésité), les vitesses moyennes évoluent avec l'âge de façon parallèle. Les vitesses moyennes de la tranche d'IMC normal sont constamment supérieures à celles des catégories surpoids et obésité. Sur l'ensemble des tranches d'âge, et pour les deux sexes, les enfants de poids normal se déplacent à des vitesses supérieures à celles des catégories surpoids et obésité, tant sur le test navette qu'en sprint (figure 1).

À 11 ans (entrée au collège), à 14 ans (sortie du collège) et à 17-18 ans (sortie du lycée), les vitesses les plus élevées aux tests de sprint et navette sont constamment obtenues par des enfants situés dans l'intervalle de poids normal. Pour ces trois tranches d'âge, les vitesses progressent en fonction de l'IMC jusqu'à une valeur maximale située dans l'intervalle optimum d'IMC, puis régressent régulièrement à mesure que celui-ci continue d'augmenter. Avec l'âge, le pic et l'intervalle optimum (zone verte visible) qui l'encadre se décalent vers la droite (vers des valeurs plus élevées d'IMC, figure 2A).

L'analyse des fonctions de densité (figure 2B pour les vitesses de sprint) montre le décalage progressif avec l'âge des IMC optimaux pour la majorité des enfants (zone centrale rouge) : [16,6-19,4 kg/m<sup>2</sup>] à 11 ans, [17,5-19,8 kg/m<sup>2</sup>] à 14 ans puis [20,6-23,4 kg/m<sup>2</sup>]

Tableau 1

**Répartition de l'échantillon de collégiens et lycéens de six régions françaises, par sexe, selon la région et l'âge et par année, 2007-2014**

	Filles (N)	Garçons (N)	Total (N)
<b>Région</b>			
Alsace	5 930	6 671	12 601
Lorraine	531	709	1 240
Île-de-France	860	1 056	1 916
Nord-Pas-de-Calais	6 946	7 976	14 922
Pays de la Loire	912	798	1 710
Rhône-Alpes	7 858	9 384	17 242
<b>Âge</b>			
11 ans	3 889	3 962	7 851
12 ans	4 699	551	10 050
13 ans	3 118	3 661	6 779
14 ans	2 269	2 886	5 155
15 ans	4 586	4 998	9 584
16 ans	2 570	3 222	5 792
17 ans	1 134	1 480	2 614
18 ans	772	1 034	1 806
<b>Année</b>			
2007	480	675	1 155
2008	3 337	3 453	6 790
2009	1 685	2 231	3 916
2010	3 181	4 694	7 875
2011	5 557	5 629	11 186
2012	4 527	5 356	9 883
2013	2 544	2 892	5 436
2014	1 726	1 664	3 390
<b>Total</b>	<b>23 037</b>	<b>26 594</b>	<b>49 631</b>

à 17-18 ans. Plus les valeurs d'IMC s'éloignent de ces optima, plus les vitesses obtenues aux tests diminuent (figure 2B).

## Discussion

Les capacités d'endurance sur un test navette et de vitesse maximale (sprint) peuvent être évaluées à partir de tests simples développés pour des mesures en population générale<sup>14</sup>. La vitesse obtenue lors de ces tests met en lumière les capacités physiques de l'adolescent. Dans notre échantillon, les résultats montrent des liens forts entre âge, sexe, IMC et vitesse autour d'intervalles optimaux d'IMC évoluant avec l'âge<sup>19</sup>. Ces intervalles permettent d'accéder aux meilleures

performances et sont aussi associés dans la littérature aux taux de morbidité<sup>20</sup> et de mortalité<sup>21</sup> les plus faibles.

## Surpoids et obésité entre 2007 et 2014

Les taux moyens d'IMC retrouvés sur la période d'évaluation ainsi que les pourcentages d'enfants en surpoids ou obésité sont similaires à ceux de l'enquête nationale nutrition santé (ENNS) de 2006-2007<sup>10</sup> et confirmés par une très large étude internationale récente<sup>11</sup> dans laquelle les prévalences françaises chez les enfants de moins de 20 ans en 2013 sont très proches de nos valeurs. De fait, le grand nombre de mesures réalisées intègre la distribution de ces valeurs en population.

