

Activité physique ou sportive : des bénéfices pour la santé à tout âge // Sport or physical activity : health benefits at any age

Coordination scientifique // Scientific coordination

Jean-François Toussaint, Institut de recherche biomédicale et d'épidémiologie du sport (Irmes), Institut national du sport, de l'expertise et de la performance (Insep), Paris, France

Et pour le Comité de rédaction du BEH : **Jocelyne Rajnchapel-Messaï** et **Hélène Therre**, Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

SOMMAIRE // Contents

ÉDITORIAL // Editorial

Face aux progrès constants de la sédentarité, les gouvernements doivent promouvoir toutes les stratégies favorisant l'activité physique ou sportive
// With the undeniable progress of sedentarity, governments must promote all strategies that favor the practice of physical activity and sportp. 544

Jean-François Toussaint

Directeur de l'Institut de recherche biomédicale et d'épidémiologie du sport (Irmes), Institut national du sport, de l'expertise et de la performance (Insep), Paris, France; Président du groupe Adaptation et prospective du Haut Conseil de la santé publique

ARTICLE // Article

Les bénéfices de l'activité physique chez les plus de 50 ans. Revue bibliographique
// Beneficial effects of physical activity after fifty years. Literature reviewp. 545

Daniel Rivière

Service d'exploration de la fonction respiratoire et de médecine du sport, Hôpital Larrey, Toulouse, France

ARTICLE // Article

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, 2007-2014p. 552

Julien Schipman et coll.

Institut de recherche biomédicale et d'épidémiologie du sport (Irmes), Paris, France

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 National Nutrition and Health Survey (ENNS, 2006-2007)p. 561

Benoît Salanave et coll.

Unité de surveillance périnatale et nutritionnelle (Uspen), Institut de veille sanitaire (InVS), Université Paris 13, Bobigny, France

ARTICLE // Article

Transports actifs et santé : programme européen TAPAS et évaluation d'impact sanitaire à Barcelone (Espagne)
// Active transports and health: the TAPAS research programme and health impact assessments in Barcelona (Spain)p. 570

Audrey de Nazelle

Centre for Environmental Policy, Imperial College, Londres, Royaume-Uni

ARTICLE // Article

Épidémiologie des accidents traumatiques en pratique sportive en France
// Epidemiology of traumatic sport injuries in Francep. 580

Bertrand Thélot et coll.

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

La reproduction (totale ou partielle) du BEH est soumise à l'accord préalable de l'InVS. Conformément à l'article L. 122-5 du code de la propriété intellectuelle, les courtes citations ne sont pas soumises à autorisation préalable, sous réserve que soient indiqués clairement le nom de l'auteur et la source, et qu'elles ne portent pas atteinte à l'intégrité et à l'esprit de l'oeuvre. Les atteintes au droit d'auteur attaché au BEH sont passibles d'un contentieux devant la juridiction compétente.

Retrouvez ce numéro ainsi que les archives du Bulletin épidémiologique hebdomadaire sur <http://www.invs.sante.fr/Publications-et-outils/BEH-Bulletin-epidemiologique-hebdomadaire>

Directeur de la publication : François Bourdillon, directeur général de l'InVS et de l'Inpes
Rédactrice en chef : Judith Benrekassa, InVS, redactionBEH@invs.sante.fr
Rédactrice en chef adjointe : Jocelyne Rajnchapel-Messaï
Secrétaire de rédaction : Farida Mihoub
Comité de rédaction : Dr Juliette Bloch, Anses ; Cécile Brouard, InVS ; Dr Sandrine Danet, HCAAM ; Mounia El Yamani, InVS ; Dr Claire Fuhrman, InVS ; Dr Bertrand Gagnière, Cire Ouest ; Dr Nathalie Jourdan-Da Silva, InVS ; Agnès Lefranc, InVS ; Dr Marie-Eve Raguenaud, Cire Limousin/Poitou-Charentes ; Dr Sylvie Rey, Drees ; Hélène Therre, InVS ; Stéphanie Toutain, Université Paris Descartes ; Dr Philippe Tuppin, CnamTS ; Pr Isabelle Villena, CHU Reims.
Institut de veille sanitaire - Site Internet : <http://www.invs.sante.fr>
Préresse : Jouve
ISSN : 1953-8030

FACE AUX PROGRÈS CONSTANTS DE LA SÉDENTARITÉ, LES GOUVERNEMENTS DOIVENT PROMOUVOIR TOUTES LES STRATÉGIES FAVORISANT L'ACTIVITÉ PHYSIQUE OU SPORTIVE

// WITH THE INDENIABLE PROGRESS OF SEDENTARITY, GOVERNMENTS MUST PROMOTE ALL STRATEGIES THAT FAVOR THE PRACTICE OF PHYSICAL ACTIVITY AND SPORT

Jean-François Toussaint

Directeur de l'institut de recherche biomédicale et d'épidémiologie du sport (Irmes), Institut national du sport, de l'expertise et de la performance (Insep), Paris, France ; Président du groupe Adaptation et prospective du Haut Conseil de la santé publique

L'activité physique ou sportive (APS) constitue un véritable phénomène de société. Tant par ses conséquences économiques ou culturelles que par ses effets sanitaires, le corps en mouvement devient enjeu d'équilibre quotidien pour nos concitoyens autant qu'objet d'étude pour les sciences humaines et les sciences de la vie et, plus encore, une cible des politiques internationales de santé et d'éducation.

L'APS est en effet l'un des moyens les plus efficaces pour réduire l'incidence des maladies non transmissibles. Vingt-cinq siècles après Hippocrate, qui l'affirmait déjà, ses bienfaits ne cessent de remplir le champ des publications : réduction du risque de maladies cardiovasculaires ou métaboliques et de nombreux cancers, amélioration de la santé mentale et des capacités cognitives chez l'enfant, préservation de la mémoire chez le sujet âgé. Tous concourent à l'augmentation démontrée des trois années de vie en bonne santé.

Tout a été dit et montré.

Malgré cela, toutes les formes de la sédentarité - les plus évidentes comme les plus sinueuses - ne cessent de se répandre, en particulier chez les plus jeunes d'entre nous.

L'effort physique représente pourtant une excellente épreuve sollicitant la totalité des capacités physiologiques héritées de l'histoire adaptative du vivant. Mais il peut aussi révéler les limites de notre organisme. L'intolérance à l'effort constitue alors le premier symptôme d'une insuffisance d'organe ou d'un vieillissement accéléré. Enfin, l'activité physique adaptée, élément déterminant de la prévention et de la prise en charge de nombreuses maladies, devient un domaine de compétence et de formation spécifique qu'il convient d'utiliser à bon escient pour la prévention, l'éducation ou le soin des personnes en situation de handicap, vieillissantes ou souffrantes. Elle devient une véritable option thérapeutique non médicamenteuse pour de nombreuses affections : c'est bien le sens de l'amendement n° AS1477 inclus dans la Loi de santé adoptée cette année.

De nombreux efforts ont été réalisés dans notre pays, le Plan national d'actions pour les mobilités

actives en témoigne une fois de plus¹, ainsi que dans les États-membres de l'Union européenne (dont s'est inspiré le plan de prévention américain *Let's Move* soutenu par Michelle Obama). L'idée d'une activité physique bienfaisante pour la santé (*Health-Enhancing Physical Activity* ou *HEPA*) a ainsi été promue à l'échelle internationale, instruisant aussi la première recommandation dans le domaine du sport émise en novembre 2013 par le Conseil des ministres européens².

Ce numéro spécial du BEH regroupe quelques-unes des plus claires démonstrations : l'acquisition très précoce des repères de motricité par le jeu (B. Salanave *et coll.*), les liens entre équilibre corporel et activité physique chez l'adolescent (J. Schipman *et coll.*), la prévention chez les plus âgés (D. Rivière *et coll.*), sans oublier l'évaluation du risque spécifique lié à chaque activité (B. Thélot *et coll.*) et des principales innovations : le rôle d'une compréhension plus globale des relations entre APS et qualité environnementale (A. de Nazelle *et coll.*), pour un domaine en pleine expansion qui contribuera certainement aux objectifs de Santé 2020³ de l'Organisation mondiale de la santé. ■

Références

[1] Décret n° 2015-808 du 2 juillet 2015 relatif au plan d'actions pour les mobilités actives et au stationnement. http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=2D2F23B7952CC5EE09EA83D35B6A5D09.tpdlia20v_2?cidTexte=LEGI TEXT000030838946&dateTexte=20160101

[2] Council recommendation on promoting health-enhancing physical activity across sectors. Brussels: Council of the European Union; 2013. http://ec.europa.eu/sport/news/2013/20131129b_en.htm

[3] Santé 2020 : cadre politique et stratégie. Copenhagen (Danemark): Organisation mondiale de la santé, Bureau régional de l'Europe; 2013. 219 p. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/215258/Health2020-Long-Fre.pdf?ua=1

Citer cet article

Toussaint JF. Éditorial. Face aux progrès constants de la sédentarité, les gouvernements doivent promouvoir toutes les stratégies favorisant l'activité physique ou sportive. *Bull Epidemiol Hebd.* 2015;(30-31):544. http://www.invs.sante.fr/beh/2015/30-31/2015_30-31_0.html

LES BÉNÉFICES DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE CHEZ LES PLUS DE 50 ANS. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE // BENEFICIAL EFFECTS OF PHYSICAL ACTIVITY AFTER FIFTY YEARS. LITERATURE REVIEW

Daniel Rivière (riviere.d@chu-toulouse.fr), Ludivine Ruffel, Fabien Pillard

Service d'exploration de la fonction respiratoire et de médecine du sport, Hôpital Larrey, Toulouse, France

Soumis le 25.08.2014 // Date of submission: 08.25.2014

Résumé // Abstract

Les preuves scientifiques des bénéfices des activités physiques (AP) au cours de l'avancée en âge, en particulier après 50 ans, s'accumulent au moment où le vieillissement de la population, en particulier en France, devient un véritable enjeu de santé publique. Ces bienfaits, qui concernent tous les appareils et systèmes du corps humain, permettent un « vieillissement réussi » mais surtout, et c'est tout l'enjeu des politiques actuelles de santé publique, permettraient de lutter contre la « fragilité », de maintenir l'autonomie et de prévenir la dépendance.