Tableau 2

**Vitesse moyenne (en m/s) de collégiens et lycéens de six régions françaises pour le test navette de 3 minutes et le test de sprint, selon l'âge et par année, 2007-2014**

2a Test navette	11 ans		12 ans		13 ans		14 ans		15 ans		16 ans		17 ans		18 ans	
	Moy	ET														
2007	2,98	0,29	2,92	0,32	3,00	0,38	3,16	0,43	3,08	0,43	3,07	0,45	3,05	0,45	3,27	0,48
2008	2,80	0,30	2,85	0,32	2,86	0,38	2,98	0,36	3,00	0,45	2,98	0,45	2,98	0,50	3,23	0,51
2009	2,89	0,39	2,91	0,35	3,01	0,35	3,06	0,39	3,11	0,39	3,20	0,45	3,24	0,44	3,30	0,44
2010	2,92	0,37	2,94	0,35	3,00	0,36	3,10	0,40	3,18	0,43	3,15	0,48	3,15	0,49	3,26	0,44
2011	2,95	0,33	2,96	0,36	3,03	0,40	3,06	0,43	3,09	0,46	3,07	0,50	2,99	0,57	3,04	0,52
2012	2,86	0,41	2,91	0,42	2,95	0,45	3,01	0,48	3,08	0,46	3,06	0,52	3,09	0,56	3,22	0,59
2013	2,83	0,37	2,96	0,42	2,99	0,45	3,01	0,47	3,10	0,46	3,08	0,51	3,05	0,58	3,47	0,47
2014	2,99	0,39	2,92	0,43	2,97	0,42	3,06	0,40	3,15	0,41	3,11	0,44	2,99	0,48	3,17	0,43

2b Test sprint	11 ans		12 ans		13 ans		14 ans		15 ans		16 ans		17 ans		18 ans	
	Moy	ET														
2007	5,29	0,44	5,32	0,49	5,34	0,51	5,48	0,59	5,54	0,64	5,48	0,72	5,61	0,78	6,01	0,78
2008	5,08	0,55	5,21	0,56	5,32	0,64	5,71	0,76	5,74	0,79	5,47	0,73	5,56	0,76	6,00	0,82
2009	5,01	0,51	5,15	0,52	5,37	0,55	5,55	0,63	5,77	0,74	6,04	0,69	6,14	0,76	6,24	0,69
2010	5,20	0,74	5,31	0,68	5,42	0,62	5,70	0,76	5,88	0,78	5,88	0,81	6,03	0,89	6,07	0,70
2011	5,23	0,61	5,37	0,68	5,56	0,70	5,79	0,77	5,99	0,83	6,02	0,93	5,87	1,02	5,96	0,99
2012	5,09	0,59	5,27	0,66	5,47	0,82	5,73	0,78	6,15	0,96	6,22	0,99	6,07	1,00	6,15	0,90
2013	5,07	0,57	5,24	0,61	5,34	0,68	5,77	0,86	6,04	0,92	6,07	0,98	6,33	0,95	7,08	1,04
2014	5,29	0,60	5,30	0,60	5,42	0,63	6,07	0,84	6,37*	0,85	6,23	0,90	6,06	0,85	6,26	0,74

Moy : moyenne ; ET : écart-type.

Test non paramétrique de Mann-Whitney. Le seuil de significativité pour l'ensemble de ces tests a été fixé à  $p < 0,05$ .

\*  $p = 0,06$ .

Tableau 3

**Répartition (en %) de l'indice de masse corporelle par âge chez les filles et garçons de six régions françaises, 2007-2014**

Âge (ans)	Insuffisance pondérale*		Poids normal**		Surpoids***		Obésité****	
	Filles	Garçons	Filles	Garçons	Filles	Garçons	Filles	Garçons
11	2,70	2,47	76,06	76,53	16,33	16,36	4,91	4,64
12	3,28	2,97	77,17	75,95	15,41	16,28	4,15	4,80
13	2,82	3,09	79,89	75,88	13,66	15,71	3,62	5,33
14	1,63	2,95	82,81	78,93	12,78	14,14	2,78	3,98
15	2,22	1,98	88,66	82,57	7,72	12,59	1,40	2,86
16	2,14	2,36	91,01	82,00	4,82	12,51	2,02	3,13
17	3,44	2,36	85,45	82,43	8,47	12,36	2,65	2,84
18	2,46	1,93	87,95	85,11	7,64	10,64	1,94	2,32

\* < au 3<sup>e</sup> percentile.

\*\* entre le 3<sup>e</sup> percentile et l'IOTF25.

\*\*\* entre l'IOTF25 et l'IOTF30.

\*\*\*\* > à l'IOTF30.

Tableau 4

Vitesse moyenne (en m/s) d'un échantillon de collégiens et lycéens de six régions françaises pour les tests navette de 3 minutes et de sprint, par sexe et âge, 2007-2014

Âge (ans)	Vitesse d'endurance (m/s)							Vitesse de sprint (m/s)						
	Filles			Garçons			p <sup>1</sup>	Filles			Garçons			p <sup>1</sup>
	Moy	ET	p <sup>2</sup>	Moy	ET	p <sup>2</sup>		Moy	ET	p <sup>2</sup>	Moy	ET	p <sup>2</sup>	
11	2,79	0,33		2,97	0,36			4,99	0,55		5,27	0,62		
12	2,81	0,33	*	3,01	0,38	*		5,11	0,58	*	5,41	0,64	*	
13	2,85	0,37	*	3,09	0,40	*		5,24	0,62	*	5,60	0,70	*	
14	2,84	0,39		3,21	0,41	*		5,41	0,69	*	5,98	0,75	*	
15	2,85	0,36		3,34	0,39	*		5,64	0,76	*	6,42	0,81	*	
16	2,78	0,38		3,34	0,41			5,46	0,72		6,43	0,81		
17	2,73	0,40		3,34	0,44			5,31	0,71		6,44	0,75		
18	2,88	0,44	*	3,49	0,41	*		5,52	0,70	*	6,61	0,71	*	

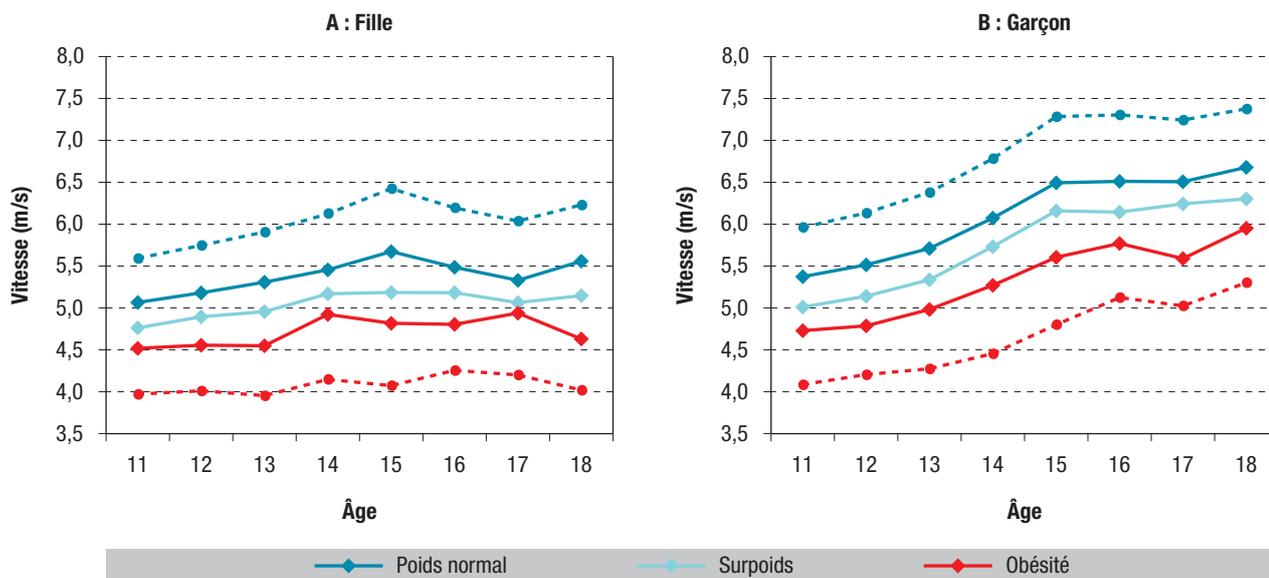
Moy : moyenne ; ET : écart-type.

p<sup>1</sup> : comparaison filles-garçons.

p<sup>2</sup> : comparaison par rapport à l'âge précédent.

Figure 1

Vitesse moyenne (en m/s) de sprint par âge, sexe et catégorie d'indice de masse corporelle chez les filles (A) et les garçons (B) dans six régions françaises, 2007-2014



Note : L'enveloppe supérieure (pointillés verts) représente l'écart-type supérieur de la courbe de la catégorie poids normal et l'enveloppe inférieure (pointillés rouges) définit l'écart type inférieur de la courbe d'obésité (les écart-types de la courbe du groupe surpoids sont comparables aux valeurs de ces deux catégories).