Cette revue focalise, à partir d'une bibliographie postérieure à 2008 et essentiellement basée sur des revues et méta-analyses, sur les bénéfices de la pratique d'une activité physique sur les systèmes cardiovasculaire, locomoteur, neurocognitif et immunitaire, et sur leurs conséquences sur la qualité et l'espérance de vie. Les méfaits potentiels d'une activité physique mal conduite, plus particulièrement sur les appareils cardiovasculaire et locomoteur, sont également abordés. Un bref aperçu des recommandations actuelles en matière d'activité physique pour la santé chez les personnes avançant en âge est donné en fin de revue.

The scientific evidence of the beneficial effects of physical activity (PA) during the advance in age, especially after 50 years, accumulate at a time when the population ageing, in particular in France, becomes a real public health issue. These benefits, that concern all of the human body systems, would allow "successful ageing" but above all, they represent a real stake in current public health policies, and could contribute to fight "frailty", maintain autonomy, and prevent dependence. Based on a bibliography posterior to 2008 targeted at reviews and meta-analyses, this literature review focuses on the cardiovascular, musculoskeletal, neuro-cognitive, and immune benefits and their consequences on the quality of life and life expectancy. Potential adverse effects of inaccurate physical activity, particularly on cardiovascular and musculoskeletal systems, are also discussed. A brief survey of the current recommendations for physical activity for health during the advance in age is given at the end of review.

Mots-clés : Activité physique, Vieillesse, Appareil cardiovasculaire, Appareil locomoteur, Espérance de vie, Recommandations

// Keywords: Exercise, Elderly, Cardiovascular system, Musculoskeletal system, Life expectancy, Recommendations

Introduction

Le vieillissement correspond à l'ensemble des processus physiologiques et psychologiques qui modifient la structure et les fonctions de l'organisme avec le temps. Il s'accompagne d'une diminution des capacités fonctionnelles de l'organisme, induisant une réduction de sa capacité d'adaptation aux situations d'agression (notamment les pathologies aiguës). Cette réduction fonctionnelle est très variable d'un organe à l'autre et, à âge égal, l'altération d'une fonction donnée varie fortement d'un individu âgé à l'autre¹.

Les seniors - encore appelés, suivant les revues et/ou rapports, population âgée ou avançant en âge ou plus simplement « les âgés » - ont longtemps été dichotomisés en deux groupes : celui des personnes « en bonne santé » et celui des personnes « malades » (porteuses de pathologies chroniques)

et/ou dépendantes. Dans ces groupes, le rôle des activités physiques (AP) s'inscrit soit dans un axe de prévention primaire pour accompagner le vieillissement (le « *successful aging* » des Anglo-Saxons), soit dans un axe de prévention tertiaire et de prise en charge thérapeutique pour le 2^e groupe. Aujourd'hui apparaît un 3^e groupe, celui des personnes dites « fragiles », qui présentent une diminution multisystémique des réserves fonctionnelles amenant une vulnérabilité avec un risque de dépendance, d'institutionnalisation et de décès^{2,3}. C'est ce dernier point qui est particulièrement d'actualité dans le but du maintien de l'autonomie des personnes avançant en âge.

Le récent rapport de JP. Aquino : « Anticiper pour une autonomie préservée : un enjeu de société »⁴ fait une part importante aux AP. Dans les suites de ce rapport, la Direction des sports, la Direction générale

de la santé et la Direction générale de la cohésion sociale ont mis en place un groupe de travail interministériel intitulé « Dispositif d'activités physiques et sportives en direction des âgés ». Ce groupe de travail était chargé d'apporter des réponses spécifiques pour les personnes âgées sans risques de santé identifiés et pour les personnes âgées fragiles à risque de perte d'autonomie (l'état de fragilité étant dans une certaine mesure « réversible »), sans oublier celles déjà « dépendantes » en et hors institutions⁵. Ainsi, à quelque titre que cela soit, les bienfaits des AP pour les seniors deviennent un véritable enjeu de santé publique, comme l'a souligné récemment l'Académie de médecine⁶. Mais, « le mieux étant souvent l'ennemi du bien », il est bon de commencer par des conseils de prudence.

Risques potentiels des activités physiques et sportives

Au sens strict, l'AP se définit comme « tout mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques entraînant une augmentation de la dépense énergétique au-dessus de la dépense de repos ». Elle regroupe les activités professionnelles et de la vie courante et les activités de loisirs structurées (en particulier sportives) ou non.

Si les bienfaits des AP sont reconnus et s'il est certain que la sédentarité est un facteur de risque de diverses pathologies, on ne doit pas cacher que le sport de compétition, et même le « sport de loisir » dit de haut niveau, peuvent avoir des effets néfastes. Le danger existe pour le sédentaire « repent », qui prend conscience de sa surcharge adipeuse ou de son hypercholestérolémie, et qui ne sait rien de la pratique sportive à un âge de sommation de risques. Le danger existe surtout pour le sportif « amnésique », ancien sportif qui a oublié qu'il a arrêté bien des années avant et qui reprend « là où il avait laissé »⁷.

Le risque cardiovasculaire a été abondamment décrit. Un senior sédentaire qui démarre ou reprend une AP intense s'expose à un sur-risque cardiovasculaire transitoire (avec risque de syndrome coronaire aigu et de mort subite), risque largement contrebalancé, nous le verrons, par le bénéfice à long terme de l'AP. Ce sur-risque est minimisé par la réalisation d'un bilan médical systématique, avec notamment la réalisation d'une épreuve d'effort cardiologique. Dans une revue récente, les auteurs montrent l'augmentation du risque de mort subite chez les personnes de plus de 35 ans par rapport aux plus jeunes, statistique appelée, pour les auteurs, à augmenter vu l'engouement des seniors pour le sport de loisir de haut niveau⁸. De même, un passé de pratique de sport d'endurance pourrait augmenter le risque de fibrillation auriculaire de 6% par rapport à la population générale⁹, ce qui confirme les résultats de la *Cardiovascular Health Study*¹⁰. Dans une étude récente, L. Yankelson et coll. montrent cependant que le coup de chaleur est plus souvent en cause que les arythmies dans les décès durant les sports d'endurance¹¹. Étant donnée la diminution de la sensation de soif avec l'avancée en âge,

par réduction de la sensibilité des récepteurs de la soif et modifications du métabolisme de l'arginine-vasopressine, ce risque mérite d'être souligné, mais là encore sans confondre la reprise d'une AP intense chez un senior sédentaire et les problèmes médicaux survenant chez un senior entraîné pratiquant de l'AP de haut niveau.

Si la traumatologie sportive augmente avec l'âge¹, le risque augmente avec la déminéralisation osseuse¹, surtout en cas d'ostéoporose¹². Au sens large, les « complications médicales » lors des courses de longue distance seraient plus fréquentes chez les femmes de plus de 50 ans, et là un environnement froid serait un élément favorisant¹³.

Si les conseils de prudence sont donc de mise, ces mêmes études⁸⁻¹⁰ soulignent cependant l'effet protecteur de l'AP modérée ou « modérément intense ».

Bénéfices de l'exercice lors de l'avancée en âge

Devant l'accumulation des preuves scientifiques des bienfaits des AP au cours de l'avancée en âge, en particulier après 50 ans, il est nécessaire d'emblée de limiter les « bornes » d'une actualisation bibliographique. De façon arbitraire, nous nous sommes limités à une revue des six dernières années, depuis 2008, année de parution de deux rapports français portant sur l'AP et santé, et qui consacrent chacun un chapitre aux seniors^{14,15}. Le choix de l'âge de 50 ans (qui était déjà celui du groupe de travail interministériel cité plus haut⁵) repose sur les recommandations de l'expertise collective Inserm de 2008¹⁴. Les experts avaient alors choisi, en se basant sur les références de haut niveau de preuve (*evidence-based medicine*), de différencier trois groupes pour les recommandations : l'enfant, l'adulte sain de moins de 65 ans et un dernier groupe, avec adultes sains de plus de 65 ans et adultes porteurs de pathologies chroniques de plus de 50 ans¹⁴.

Le vieillissement concernant tous les appareils, il est impossible de faire une revue exhaustive de tous les bénéfices actuellement recensés sans tomber dans le catalogue. Nous avons choisi de nous focaliser sur les aspects les plus modernes faisant consensus, en nous appuyant sur des revues et/ou méta-analyses très documentées ; nous aborderons les effets cardiovasculaires (incluant les facteurs de risques) et locomoteurs (os, muscle) pour lesquels nous venons de citer les effets délétères potentiels, puis les aspects neurocognitifs qui, couplés avec les aspects locomoteurs, permettent de traiter la prévention des chutes et la prise en charge de la fragilité d'une part et la santé mentale d'autre part, elle aussi partie prenante dans la fragilité. Enfin, nous considérerons les aspects inflammatoires et immunologiques et, brièvement, les notions les plus récentes concernant les cancers. Nous terminerons sur les conséquences sur l'espérance de vie et la réduction de la mortalité.

Le tableau 1 propose un résumé très synthétique de ces bénéfices.

Bénéfices cardiovasculaires

Dans une revue très récente, C. Vigorito et F. Giallauria¹⁶ ont fait le point sur les effets positifs de l'AP sur le déclin de la fonction cardiovasculaire (caractérisé par une altération de la fonction diastolique et une baisse du débit cardiaque maximal, due à une diminution de la fréquence cardiaque maximale et à la baisse de la compliance artérielle). Ils insistent sur les effets de réduction des facteurs de risque et sur la prévention des maladies cardiovasculaires, incluant les pathologies vasculaires cérébrales et périphériques, et aussi sur l'amélioration de la santé des patients atteints de maladies cardiovasculaires (coronariens et hypertendus, entre autres)¹⁶.

Si ces notions ne sont pas nouvelles, elles s'appuient aujourd'hui sur des preuves « fondamentales »¹⁷ dont les plus déterminantes sont :

- l'amélioration de la fonction inotrope par « restauration » de la fonction des β -récepteurs adrénergiques, dont la *downregulation* est un facteur majeur du vieillissement cardiovasculaire ;
- la restauration des mécanismes d'angiogénèse cardiaque, essentielle dans la protection contre l'ischémie et dans la récupération post-infarctus ;
- l'amélioration de la perfusion des muscles lors de l'exercice par action positive sur le dysfonctionnement endothélial ;
- la baisse de la production de radicaux oxydants, qui contrebalance la réduction des systèmes de protection antioxydants liée à l'âge¹⁸.

On en rapprochera les effets de l'exercice régulier sur les métabolismes lipidique et glucidique, connus de longue date et abondamment documentés dans l'expertise Inserm de 2008¹⁴ ; chez tous les sujets avançant en âge, l'AP permet l'obtention d'un meilleur profil lipidique privilégiant le cholestérol HDL, la moindre production de lactate et l'augmentation de la sensibilité à l'insuline, participant ainsi à la prévention et/ou la prise en charge du surpoids, de l'obésité, du diabète de type 2 et du syndrome métabolique¹⁴.

Bienfaits sur l'appareil locomoteur

L'avancée en âge s'accompagne d'une réduction de la masse musculaire, avec diminution de la densité en fibres musculaires (principalement de type II) et, au plan fonctionnel, une diminution de la force musculaire. Le processus d'involution du tissu musculaire avec l'avancée en âge est défini comme le processus sarcopénique. Au niveau osseux, on observe une réduction de la densité minérale osseuse (ostéopénie) et une diminution de la résistance mécanique de l'os¹.

L'AP, et plus particulièrement le renforcement musculaire¹⁹, augmente la masse et la force musculaire²⁰. L'augmentation de l'extraction d'oxygène par le muscle âgé est due à des modifications biochimiques liées à l'entraînement, associant une

augmentation des chaînes lourdes de myosine, une augmentation de l'activité enzymatique oxydative²¹ et une amélioration de la fonction contractile des myofibrilles²².

Cette augmentation de la masse et de la force musculaire a un effet sur le maintien, voire l'augmentation de la densité minérale osseuse²³, associé à un effet direct de l'exercice, cependant modeste et uniquement avec les sports en charge²⁴. Cet effet n'est pas uniforme en termes de localisation osseuse²⁵. Plus récemment, une relation dose-réponse a pu être mise en évidence, avec un effet plus marqué des exercices « intenses » et fréquents²⁶. Des effets différents chez l'homme et la femme (beaucoup plus étudiée dans le cadre de l'ostéoporose post-ménopausique) suggèrent un possible rôle hormonal dans la potentialisation des effets ou le peu d'action directe de l'exercice^{24,25}. Mais, dans cette revue consacrée aux seniors, il est utile de rappeler que la meilleure prévention de la perte osseuse est une activité physique régulière et en charge débutée dès le plus jeune âge²⁷.

Bienfaits neurocognitifs

En termes strictement neurologiques, l'avancée en âge s'accompagne principalement d'une diminution du nombre de neurones corticaux et de la diminution de certains neurotransmetteurs intracérébraux. L'augmentation des temps de conduction des nerfs périphériques est à l'origine d'une diminution de la sensibilité proprioceptive, qui favorise l'instabilité posturale. Le vieillissement du système nerveux autonome se caractérise par une hyperactivité sympathique et par une réduction de la réponse aux stimulations en raison d'une diminution de sensibilité des récepteurs aux catécholamines¹.

Les travaux les plus récents montrent que l'AP pourrait contrebalancer ces effets liés à l'avancée en âge, en particulier en agissant sur la plasticité cérébrale chez le sujet sain²⁸ et dans certaines pathologies, les plus étudiées étant la maladie de Parkinson²⁹ et les démences type Alzheimer^{30,31}. Les mécanismes à l'origine de ces effets incluent de nombreux facteurs, au premier rang desquels le plus étudié a été le *brain-derived neurotrophic factor* (BDNF)³². Plus récemment, le rôle des myokines libérées par le muscle lors de l'exercice, en particulier par action au niveau de l'hippocampe, a été souligné³³. L'AP a aussi un rôle en périphérie, par amélioration de l'activation motrice volontaire³⁴. Elle agit également sur le système nerveux autonome, où son action sur la plasticité cérébrale (au niveau des interactions entre le noyau du tractus solitaire et le noyau paraventriculaire hypothalamique), ainsi que sur le remodelage des afférences et les modifications des neurotransmetteurs va pouvoir contribuer aux adaptations cardiovasculaires à l'exercice³⁵.

Tous ces effets sur le plan neurologique, associés aux effets locomoteurs décrits et à ceux sur l'équilibre (plus particulièrement les exercices de renforcement musculaire des membres inférieurs)

Principaux effets bénéfiques de l'activité physique*

Domaine	Type d'activité physique*	Effets observés
Cardiovasculaire	Exercices réguliers	– Réduction des facteurs de risque – Amélioration de la fonction inotrope – Restauration de l'angiogénèse cardiaque – Amélioration de la perfusion musculaire – Diminution de la production de radicaux oxydants – Amélioration du profil lipidique
Locomoteur	Exercices réguliers, notamment renforcement musculaire	– Augmentation de la masse et de la force musculaire – Maintien/augmentation de la densité minérale osseuse
Neurocognitif	Exercices réguliers	– Action sur la plasticité cérébrale – Amélioration de l'activité motrice volontaire – Rôle sur le système nerveux autonome – Prévention des chutes – Diminution du déclin cognitif – Diminution de l'anxiété et la dépression – Amélioration de la qualité de vie
Inflammation, immunité, cancers	Exercices réguliers	– Diminution de l'immunosénescence et modulation de l'état inflammatoire – Prévention et amélioration de la survie de certains cancers
Espérance de vie et mortalité	Exercices réguliers, quelle que soit l'intensité, avec relation dose-effet	Augmentation de la longévité et réduction de la mortalité

* voir [14]

vont avoir un rôle fondamental dans une possible prévention de la fragilité et surtout des chutes³⁶, dont on connaît l'incidence néfaste sur la morbi-mortalité des sujets âgés.

En matière de psychologie cognitive, l'AP améliore la santé mentale quel que soit l'âge³⁷, et les études les plus récentes focalisent sur ses effets bénéfiques sur le déclin cognitif et la prévention de la « démence »^{38,39}, ainsi que sur les effets positifs des AP (incluant la danse de salon et le tai chi) sur l'anxiété et la dépression qui accompagnent fréquemment l'avancée en âge⁴⁰. Enfin, et c'est peut-être le plus important pour un vieillissement réussi, l'AP améliore la qualité de vie des personnes avançant en âge⁴¹, ce qui est à mettre en parallèle avec le fait qu'une diminution de cette qualité de vie augmente les « infirmités » liées à l'âge et la réduction de la mobilité⁴².

Rôle sur l'Inflammation, l'immunité, les cancers

L'avancée en âge s'accompagne d'une inflammation chronique à bas bruit. Dans ce contexte, l'AP diminuerait cette inflammation par des mécanismes soit dépendants de la réduction du tissu adipeux, et donc de sa sécrétion de cytokines pro-inflammatoires, soit indépendants de la perte de masse grasse, essentiellement par augmentation des défenses anti-oxydantes déjà mentionnées. Ainsi, l'exercice régulier favoriserait l'instauration d'un processus de modulation de l'état inflammatoire⁴³. Ce « phénotype inflammatoire » de l'avancée en âge est en partie lié à l'immunosénescence, vis-à-vis de laquelle l'exercice a là encore des effets positifs, dont les principaux s'exercent sur le nombre et la fonction des lymphocytes T, l'activité

de phagocytose des neutrophiles et l'activité cytotoxique des cellules NK (*natural killer*)⁴⁴. Ce dernier mécanisme pourrait intervenir dans le rôle de plus en plus documenté de l'AP sur la prévention de certains cancers et/ou leur survie, comme le cancer du sein chez la femme et celui du côlon dans les deux sexes⁴⁵, en association avec les autres effets anti-inflammatoires, sans oublier les principaux autres effets démontrés que sont la réduction de la sécrétion d'oestrogènes par diminution du tissu adipeux pour les cancers hormono-dépendants, ainsi que la réduction de l'insulinorésistance associée à une diminution d'IGF1 (*insulin-like growth factor-1*)⁴⁶.

Espérance de vie et mortalité

Les plus récentes revues et/ou études de cohortes montrent qu'il existe un impact de l'AP sur la longévité et la mortalité, malgré certaines limites telles que biais de sélection et de confusion⁴⁷⁻⁴⁹. Toutes insistent sur la notion de relation dose-effet, l'intérêt d'une certaine intensité d'exercice et l'effet *per se* de l'exercice (même si on doit l'associer à d'autres facteurs favorisant une bonne santé, comme une alimentation équilibrée, une réduction pondérale et l'arrêt du tabagisme⁴⁸). Compte tenu de la difficulté pour certains de suivre les recommandations parfois trop contraignantes des autorités sanitaires, il est désormais admis que même des exercices d'intensité et de durée inférieures aux recommandations optimales pour la santé gardent un impact positif sur la longévité⁵⁰. Très récemment, une revue de méta-analyses (339 274 sujets) a mis en exergue que, vis-à-vis de la mortalité liée à des pathologies cardiovasculaires et/ou métaboliques, l'exercice seul avait au moins autant (sinon plus dans certains cas)

d'effets que les traitements pharmacologiques⁵¹, ce qui confirme l'intérêt du récent rapport de la Haute Autorité de santé (HAS) sur la prescription de thérapies validées non médicamenteuses⁵².

Quelle activité physique pour la santé ?

Nous l'avons vu tout au long de cette revue, les auteurs rapportent des effets plus ou moins marqués selon le type d'AP, et c'est là la principale limite de ces études où les exercices considérés sont très variables, quand l'AP n'est pas seulement évaluée de manière déclarative par des questionnaires différents selon les spécialités médicales et les pays. Nous nous bornerons ici à rappeler qu'aujourd'hui l'AP recommandée doit être définie en termes de nature, d'intensité, de fréquence et durée de séances et de contexte de pratique (autonomie ou avec encadrement chez les malades ou les personnes fragiles)⁵³, et que les effets globaux sur la santé après 50 ans sont, comme pour la mortalité, surtout dose-dépendants⁵⁴. En France, les recommandations de l'expertise collective de l'Inserm¹⁴ peuvent, chez l'adulte de plus de 50 ans, se résumer en :

- une AP de type aérobie (endurance) d'intensité modérée pendant une durée minimale de 30 minutes au moins 5 fois par semaine, avec possible fractionnement ; les activités de la vie quotidienne de moins de 10 minutes ne sont pas comptabilisées ;

ou

- une AP de type aérobie d'intensité élevée pendant une durée minimale de 20 minutes au moins 3 fois par semaine.

Il est par ailleurs recommandé de diversifier les AP. Des combinaisons de ces deux types d'activité sont possibles.