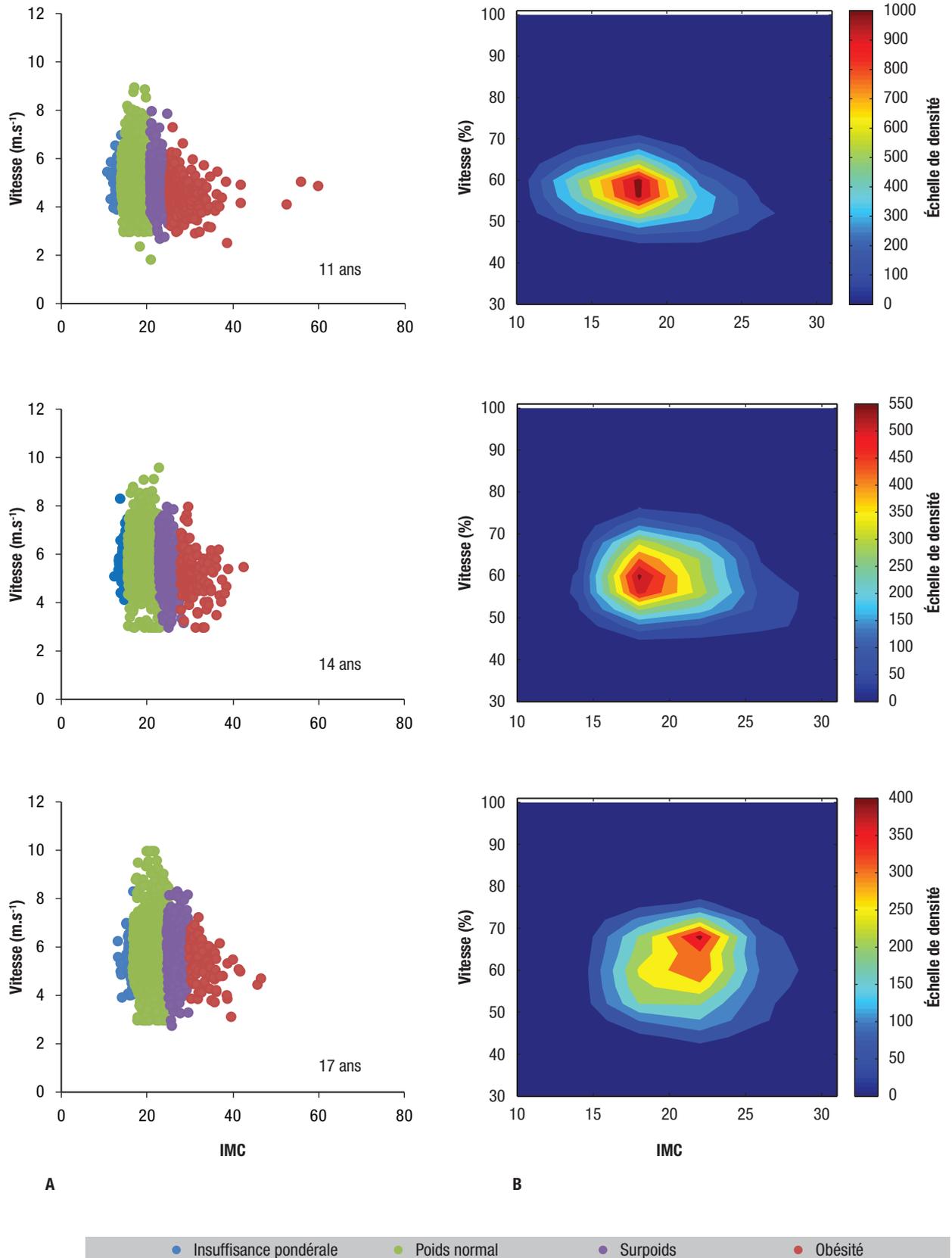
### Vitesses aux tests navette et de sprint selon le sexe, l'âge et l'IMC

Le sexe détermine une partie des différences de capacités physiques. Dans notre échantillon, les garçons ont une vitesse moyenne plus élevée à tous les âges, pour le test navette comme pour le test de sprint, en raison principalement d'une consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max) et d'une masse musculaire<sup>22</sup>

plus importantes. Cette différence, qui s'accroît à partir de 14 ans, est due à une augmentation de masse musculaire plus marquée chez le garçon, ce qui impacte de manière directe la vitesse de déplacement. Au-delà de 18 ans, cette différence demeure en population générale ; elle est similaire à celle constatée dans les disciplines d'athlétisme, avec un écart moyen de 10,7% entre hommes et femmes<sup>23</sup>. Plusieurs hypothèses pourraient expliquer les résultats

Figure 2

Vitesses de sprint (en m/s) d'un échantillon de collégiens et lycéens de six régions françaises, selon l'indice de masse corporelle (IMC) à l'entrée au collège (11 ans), la dernière année de collège (14 ans) et la dernière année de lycée (17 ans), 2007-2014. 2A : Distribution des vitesses et des IMC individuels. 2B : Fonctions de densité de la vitesse et IMC pour l'ensemble des enfants dans chacune des trois années



Note : la figure 2B montre la centration autour du pic et de l'intervalle optimal, quel que soit le niveau de performance. L'échelle de densité varie du bleu foncé, illustrant les valeurs de densité les plus basses, au rouge foncé, correspondant aux valeurs de densité les plus élevées.

féminins : durant l'enfance, et malgré une capacité égale à celle des garçons, les filles se perçoivent parfois comme moins habiles dans les APS, ce qui les amène à les délaisser plus précocement.