Encadré

Synthèse des recommandations d'activité physique pour la santé (Organisation mondiale de la santé, 2010)

1. Les personnes âgées devraient pratiquer au moins, au cours de la semaine, 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée ou au moins 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue, ou une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue.
2. L'activité d'endurance devrait être pratiquée par périodes d'au moins 10 minutes.
3. Pour pouvoir en retirer des bénéfices supplémentaires sur le plan de la santé, les personnes âgées devraient augmenter la durée de leur activité d'endurance d'intensité modérée de façon à atteindre 300 minutes par semaine ou pratiquer 150 minutes par semaine d'activité d'endurance d'intensité soutenue, ou une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue.
4. Les personnes âgées dont la mobilité est réduite devraient pratiquer une activité physique visant à améliorer l'équilibre et à prévenir les chutes au moins trois jours par semaine.
5. Des exercices de renforcement musculaire faisant intervenir les principaux groupes musculaires devraient être pratiqués au moins deux jours par semaine.
6. Lorsque des personnes âgées ne peuvent pratiquer la quantité recommandée d'activité physique en raison de leur état de santé, elles devraient être aussi actives physiquement que leurs capacités et leur état le leur permettent.

On doit y associer des exercices de renforcement musculaire (contre résistance), au minimum 2 jours non consécutifs par semaine, des exercices d'assouplissement et des exercices d'équilibre.

Sur un plan pratique, l'encadré ci-après, tiré des recommandations de l'Organisation mondiale de la santé, donne une synthèse des conseils simples à appliquer par tous⁵⁵.

Conclusion

Si une activité trop intense et mal conduite est à risque avec l'avancée en âge, les bénéfices d'une AP régulière, raisonnable et raisonnée, sont abondamment documentés, avec une connaissance de plus en plus précise des mécanismes sous-jacents. Il reste cependant à mieux définir le niveau et le type d'AP qui auront le meilleur rapport bénéfice/risque en fonction de l'état de santé et/ou des pathologies, en focalisant sur l'observance. La réversibilité de la fragilité et la prévention de la perte d'autonomie doivent être les buts affichés de l'AP pour les personnes avançant en âge, car même si les travaux les plus récents montrent une amélioration de l'espérance de vie et une réduction de la mortalité liée aux chutes et/ou aux maladies, il est sans doute plus raisonnable d'envisager que le principal but de la pratique régulière d'exercices physiques est « d'ajouter de la vie aux années plutôt que des années à la vie ». ■

Références

- [1] Paillard T. Vieillesse et condition physique. Paris: Ellipses; 2009. 336 p.
- [2] Abellan van Kan G, Rolland Y, Houles M, Gillette-Guyonnet S, Soto M, Vellas B. The assessment of frailty in older adults. Clin Geriatr Med. 2010;26(2):275-86.
- [3] Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. Frailty in elderly people. Lancet. 2013; 381:752-62. Erratum in : Lancet 2013;382:1328.

- [4] Aquino JP. Anticiper pour une autonomie préservée : un enjeu de société; 2013. 132 p. http://www.social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Aquino.pdf
- [5] Rivière D. (Dir.) Rapport remis aux ministres, établi par le groupe de travail. Dispositif d'activités physiques et sportives en direction des âgés; 2013. 39 p. http://www.sports.gouv.fr/IMG/pdf/rapportseniors_m3-3.pdf
- [6] Bazex J, Pène P, Rivière D. Les activités physiques et sportives - la santé - la société. Bull Acad Natl Med. 2012;196(7):1429-42.
- [7] Bréchat P-H, Vogel T, Kaltenbach G, Dantoine F, Rivière D, Bertrand D, *et al.* Bénéfices et risques des activités physiques et sportives en gérontologie et santé publique. In: Lonsdorfer J, Brechat PH. La consultation de l'aptitude physique du senior. Paris: Presses de l'EHESP; 2010. p. 23-32.
- [8] Schmied C, Borjesson M. Sudden cardiac death in athletes. J Intern Med. 2014;275:93-103.
- [9] Myrstad M, Løchen ML, Graff-Iversen S, Gulsvik AK, Thelle DS, Stigum H, *et al.* Increased risk of atrial fibrillation among elderly Norwegian men with a history of long-term endurance sport practice. Scand J Med Sci Sports. 2014;24(4):e238-44.
- [10] Mozaffarian D, Furberg CD, Psaty BM, Siscovick D. Physical Activity and incidence of atrial fibrillation in older adults: the Cardiovascular Health Study. Circulation. 2008;118:800-7.
- [11] Yankelson L, Sadeh B, Gershovitz L, Wertheim J, Heller K, Halpern P, *et al.* Life-threatening events during endurance sports: is heat stroke more prevalent than arrhythmic death? J Am Coll Cardiol. 2014;64:463-9.
- [12] Giangregorio LM, Papaioannou A, Macintyre NJ, Ashe MC, Heinonen A, Shipp K, *et al.* Too Fit to Fracture: exercise recommendations for individuals with osteoporosis or osteoporotic vertebral fracture. Osteoporos Int. 2014;25(3):821-35.
- [13] Schwabe K, Schwellnus MP, Derman W, Swanevelder S, Jordaan E. Older females are at higher risk for medical complications during 21 km road race running: a prospective study in 39 511 race starters - SAFER study III. Br J Sports Med. 2014;48:891-7.
- [14] Institut national de la santé et de la recherche médicale. Activité physique : contextes et effets sur la santé. Expertise collective. Paris: Inserm; 2008. 864 p. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/084000534/>
- [15] Les seniors et l'activité physique ou sportive. In: Toussaint JF. Retrouver sa liberté de mouvement. Plan national de prévention par l'activité physique ou sportive. Paris: Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative; 2008. p. 95-110. http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Retrouver_sa_liberte_de_mouvement.pdf
- [16] Vigorito C, Giallauria F. Effects of exercise on cardiovascular performance in the elderly. Front Physiol. 2014;5:51. <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2014.00051/full>
- [17] Rengo G, Parisi V, Femminella GD, Pagano G, de Lucia C, Cannavo A, *et al.* Molecular aspects of the cardioprotective effect of exercise in the elderly. Aging Clin Exp Res. 2013;25:487-97.
- [18] Corbi G, Conti V, Russomanno G, Rengo G, Vitulli P, Ciccarelli AL, *et al.* Is physical activity able to modify oxidative damage in cardiovascular aging? Oxid Med Cell Longev. 2012;2012:728547. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3458405/>
- [19] Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. Aging Dis. 2014; 5:183-95.
- [20] Landi F, Marzetti E, Martone AM, Bernabei R, Onder G. Exercise as a remedy for sarcopenia. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2014;17:25-31.
- [21] Broskey NT, Greggio C, Boss A, Boutant M, Dwyer A, Schlueter L, *et al.* Skeletal muscle mitochondria in the elderly: effects of physical fitness and exercise training. J Clin Endocrinol Metab. 2014;99:1852-61.
- [22] Harber MP, Konopka AR, Udem MK, Hinkley JM, Minchev K, Kaminsky LA, *et al.* Aerobic exercise training induces skeletal muscle hypertrophy and age-dependent adaptations in myofiber function in young and older men. J Appl Physiol. 2012;113:1495-504.
- [23] Lang TF. The bone-muscle relationship in men and women. J Osteoporos. 2011;2011:702735.
- [24] Guadalupe-Grau A, Fuentes T, Guerra B, Calbet JA. Exercise and bone mass in adults. Sports Med. 2009;39:439-68.
- [25] Ma D, Wu L, He Z. Effects of walking on the preservation of bone mineral density in perimenopausal and postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. Menopause. 2013;20(11):1216-26.
- [26] Chahal J, Lee R, Luo J. Loading dose of physical activity is related to muscle strength and bone density in middle-aged women. J Bone. 2014;67:41-5.
- [27] Fletcher JA. Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine position statement: Osteoporosis and exercise. Clin J Sport Med. 2013;23:333-8.
- [28] Erickson KI, Kramer AF. Aerobic exercise effects on cognitive and neural plasticity in older adults. Br J Sports Med. 2009;43:22-4.
- [29] Petzinger GM, Fisher BE, McEwen S, Beeler JA, Walsh JP, Jakowec MW. Exercise-enhanced neuroplasticity targeting motor and cognitive circuitry in Parkinson's disease. Lancet Neurol. 2013;12:716-26.
- [30] Pitkälä K, Savikko N, Poysti M, Strandberg T, Laakkonen ML. Efficacy of physical exercise intervention on mobility and physical functioning in older people with dementia: a systematic review. Exp Gerontol. 2013;48:85-93.
- [31] Davey DA. Alzheimer's disease and vascular dementia: one potentially preventable and modifiable disease? Part II: Management, prevention and future perspective. Neurodegener Dis Manag. 2014;4(3):261-70.
- [32] Coelho FG, Gobbi S, Andreatto CA, Corazza DI, Pedrosa RV, Santos-Galduróz RF. Physical exercise modulates peripheral levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF): a systematic review of experimental studies in the elderly. Arch Gerontol Geriatr. 2013;56(1):10-5.
- [33] Phillips C, Baktir MA, Srivatsan M, Salehi A. Neuroprotective effects of physical activity on the brain: a closer look at trophic factor signaling. Front Cell Neurosci. 2014;8:170.
- [34] Arnold P, Bautmans I. The influence of strength training on muscle activation in elderly persons: A systematic review and meta-analysis. Exp Gerontol. 2014;58:58-68.
- [35] Michelini LC, Stern JE. Exercise-induced neuronal plasticity in central autonomic networks: role in cardiovascular control. Exp Physiol. 2009;94:947-60.
- [36] Joshua AM, D'Souza V, Unnikrishnan B, Mithra P, Kamath A, Acharya V, *et al.* Effectiveness of progressive resistance strength training versus traditional balance exercise in improving balance among the elderly-a randomised controlled trial. Clin Diagn Res. 2014;8(3):98-102.
- [37] Kim YS, Park YS, Allegrante JP, Marks R, Ok H, Ok Cho K, *et al.* Relationship between physical activity and general mental health. Prev Med. 2012;55:458-63.

- [38] Blondell SJ, Hammersley-Mather R, Veerman JL. Does physical activity prevent cognitive decline and dementia? A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *BMC Public Health*. 2014;14: 510. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/14/510>
- [39] Carvalho A, Rea IM, Parimon T, Cusack BJ. Physical activity and cognitive function in individuals over 60 years of age: a systematic review. *Clin Interv Aging*. 2014;12:661-82.
- [40] Zhang X, Ni X, Chen P. Study about the effects of different fitness sports on cognitive function and emotion of the aged. *Cell Biochem Biophys*. 2014;70(3):1591-6.
- [41] Garatachea N, Molinero O, Martínez-García R, Jiménez-Jiménez R, González-Gallego J, Márquez S. Feelings of well-being in elderly people: relationship to physical activity and physical function. *Arch Gerontol Geriatr*. 2009;48(3):306-12.
- [42] Steptoe A, de Oliveira C, Demakakos P, Zaninotto P. Enjoyment of life and declining physical function at older ages: a longitudinal cohort study. *CMAJ*. 2014;186(4):E150-6.
- [43] Woods JA, Wilund KR, Martin SA, Kistler BM. Exercise, inflammation and aging. *Aging Dis*. 2012;3:130-40.
- [44] Simpson RJ, Lowder TW, Spielmann G, Bigley AB, LaVoy EC, Kunz H. Exercise and the aging immune system. *Ageing Res Rev*. 2012;11:404-20.
- [45] Bigley AB, Spielmann G, LaVoy EC, Simpson RJ. Can exercise-related improvements in immunity influence cancer prevention and prognosis in the elderly? *Maturitas*. 2013;76:51-6.
- [46] Brown JC, Winters-Stone K, Lee A, Schmitz KH. Cancer, physical activity, and exercise. *Compr Physiol*. 2012;2:2775-809.
- [47] Gulsvik AK, Thelle DS, Samuelsen SO, Myrstad M, Mowé M, Wyller TB. Ageing, physical activity and mortality - a 42-year follow-up study. *Int J Epidemiol*. 2012;41:521-30.
- [48] Li K, Hüsing A, Kaaks R. Lifestyle risk factors and residual life expectancy at age 40: a German cohort study. *BMC Med*. 2014;12:59. <http://www.biomedcentral.com/1741-7015/12/59>
- [49] Hamer M, de Oliveira C, Demakakos P. Non-exercise physical activity and survival: English Longitudinal Study of Ageing. *Am J Prev Med*. 2014;47(4):452-60.
- [50] Lee DC, Pate RR, Lavie CJ, Sui X, Church TS, Blair SN. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64:472-81.
- [51] Naci H, Ioannidis JP. Comparative effectiveness of exercise and drug interventions on mortality outcomes: metaepidemiological study. *BMJ*. 2013;347:f5577. <http://www.bmj.com/content/347/bmj.f5577.long>
- [52] Haute Autorité de santé. Développement de la prescription de thérapeutiques non médicamenteuses validées. Rapport d'orientation. Saint-Denis: HAS; 2011. 94 p. http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1059795/fr/developpement-de-la-prescription-de-therapeutiques-non-medicamenteuses-validees
- [53] Rivière D, Duclos M, Toussaint JF. Recommandations générales d'activités physiques et sportives pour la santé. In: Rochcongar P, Rivière D eds. *Médecine du sport pour le praticien*. Paris: Elsevier Masson; 2013. pp 3-8.
- [54] Powell KE, Paluch AE, Blair SN. Physical activity for health: What kind? How much? How intense? On top of what? *Annu Rev Public Health*. 2011;32:349-65.
- [55] Organisation mondiale de la sante. Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé. Genève: OMS; 2010. 60p. http://www.sports.gouv.fr/IMG/pdf/2-1_recommandations_aps_oms.pdf

Citer cet article

Rivière D, Ruffel L, Pillard P. Les bénéfices de l'activité physique chez les plus de 50 ans. *Revue bibliographique. Bull Epidemiol Hebd*. 2015;(30-31):545-51. http://www.invs.sante.fr/beh/2015/30-31/2015_30-31_1.html

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 Schipman¹ (irmes@insep.fr), Guillaume Saulière¹, Adrien Sedeaud^{1,2}, Thibault Deschamps³, Hervé Ovigneur³, Hervé Maillet³, Geoffroy Berthelot¹, Jean-François Toussaint^{1,2,4}

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

² EA 7329, Université Paris-Descartes, Sorbonne Paris Cité, Paris, France

³ Diagnoform, Ligue Nord-Pas-de-Calais d'athlétisme, Villeneuve-d'Ascq, France

⁴ 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 santé¹, 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 sprint². Cette tendance ne cesse de se confirmer³ : 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 santé⁴ ou de survie⁵, ces chiffres augurent de détériorations sanitaires possiblement fortes à moyen terme.

La sédentarité est désormais ciblée comme un enjeu majeur de santé publique⁶, aux conséquences comparables à celles du tabagisme⁷. 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 humain⁸. 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 quotidien⁹.

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 (ENNS) de 2006-2007, augmente pour se situer à 3,5% en France, avec une prévalence du surpoids de 14,3%¹⁰. Les mêmes tendances ont été constatées dans tous les pays développés, avec des prévalences souvent plus importantes encore¹¹.

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 corporelle¹², selon les contraintes spécifiques de chaque discipline.

Le développement d'outils de mesure¹³ pour de grandes populations révèle des indicateurs très précis¹⁴ 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 groupes¹⁵. 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 (Diagnoform¹³) 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⁽¹⁾) était complété avant les tests d'évaluation par chacun des participants.

Données

Les données de vitesse ont été mesurées et collectées par les organisateurs¹⁴ 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 kg/m^2) et deux critères de vitesse (m/s) mesurés¹³. 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)¹⁶ avec les critères IOTF₂₅ et IOTF₃₀ définissant surpoids et obésité. Les enfants avec un IMC inférieur au 3^e percentile étaient considérés en insuffisance pondérale.

⁽¹⁾ <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 sprint¹³.

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^{12,17}. La densité détaille la structure de distribution de chacune des valeurs de la population étudiée et en révèle les intervalles d'optimisation^{12,17,18}.

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 non significatif). 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 non significatif). 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) : [$16,6-19,4 \text{ kg/m}^2$] à 11 ans,

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)
Région			
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
Âge			
11 ans	3 889	3 962	7 851
12 ans	4 699	5 351	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
Année			
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
Total	23 037	26 594	49 631

[17,5-19,8 kg/m²] à 14 ans puis [20,6-23,4 kg/m²] 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 générale¹⁴. 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'âge¹⁹.

Ces intervalles permettent d'accéder aux meilleures performances et sont aussi associés dans la littérature aux taux de morbidité²⁰ et de mortalité²¹ 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 ENNS¹⁰ et confirmés par une très large étude internationale récente¹¹ 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	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	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 de sprint

	11 ans		12 ans		13 ans		14 ans		15 ans		16 ans		17 ans		18 ans	
	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	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 ; * p=0,06.

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

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^e percentile ; ** entre le 3^e percentile et l'IOTF25 ; *** entre l'IOTF25 et l'IOTF30 ; **** > à l'IOTF30.

Tableau 4

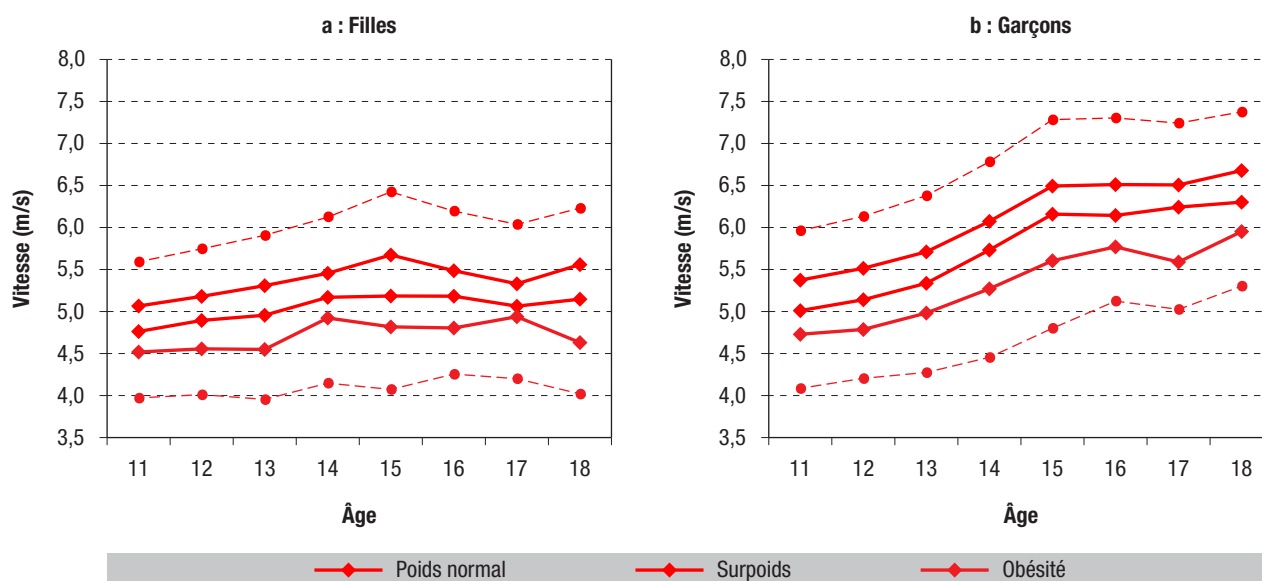
Vitesse moyenne (en m/s) de l'échantillon de collégiens et lycéens de six régions françaises pour les tests navette de 3 minutes et de sprint, par sexe et âge, 2007-2014

Âge (ans)	Vitesse d'endurance (m/s)							Vitesse de sprint (m/s)						
	Filles			Garçons			p ¹	Filles			Garçons			p ¹
	Moy	ET	p ²	Moy	ET	p ²		Moy	ET	p ²	Moy	ET	p ²	
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 ; p¹ : comparaison filles-garçons ; p² : comparaison par rapport à l'âge précédent ; * p<0,05.

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 bleus) 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).