Par ailleurs, l'environnement familial et scolaire ne valorise pas autant l'APS chez les filles que chez les garçons. Ceci pourrait se traduire par un manque d'investissement et d'intérêt et, par ce biais, impacter également les résultats.

Indépendamment des fluctuations de certaines tranches d'âge (résultats féminins entre 13 et 17 ans), les capacités d'endurance et de vitesse maximale progressent durant l'enfance et l'adolescence. Cette relation âge-vitesse est caractéristique du développement humain et peut être représentée par une fonction bi-exponentielle, caractérisant avec une très grande adéquation ( $r^2=0,99$ ) la phase de croissance chez l'enfant autant que celle du déclin chez la personne âgée, en population générale<sup>14</sup> comme dans les groupes de haut niveau<sup>24</sup>.

Sur les tests navette de 3 minutes et de sprint, les enfants en surpoids ou obèses développent des vitesses moins élevées que ceux de poids normal. Une adiposité importante est associée à des capacités plus faibles d'endurance et de sprint tandis que la masse grasse et l'adiposité sont plus faibles chez les plus actifs<sup>25</sup>. Par ailleurs, l'obésité diminue les capacités musculaires squelettiques (régénératives en particulier) par le biais d'une altération fonctionnelle des cellules satellites médiée par les résistances à l'insuline et à la leptine<sup>26</sup>. Le niveau de condition physique initial, les facteurs personnels (biologiques, psychosociologiques, comportementaux, hygiène), socioculturels et environnementaux sont autant de facteurs à prendre en compte pour expliquer ces résultats et pas seulement l'IMC, qui résulte des interactions de tous ces facteurs.

Par ailleurs, les filles en insuffisance pondérale présentent les mêmes vitesses de déplacement sur les deux tests que celles de poids normal tandis que les garçons de 16 à 18 ans présentent des vitesses d'endurance et de sprint similaires à ceux en surpoids. Cette différence pourrait s'expliquer dans la mesure où les filles atteignent leur pic de croissance pondérale un à deux ans avant les garçons<sup>26</sup>. Ces derniers sont par ailleurs plus impactés sur le sprint en cas de déficit de masse musculaire, utile aux efforts brefs de type anaérobie<sup>12</sup>. Enfin, la mesure de l'IMC chez l'enfant doit prendre en compte des interdépendances de taille, en particulier pour les premiers et derniers centiles<sup>27</sup>.

L'analyse des performances en fonction de l'IMC souligne que plus la vitesse augmente, plus l'intervalle des IMC se rétrécit autour d'une valeur optimale, qui se retrouve ici chez les enfants de poids normal. Les fonctions de densité montrent une « centration » des vitesses de déplacement au sein de ces intervalles, non liée au niveau de performance mais dépendante de l'âge : chez les enfants de poids normal, vitesse et IMC augmentent parallèlement durant l'adolescence. Ceci s'illustre à travers le décalage de la zone la plus dense vers la droite (IMC) et vers le haut (vitesse).

Ces tendances, similaires à ce que l'on retrouve pour les maxima<sup>12</sup>, montrent l'intérêt de la mesure chez les enfants et la cohérence des résultats des tests de condition physique en population générale. Elles justifient de développer l'étude de leurs interdépendances avec les grands indices biométriques. L'IMC montre ici une double signification : celle, habituelle, d'une mesure de la masse grasse et de l'obésité et celle d'une mesure de la masse musculaire active révélatrice de la condition physique (par une évaluation de l'énergie embarquée et de la puissance potentielle)<sup>12</sup>.

### Mesure de la condition physique

Une vitesse de déplacement élevée correspond à des capacités d'endurance et de sprint plus importantes. Mesurée ici par des tests dès l'enfance et l'adolescence, la vitesse est prédictive des capacités physiques et de l'état de santé à l'âge adulte<sup>28</sup>. Un enfant présentant des vitesses d'endurance et de sprint au-dessus de la moyenne révèle une condition physique supérieure, que l'on constate, plus tard, associée à une plus longue durée<sup>17,24</sup> et une meilleure qualité de vie<sup>29</sup>.