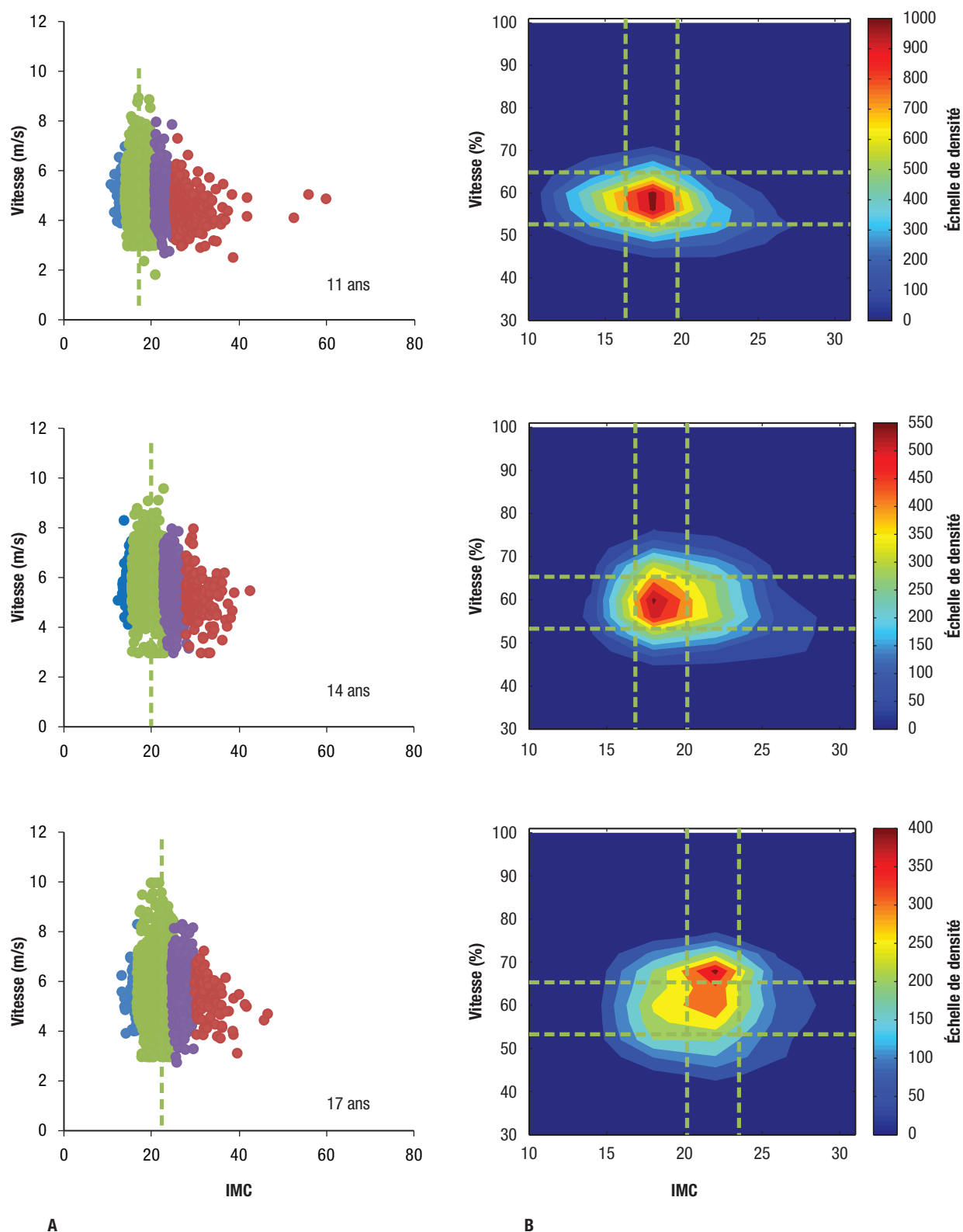
Vitesses aux tests navette et de sprint selon le sexe, l'âge et l'IMC

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 (VO₂max) et d'une masse musculaire²²

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 femmes²³. Plusieurs hypothèses pourraient expliquer les résultats

Figure 2

Vitesses de sprint (en m/s) de l'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 générale¹⁴ comme dans les groupes de haut niveau²⁴.

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 actifs²⁵. 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 leptine²⁶. 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 garçons²⁶. Ces derniers sont par ailleurs plus impactés sur le sprint en cas de déficit de masse musculaire, utile aux efforts brefs de type anaérobie¹². Enfin, la mesure de l'IMC chez l'enfant doit prendre en compte des interdépendances de taille, en particulier pour les premiers et derniers centiles²⁷.

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 maxima¹², 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)¹².

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 adulte²⁸. 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^{17,24} et une meilleure qualité de vie²⁹.

Dans la constante recherche d'équilibres nutritionnels et énergétiques en population^{30,31}, la simple mesure de la vitesse de déplacement pourrait être utilisée comme un indicateur de santé¹⁵, 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 métaboliques¹⁵. Les facteurs de risque cardiovasculaire (cholestérol, résistance à l'insuline...) sont ainsi plus favorables chez les adolescents dont l'endurance aérobie est la plus élevée¹. 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 rôle³². 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 associés³³ et, plus encore, la dimension de plaisir³⁴.

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 internationale³⁵. 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, Sjöström 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):2A13498.

[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

[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, Gnjdjic 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 not 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 FD, Saulière G, Marc A, Schipman J, Toussaint JF. Has athletic performance reached its peak ? Sports Med. 2015;45(9):1263-71. doi:10.1007/s40279-015-0347-2

[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. 2014;9(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

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 Epidemiol Hebd. 2015;(30-31):552-61. 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 NATIONAL NUTRITION AND HEALTH SURVEY (ENNS, 2006-2007)

Benoît Salanave¹ (benoit.salanave@univ-paris13.fr), Charlotte Verdot¹, Valérie Deschamps¹, Michel Vernay², Serge Hercberg³, Katia Castetbon¹

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

² Institut de veille sanitaire (InVS), Saint Maurice, France

³ 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.

Conclusion – Des interventions devraient être mises en place pour faciliter et inciter à la pratique de jeux en plein air chez les enfants de 3 à 10 ans en vue d'augmenter leur niveau global d'activité physique, en particulier pour les plus sédentaires ou ceux ayant les corpulences les plus élevées.

Objective – *Playing outdoors contribute in an important way to the global physical activity level in children. Our objective is to describe outdoor playing in 3-10 year-old children using data from the French National Nutrition and Health Survey (ENNS, 2006-2007) and to assess associations with sociodemographic characteristics, body mass index and sedentary behavior.*

Methods – *ENNS was conducted in a random sample of the population living in metropolitan France. Data on 3-10 year-old children were collected by dietitians during face-to-face interviews; 808 children were included in the study. The number of days playing outdoors and the time spent watching television, using a computer or video games were collected separately during school days and weekend days. Logistic regression analyses were performed.*

Results – *During school days, 39% of 3-10 year-old children did not play outdoors. Only 50% of children spent time playing outdoors at least 2 weekdays by week. This proportion was significantly lower in overweight or obese children (33%) than in normal weight children (52%) and in those spending at least 2 hours a day watching television (37%) than in those watching television less than 2 hours a day (56%). Playing outdoors was also lower in children living in the urban Paris area, in dwellings where the household head was "employee or worker" or where incomes were in the lower or higher 15% of consumption units.*

Conclusion – *Interventions must be engaged to facilitate and encourage outdoor playing in 3-10 year-old children to increase their global physical activity level, in particular for children with more sedentary behavior or higher body mass index.*

Mots-clés : Jeux en plein air, Activité physique, Sédentarité, Corpulence, Enfants

// **Keywords:** Outdoor play, Exercise, Sedentary behavior, Body mass index, Children

Introduction

Chez les enfants, la promotion de l'activité physique et la réduction des temps sédentaires sont devenues des préoccupations majeures de santé publique. Pour les moins de 18 ans, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommande 60 minutes par jour d'activité physique d'intensité modérée à soutenue, comprenant au moins 3 fois par semaine des activités d'intensité soutenue permettant en particulier le renforcement musculaire et osseux¹. La pratique d'un sport en club, le mode de transport pour se rendre quotidiennement à l'école, la pratique de jeux en plein air sont des contributeurs importants du niveau global d'activité physique, chez les enfants et les adolescents². L'étude *European Youth Heart Study* a cependant montré que la fréquence des jeux en plein air était significativement corrélée au temps d'activité physique d'intensité modérée ou soutenue chez les enfants de 9 ans, alors que, chez les adolescents de 15 ans, cette corrélation était atténuée au bénéfice de la pratique de sports en club³. Une étude allemande a également noté que le temps passé en plein air était le facteur le plus contributif du niveau d'activité physique chez des enfants de 10 ans⁴.

Dans une récente revue de la littérature⁵, Bauman et coll. ont recensé les facteurs associés au niveau d'activité physique. La pratique de jeux en plein air est mentionnée dans les facteurs associés chez les jeunes enfants alors qu'elle ne figure pas chez les adolescents. À l'inverse, les facteurs socioéconomiques (origine ethnique, revenu du ménage, niveau d'éducation des parents) apparaissent comme facteurs associés au niveau d'activité physique chez

les adolescents mais pas chez les plus jeunes enfants. Par ailleurs, deux études^{6,7} ont mis en évidence des relations inverses entre le temps passé en plein air et l'indice de masse corporelle, ainsi que le temps passé devant la télévision.

Chez les enfants avant l'adolescence, l'activité physique est souvent constituée de nombreux épisodes courts et d'intensité très variable. L'évaluation du niveau global d'activité physique à partir de données déclaratives recueillies par questionnaire est de ce fait souvent difficile et ne permet pas un classement précis selon le niveau global d'activité physique. Comme préconisé par Veitch et coll.⁸, la pratique de jeux en plein air de façon non structurée peut être alors utilisée comme un proxy, facile à renseigner, du niveau global d'activité physique d'un enfant. L'objectif de cet article 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

L'étude ENNS a été réalisée entre février 2006 et février 2007 sur un échantillon national d'adultes (18-74 ans) et d'enfants (3-17 ans) résidant dans un ménage ordinaire en France métropolitaine. Les données recueillies portaient sur les consommations alimentaires, l'activité physique et l'état nutritionnel. La sélection des individus a été effectuée selon un sondage à 3 degrés : tirage d'unités primaires (communes ou regroupement de communes) stratifié

selon 8 grandes régions et 4 types de zones d'habitat (définie selon le caractère urbain/rural et le nombre d'habitants), tirage aléatoire des ménages dans ces unités primaires sur des bases téléphoniques (liste blanche, rouge et téléphone portable exclusif) et tirage d'un individu par ménage selon la méthode de la date anniversaire. Deux bases séparées, adultes et enfants, ont été constituées. Les aspects opérationnels et le protocole ont été détaillés dans le rapport d'étude publié en 2007 par l'Institut de veille sanitaire (InVS)⁹.

Pour les enfants de 3 à 10 ans, l'ensemble des données était recueilli, à domicile, par des diététiciens. Un questionnaire, rempli en présence de l'enfant et d'un adulte du ménage, portait sur les caractéristiques sociodémographiques du représentant de l'enfant (l'un de ses deux parents ou son représentant légal) et de la personne de référence du ménage (un adulte du ménage choisi en donnant la priorité au fait d'être : en couple, de sexe masculin, actif et plus âgé), les conditions de vie dans le ménage, le niveau scolaire de l'enfant et ses comportements en matière de sédentarité (temps passé devant la télévision, l'ordinateur ou les jeux vidéo) et d'activité physique (modes de transport vers l'école ; cours d'éducation physique et sportive à l'école ; pratiques sportives en club hors école : sports d'équipe, danse, tennis, judo, etc. ; perception des parents sur le fait que leur enfant soit « actif » ou non ; jeux en plein air). Cette description de l'activité physique chez les enfants de 3-10 ans était basée sur un questionnaire spécifique développé par l'Unité de surveillance périnatale et nutritionnelle et validé sur une quarantaine d'enfants par comparaison avec des données d'accélérométrie¹⁰. Cette démarche avait permis d'identifier les questions les plus liées au niveau global d'activité physique.

Le nombre de jours où l'enfant a joué en plein air était recueilli séparément pour les jours complets d'école (en général, les lundis, mardis, jeudis et vendredis) et les jours avec peu ou pas d'école (à savoir les mercredis, samedis et dimanches). Par conséquent, ces questions n'ont été posées qu'aux enfants ayant fréquenté l'école la semaine précédente. Un planning de la semaine était rempli pour connaître la répartition de ces jours sur la semaine de l'enfant. Les jeux en plein air comprenaient l'ensemble des activités pratiquées en extérieur, informelles et non encadrées, telles que jouer dans un square ou devant la maison, faire du vélo, du roller, etc.

Les mesures anthropométriques (poids et taille) étaient réalisées selon des procédures standardisées, à l'aide de balances identiques et tarées. L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé pour classer les enfants en classes de corpulence selon les références de l'*International Obesity Task Force* (IOTF) pour la corpulence normale : IMC compris entre les courbes de centiles atteignant 18,5 et 25,0 à 18 ans ; pour le surpoids : IMC compris entre les courbes de centiles atteignant 25,0 et 30,0 à 18 ans ; pour l'obésité : IMC $\geq$ à la courbe de centiles atteignant 30,0 à 18 ans¹¹, et celles de Cole pour la minceur : IMC < à la courbe de centiles atteignant 18,5 à 18 ans¹².

La sédentarité était décrite par le temps passé devant un écran (télévision, ordinateur ou jeux vidéo). Ces temps ont été utilisés selon des seuils différents : ≥ 2 heures par jour pour le temps passé devant la télévision seule et ≥ 3 heures par jour pour le temps cumulé passé devant un écran (télévision, ordinateur ou jeux vidéo). Ces durées étaient également recueillies séparément pour les jours d'école et les jours avec peu ou pas d'école.

Les analyses statistiques ont été réalisées sous le logiciel Stata® V12. Pour tenir compte du plan de sondage complexe, la variable de stratification a été déclarée à l'aide de la commande `svyset` et les commandes spécifiques à ce type de sondage ont été utilisées pour l'ensemble des analyses. Les données ont été pondérées par le nombre d'enfants éligibles dans le ménage, multiplié par l'inverse de la probabilité de tirage du ménage. Un redressement des données a également été effectué par calage sur marges sur des données de recensement de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee), à savoir : le sexe de l'enfant, le niveau scolaire de la personne de référence du ménage (primaire, collège, lycée, supérieur), la situation matrimoniale de la personne de référence (mariée, pas mariée) et la saison du recueil. Pour les variables comportant plus de 2,5% de valeurs manquantes (« temps passé devant la télévision », « temps passé devant la télévision ou l'ordinateur » et « revenu par unité de consommation »), la modalité la plus fréquente de chacune de ces trois variables a été attribuée aux non-réponses. Dans les trois cas, il s'agissait également de la modalité présentant une proportion de pratique de jeux en plein air proche de celle des non-répondants. Pour identifier les liens entre la pratique de jeux en plein air, la corpulence et les variables sociodémographiques et comportementales, des odds ratios (OR) ont été calculés par régression logistique. Les variables dont la significativité (p) était inférieure à 0,20 en analyse univariée, ont été retenues dans un premier modèle multivarié. Le modèle multivarié final a été obtenu en appliquant la méthode pas à pas descendante : les variables ayant un $p > 0,05$ ont été successivement retirées du modèle, à condition que les OR ajustés des autres facteurs ne varient pas de plus de 10% suite à chacun de ces retraits.

Résultats

Parmi les 808 enfants âgés de 3 à 10 ans inclus dans l'étude, 175 n'avaient pas fréquenté l'école la semaine ayant précédé l'enquête, essentiellement pour cause de vacances scolaires ou de maladie. Ces enfants déclaraient des temps quotidiens de télévision significativement plus longs que ceux ayant été scolarisés : 183 minutes par jour vs. 100 minutes par jour ($p < 10^{-3}$) en moyenne sur la semaine, et vs. 125 minutes par jour en moyenne uniquement sur les jours avec peu ou pas d'école ($p = 0,002$). Ils étaient également issus de ménages dont la personne de référence était plus fréquemment de profession « employé et ouvrier » (68% vs. 49%, $p = 0,001$) et étaient moins souvent partis en vacances au cours des 12 derniers mois

que les enfants ayant fréquenté l'école (61% vs. 75%, $p=0,007$). Les analyses suivantes ont porté sur 633 enfants, scolarisés la semaine précédant la passation du questionnaire.

Pendant les jours avec peu ou pas d'école, 14% des enfants ne jouaient jamais en plein air (figure 1). Les distributions ne variaient pas significativement selon les classes de corpulence, ni selon le temps passé devant la télévision. De ce fait, la suite des analyses s'est focalisée sur le nombre de jours avec jeux en plein air uniquement pendant les jours complets d'école. Pour l'analyse par régression logistique, le seuil retenu a été « la pratique de jeux en plein air au moins deux jours d'école par semaine » *versus* « aucun ou un seul jour », ce qui correspondait à la médiane sur l'ensemble des 633 enfants.

La figure 2 décrit les distributions des enfants selon le nombre hebdomadaire de jours complets d'école pendant lesquels ils ont pratiqué des jeux en plein air, globalement, et selon la corpulence et le temps passé devant la télévision. Pendant les jours d'école, 39% des enfants ne jouaient jamais en plein air. Les médianes du nombre de jours d'école avec pratique de jeux en plein air variaient significativement entre, d'une part, les enfants en surpoids ou obèses par rapport aux autres enfants (0 jour *versus* 2 jours respectivement, $p<10^{-3}$) et, d'autre part, entre ceux

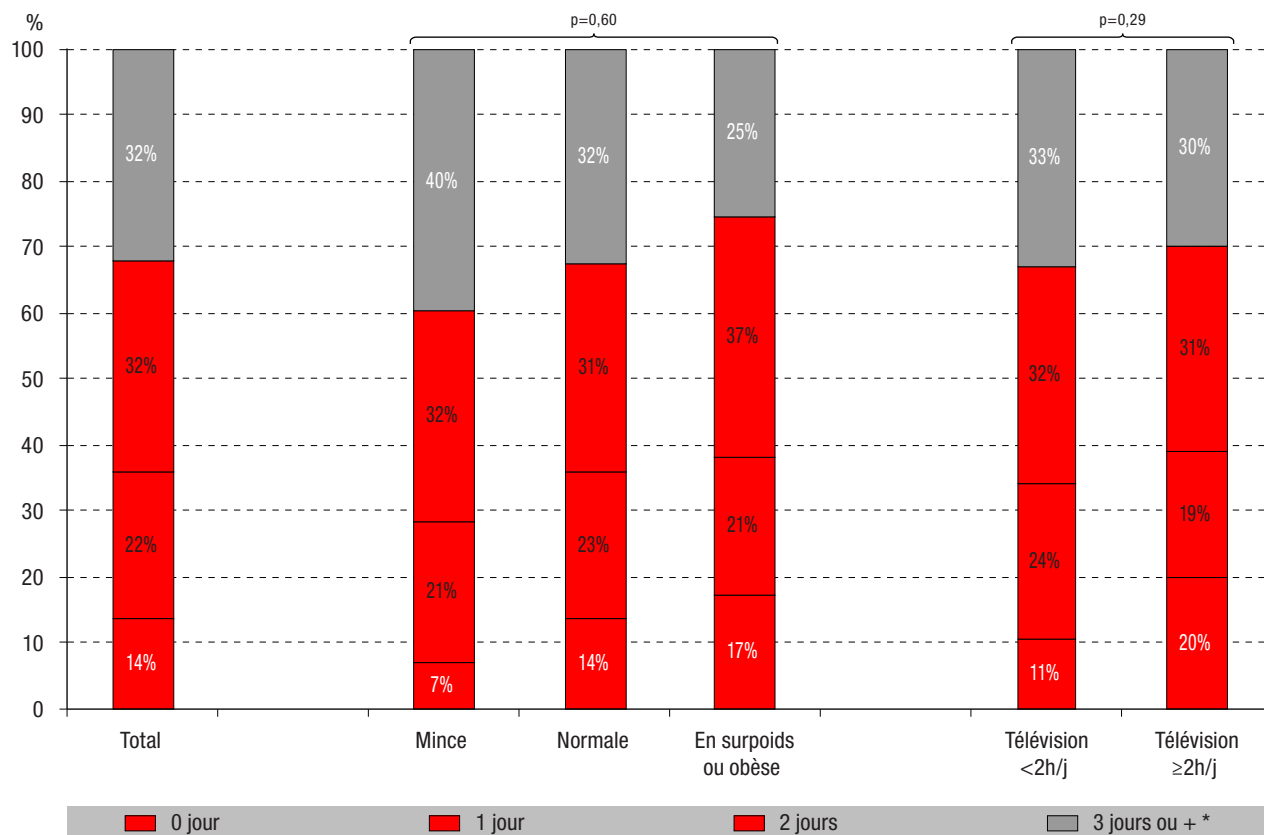
regardant la télévision 2 heures ou plus par jour et ceux la regardant moins de deux heures (1 jour *versus* 2 jours respectivement, $p<10^{-3}$).

Le tableau 1 décrit, selon différentes caractéristiques, les proportions d'enfants ayant pratiqué des jeux en plein air au moins deux jours parmi les jours d'école de la semaine précédant l'interview. Si, globalement, 50,2% des enfants pratiquaient des jeux en plein air au moins deux jours d'école par semaine, cette proportion variait de façon significative selon la corpulence et le groupe d'âge de l'enfant, le fait qu'il soit perçu comme étant actif par ses parents, le mode de transport pour se rendre à l'école et selon le temps passé devant la télévision ou un écran d'ordinateur. Le niveau de revenus du ménage, le lieu de naissance du représentant de l'enfant et la taille d'unité urbaine étaient également liés à la pratique de jeux en plein air au moins deux jours d'école par semaine.