Dans la constante recherche d'équilibres nutritionnels et énergétiques en population<sup>30</sup>, la simple mesure de la vitesse de déplacement pourrait être utilisée comme un indicateur de santé<sup>15</sup>, complémentaire de l'IMC utilisé initialement pour le suivi des courbes de corpulence jusqu'à l'âge de 18 ans. Cet indicateur permet de fournir une double lecture (en termes de capacités physiques et d'optimisations possibles) et peut constituer un élément essentiel de la surveillance à long terme de l'évolution des maladies métaboliques<sup>15</sup>. Les facteurs de risque cardiovasculaire (cholestérol, résistance à l'insuline...) sont ainsi plus favorables chez les adolescents dont l'endurance aérobie est la plus élevée<sup>1</sup>. La vitesse de déplacement est multifactorielle. Elle répond au développement de plusieurs optima, tels que l'âge ou l'IMC ; l'environnement ainsi que les contextes économique ou géopolitique jouent également un rôle<sup>32</sup>. Les campagnes de promotion de santé ciblant les enfants et les adolescents doivent intégrer la dimension de dépense énergétique totale et prendre en considération l'activité dans sa globalité, de même que l'environnement et les freins personnels associés<sup>33</sup> et, plus encore, la dimension de plaisir<sup>34</sup>.

### Limite de l'étude

Dans cette étude transversale, l'échantillon et les périodes d'évaluation sont dépendantes des établissements scolaires bénévoles et des organisateurs. Les équipes étendent à présent les tests sur l'ensemble du territoire afin d'obtenir un échantillon complètement représentatif de la population française permettant de suivre à 4 ans, et à plus long terme, les premières populations évaluées.

### Conclusion

Cette étude fournit des mesures sur les capacités d'endurance et de sprint de collégiens et lycéens français entre 2007 et 2014. Ces capacités progressent

principalement entre 11 et 15 ans et sont plus élevées, quel que soit l'âge, chez les garçons. La mise en parallèle de l'IMC, selon l'âge et le niveau de capacités, montre l'importance de ce paramètre de suivi dès l'enfance : les adolescents de poids normal ont une meilleure condition physique.

Ces tests en population doivent être poursuivis dans les années à venir dans la mesure où la condition physique, comme le poids et l'inactivité, représente un enjeu croissant de santé publique aux échelles nationale, européenne et internationale<sup>35</sup>. Ils seront essentiels pour mesurer les impacts sanitaires positifs de l'amélioration ou négatifs de la détérioration des capacités physiques. De même, ils permettront de confirmer que les enfants et adolescents avec une bonne condition physique (tout comme ceux qui la récupèrent avec la reprise d'une activité physique ou sportive) présentent les risques sanitaires les plus faibles. Cette association forte nécessite maintenant d'être testée dans de plus larges études longitudinales. ■

### Remerciements

Nous remercions la ligue Nord-Pas de Calais d'athlétisme pour son étroite collaboration, ainsi que les équipes de l'Institut national du sport, de l'expertise et de la performance (Insep). Merci à Andy Marc, Adrien Marck et Hala Nassif pour leur apport et la pertinence de leurs commentaires.

### Références

[1] Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjörström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes*. 2008;32(1):1-11.

[2] Tomkinson GR. Global changes in anaerobic fitness test performance of children and adolescents (1958-2003). *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17(5):497-507.

[3] Tomkinson GR, Annandale M, Ferrar K. Global Changes in Cardiovascular endurance of children and youth since 1964: Systematic analysis of 25 million fitness test results from 28 countries. *Circulation*. 2013;128(22):22.

[4] O'Keefe JH, Vogel R, Lavie CJ, Cordain L. Achieving hunter-gatherer fitness in the 21(st) century: back to the future. *Am J Med*. 2010;123(12):1082-6.

[5] 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(11):793-801.

[6] Organisation mondiale de la santé, Bureau régional de l'Europe. Plan d'action pour la mise en œuvre de la stratégie européenne contre les maladies non transmissibles (prévention et lutte) 2012-2016. Copenhague: Bureau régional de l'OMS pour l'Europe; 2012. 35 p. <http://www.euro.who.int/fr/publications/abstracts/action-plan-for-implementation-of-the-european-strategy-for-the-prevention-and-control-of-noncommunicable-diseases-20122016>

[7] Wen CP, Wai JP, Tsai MK, Yang YC, Cheng TYD, Lee MC, et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet*. 2011;378(9798):1244-53.

[8] Dumith SC, Hallal PC, Reis RS, Kohl HW 3rd. Worldwide prevalence of physical inactivity and its association with human development index in 76 countries. *Prev Med*. 2011;53(1-2):24-8.

[9] Guthold R, Cowan MJ, Autenrieth CS, Kann L, Riley LM. Physical activity and sedentary behavior among schoolchildren: a 34-country comparison. *J Pediatr*. 2010;157(1):43-9.e1.

[10] Castetbon K, Hercberg S ; Usen. Étude nationale nutrition santé, ENNS, 2006. Situation nutritionnelle en France en 2006 selon les indicateurs d'objectif et les repères du Programme national nutrition santé (PNNS). Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2007. 74 p. [http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice\\_display&id=3793](http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=3793)

[11] Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;384(9945):766-81.

[12] Sedeaud A, Marc A, Marck A, Dor F, Schipman J, Dorsey M, et al. BMI, a performance parameter for speed improvement. *PLoS One*. 2014;9(2):e90183. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0090183>

[13] Mouraby R, Tafflet M, Nassif H, Toussaint JF, Desgorces FD. Fiabilité et validation de la batterie de tests physiques Diagnoform. *Science Sports*. 2012;27(1):50-3.

[14] Nassif H, Sedeaud A, Abidh E, Schipman J, Tafflet M, Deschamps T, et al. Monitoring fitness levels and detecting implications for health in a French population: an observational study. *BMJ Open*. 2012;2:e001022. <http://bmjopen.bmj.com/content/2/5/e001022.long>

[15] Stanaway FF, Gnjjidic D, Blyth FM, Le Couteur DG, Naganathan V, Waite L, et al. How fast does the Grim Reaper walk? Receiver operating characteristics curve analysis in healthy men aged 70 and over. *BMJ*. 2011;343:d7679. <http://www.bmj.com/content/343/bmj.d7679.long>

[16] Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320(7244):1240-3.

[17] Antero-Jacquemin JD, Berthelot G, Marck A, Noirez P, Latouche A, Toussaint JF. Learning from leaders: Life-span trends in Olympians and supercentenarians. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;pii: glu130.

[18] Haïda A, Dor F, Guillaume M, Quinquis L, Marc A, Marquet LA, et al. Environment and scheduling effects on sprint and middle distance running performances. *PLoS One*. 2013;8(11):e79548. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0079548>

[19] Hughes V. The big fat truth. *Nature*. 2013;497(7450):428-30.

[20] Berrington de Gonzalez A, Hartge P, Cerhan JR, Flint AJ, Hannan L, MacInnis RJ, et al. Body-Mass Index and mortality among 1.46 million white adults. *N Engl J Med*. 2010;363(23):2211-9.

[21] Grover SA, Kaouache M, Rempel P, Joseph L, Dawes M, Lau DC, et al. Years of life lost and healthy life-years lost from diabetes and cardiovascular disease in overweight and obese people: a modelling study. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2015;3(2):114-22.

[22] Krahenbul GS, Skinner JS, Kohrt WM. Developmental aspects of maximal aerobic power in children. *Exerc Sports Sci Rev*. 1985;13:503-36.

[23] Thibault V, Guillaume M, Berthelot G, Helou NE, Schaal K, Quinquis L, et al. Women and men in sport performance: The gender gap has note evolved since 1983. *J Sports Sci Med*. 2010;9(2):214-23.

[24] Berthelot G, Len S, Hellard P, Tafflet M, Guillaume M, Vollmer JC, et al. Exponential growth combined with exponential decline explains lifetime performance evolution in individual and human species. *Age (Dordr)*. 2012;34(4):1001-9.

[25] Moore LL, Nguyen US, Rothman KJ, Cupples LA, Ellison RC. Preschool physical activity level and change in body fatness in young children. The Framingham Children's Study. *Am J Epidemiol*. 1995;142(9):982-8.

[26] Akhmedov D, Berdeaux R. The effects of obesity on skeletal muscle regeneration. *Front Physiol*. 2013;4:371.

[27] Tanner JM. Growth at adolescence: with a general consideration of the effects of hereditary and environmental factors upon growth and maturation from birth to maturity. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1962. 364 p.

[28] Bonthuis M, Jager KJ, Abu-Hanna A, Verrina E, Schaefer F, van Stralen KJ. Application of body mass index according to height-age in short and tall children. *PLoS One*. 2013;8(8):e72068. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0072068>

[29] Ruiz JR, Castro-Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Sjöström M, Suni J, *et al.* Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2009;43(12):909-23.

[30] Activité physique : contextes et effets sur la santé. Expertise collective. Paris: Institut national de la santé et de la recherche médicale, 2008. 864 p. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/084000534/index.shtml>

[31] Berthelot G, Sedeaud A, Marck A, Antero-Jacquemin J, Desgorces F, Toussaint JF. Rules of complexity explain performance limits in human sports. *Exerc Sports Sci Rev*. 2015 (sous presse).

[32] Guillaume M, Helou NE, Nassif H, Berthelot G, Len S, Thibault V, *et al.* Success in developing regions: world

records evolution through a geopolitical prism. *PLoS One*. 2013;8(10):e7573. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0007573>

[33] Naughton GA, Carlson JS, Greene DA. A challenge to fitness testing in primary schools. *J Sci Med Sport*. 2006;9(1-2):40-5.

[34] Toussaint JF. Retrouver sa liberté de mouvement - PNAPS : plan national de prévention par l'activité physique et sportive. Paris: Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative; 2008. 295 p. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/084000769/index.shtml>

[35] Council recommendation on promoting health-enhancing physical activity across sectors. Brussels: Council of the European Union; 2013. 17 p. [http://ec.europa.eu/sport/library/news-documents/hepa\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/sport/library/news-documents/hepa_en.pdf)

#### Citer cet article

Schipman J, Saulière G, Sedeaud A, Deschamps T, Ovigneur H, Maillet H. Indice de masse corporelle et condition physique chez 49 600 collégiens et lycéens de six régions françaises. *Bull Epidémiol Hebd*. 2015;(30-31):552-61. [http://www.invs.sante.fr/beh/2015/30-31/2015\\_30-31\\_2.html](http://www.invs.sante.fr/beh/2015/30-31/2015_30-31_2.html)

## ARTICLE // Article

### LA PRATIQUE DE JEUX EN PLEIN AIR CHEZ LES ENFANTS DE 3 À 10 ANS DANS L'ÉTUDE NATIONALE NUTRITION SANTÉ (ENNS, 2006-2007)

// OUTDOOR PLAYING IN 3-10 YEAR-OLD CHILDREN IN THE FRENCH NUTRITION AND HEALTH SURVEY (ENNS, 2006-2007)

Benoît Salanave<sup>1</sup> ([benoit.salanave@univ-paris13.fr](mailto:benoit.salanave@univ-paris13.fr)), Charlotte Verdot<sup>1</sup>, Valérie Deschamps<sup>1</sup>, Michel Vernay<sup>2</sup>, Serge Hercberg<sup>3</sup>, Katia Castetbon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unité de surveillance périnatale et nutritionnelle (Uspen), Institut de veille sanitaire (InVS), Université Paris 13, Bobigny, France

<sup>2</sup> Institut de veille sanitaire (InVS), Saint Maurice, France

<sup>3</sup> Équipe de recherche en épidémiologie nutritionnelle (Eren), UMR U1153 Inserm U1125 Inra/Cnam/Université Paris 13/Hôpital Avicenne, Centre de recherche en épidémiologie et biostatistique Sorbonne-Paris-Cité, Bobigny, France

Soumis le 05.02.2015 // Date of submission: 02.05.2015

#### Résumé // Abstract

**Objectif** – Les jeux en plein air contribuent de façon importante à l'activité physique globale chez les jeunes enfants. Notre objectif est de décrire, à partir des données de l'Étude nationale nutrition santé (ENNS, 2006-2007), les pratiques de jeux en plein air des enfants âgés de 3 à 10 ans et d'en étudier les relations avec les caractéristiques sociodémographiques, la corpulence et la sédentarité.

**Méthodes** – ENNS a été réalisée sur un échantillon aléatoire de la population résidant en France métropolitaine. Les données concernant les enfants de 3 à 10 ans ont été recueillies en face-à-face par des diététiciens ; 808 enfants ont été inclus dans l'étude. Le nombre de jours pendant lesquels l'enfant avait pratiqué des jeux en plein air et le temps passé devant la télévision, un ordinateur ou des jeux vidéo, ont été recueillis séparément pour les jours d'école et les jours avec peu ou pas d'école. Des analyses par régression logistique ont été menées.

**Résultats** – Pendant les jours d'école, 39% des enfants de 3 à 10 ans ne jouaient jamais en plein air. Seuls 50% des enfants pratiquaient des jeux en plein air au moins 2 jours d'école par semaine. Cette proportion était significativement moins élevée chez les enfants en surpoids ou obèses (33%) que chez ceux de corpulence normale (52%), et chez les enfants passant 2 heures ou plus par jour devant la télévision (37%) par rapport à ceux la regardant moins de 2 heures par jour (56%). La pratique de jeux en plein air était moindre également chez les enfants résidant dans l'agglomération parisienne, chez ceux issus d'un ménage dont la personne de référence était « employé ou ouvrier » ou dont les revenus par unité de consommation étaient dans les 15% les plus bas ou les 15% les plus élevés.