Le tableau 2 décrit les résultats des régressions logistiques, univariées et multivariées. La méthode pas à pas descendante appliquée au modèle complet a conduit à écarter 3 variables : la pratique d'un sport en dehors du temps scolaire, le mode de transport utilisé pour se rendre à l'école et l'âge. Le lieu de naissance de l'adulte représentant de l'enfant n'était pas significatif non plus, mais son exclusion du modèle entraînant des variations de plus de 10% sur les OR

Figure 1

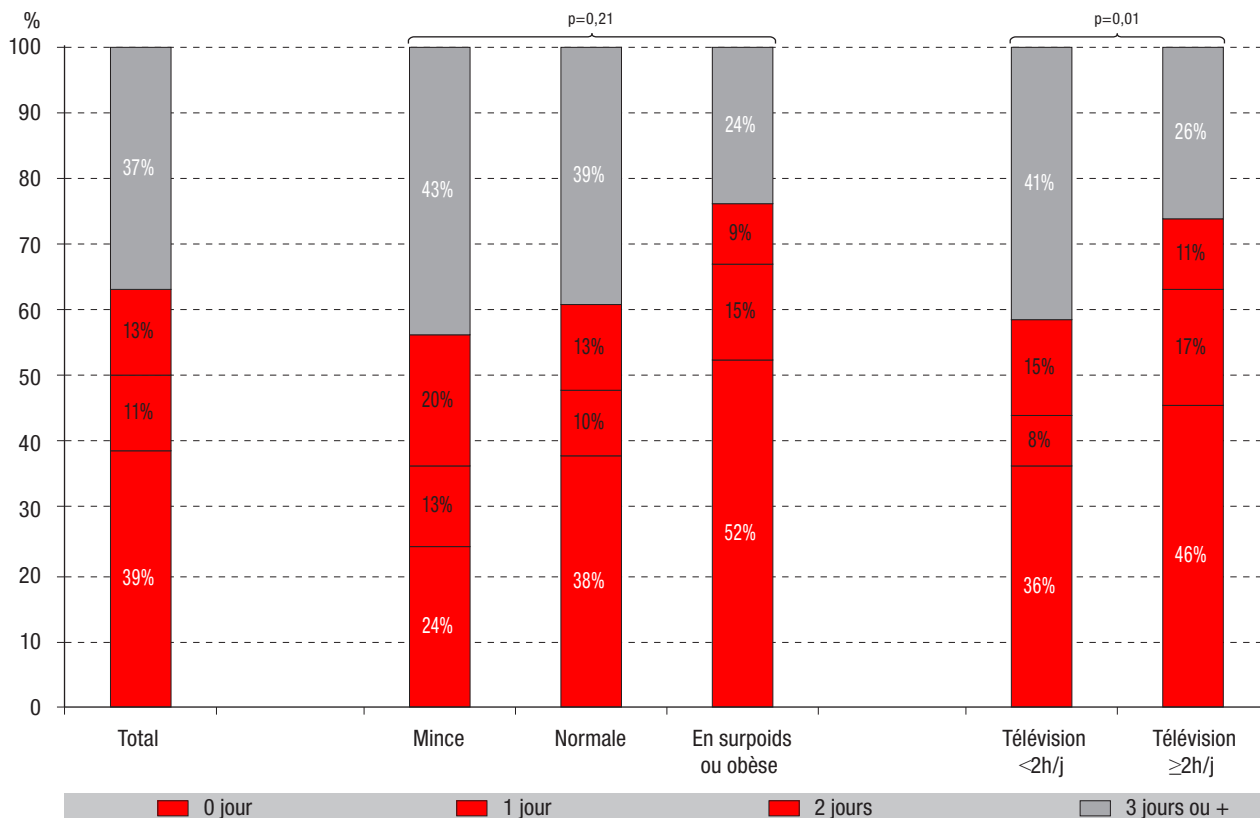
Parmi les jours avec peu ou pas d'école, distribution du nombre hebdomadaire de jours avec pratique de jeux en plein air selon la corpulence et le temps passé devant la télévision, chez les enfants de 3 à 10 ans (ENNS 2006-2007, France)



* En raison d'absences, certains enfants ont pu avoir plus de 3 jours avec peu ou pas d'école sur la semaine précédant l'interview.
p : significativité de la différence entre les modalités de la variable.

Figure 2

Parmi les jours complets d'école, distribution du nombre hebdomadaire de jours avec pratique de jeux en plein air selon la corpulence et le temps passé devant la télévision, chez les enfants de 3 à 10 ans. (ENNS 2006-2007, France)



p : significativité de la différence entre les modalités de la variable.

de certaines autres variables, cette variable a été maintenue dans le modèle final. Dans celui-ci (tableau 2), la corpulence (surpoids ou obésité) et la sédentarité (avec un temps passé devant la télévision de 2 heures ou plus par jour) restaient significativement associées à une pratique moins fréquente des jeux en plein air (moins de deux jours parmi les jours d'école de la semaine précédant l'interview). Les autres facteurs associés à cette moindre pratique de jeux en plein air étaient le fait de ne pas être perçu comme actif par ses parents, de résider dans l'agglomération parisienne, d'être issu d'un ménage dont la profession et catégorie socioprofessionnelle (PCS) de la personne de référence était « employé ou ouvrier », ou dont les revenus par unité de consommation étaient inférieurs au 15^e percentile ou au contraire supérieurs au 85^e percentile.

Discussion

Seuls 50% des enfants de 3 à 10 ans pratiquaient des jeux en plein air au moins 2 jours d'école par semaine. Cette proportion était de 64% pendant les jours avec peu ou pas d'école. Après ajustement sur diverses variables, la pratique de jeux en plein air au moins deux jours d'école par semaine était moins fréquente chez les enfants en surpoids ou obèses et chez ceux passant 2 heures ou plus par jour devant la télévision. Elle était également moins fréquente parmi les enfants perçus par leurs parents comme n'étant pas « actifs ».

Ces relations ont été également observées dans des études publiées à l'étranger, avec la corpulence^{7,13}, l'activité physique globale^{3,13} et la sédentarité⁷. Le fait que les niveaux d'intensité et les durées d'activité physique soient plus élevés en plein air qu'à l'intérieur¹⁴ explique en partie la relation entre les jeux en plein air et la corpulence. Des comportements alimentaires différents et l'accès facilité aux aliments quand les enfants sont à la maison pourraient également jouer un rôle en matière de prise éventuelle de poids et donc de corpulence. Cependant, l'étude ENNS étant transversale, la relation entre corpulence et pratique de jeux en plein air peut être à double sens. Il est en effet possible que les enfants en surpoids ou obèses soient aussi moins enclins à sortir et à pratiquer des jeux en plein air que ceux de corpulence normale. Pourtant, la pratique de jeux en plein air contribue au niveau global d'activité physique quelle que soit la corpulence des enfants. En effet, Stone et coll. ont observé, dans un échantillon d'enfants de 11 ans, que les garçons en surpoids ou obèses qui passaient plus de deux heures par jour à jouer en plein air, avaient des niveaux de dépenses énergétiques similaires à ceux des garçons de corpulence normale⁷. Par ailleurs, l'effet des activités en plein air ne semble pas uniquement lié à l'augmentation du niveau global d'activité physique. La pratique de jeux en plein air est également associée à une moindre sédentarité. Contrairement à la pratique de sports en club, qui est planifiée et organisée, la pratique de jeux en plein air fait partie du temps libre et, à ce titre,

Tableau 1

Proportion d'enfants de 3 à 10 ans ayant pratiqué des jeux en plein air pendant au moins deux jours d'école sur la semaine précédente (ENNS 2006-2007, France)

Variables	Modalités (distribution dans l'échantillon, %)	Jours d'école avec jeux en plein air ≥ 2	
		%	p
Total	n=633	50,2	
Sexe	Garçon (50,5) Fille (49,5)	50,3 50,2	0,990
Âge	3-6 ans (47,6) 7-10 ans (52,4)	43,9 55,9	0,020
Parents vivant en couple	Oui (91,6) Non (8,4)	50,4 47,6	0,790
Lieu de naissance du représentant de l'enfant	France (86,2) Étranger (13,8)	52,8 33,9	0,020
PCS^a de la personne de référence du ménage	Indépendant, agriculteur (9,8) Cadre, profession intermédiaire (35,9) Employé, ouvrier (49,4) Retraité, inactif (4,9)	62,3 55,5 43,0 59,5	0,120
Niveau scolaire de la personne de référence du ménage (n=627)	Primaire (7,7) Collège (46,5) Lycée (17,3) Supérieur (28,5)	45,6 51,0 49,3 52,5	0,910
Revenu par unité de consommation	<15 ^e percentile (15,6) 15 ^e à 85 ^e percentile (68,8) >85 ^e percentile (9,0) Non-réponse (6,6)	31,9 54,9 38,5 60,0	0,004
Parti en vacances au cours des 12 derniers mois (n=632)	Oui (75,5) Non (24,5)	51,3 47,2	0,520
Taille d'unité urbaine	<2 000 habitants (28,6) [2 000-20 000[(18,9) [20 000-100 000[(11,9) $\geq 100 000$ (23,3) Agglomération parisienne (17,3)	62,8 51,9 45,4 51,0 29,8	<10 ⁻³
Corpulence^b (n=620)	Mince (8,8) Normale (76,8) En surpoids ou obèse (14,4)	63,4 51,9 32,8	0,005
Sport à l'école (n=626)	Oui (83,3) Non (16,7)	50,8 47,8	0,640
Sport hors école (n=627)	Oui (67,3) Non (32,7)	52,9 45,8	0,190
Actif selon les parents (n=629)	Oui (93,3) Non (6,7)	51,8 24,7	0,005
Mode de transport pour aller à l'école (n=631)	Passif : voiture, bus, métro, etc. (60,6) Actif : à pied, vélo, etc. (39,4)	55,1 42,7	0,020
Temps devant la télévision	<2 heures (67,2) ≥ 2 heures (29,7) Non-réponse (3,1)	55,5 36,9 63,2	0,001
Temps devant la télévision ou l'ordinateur	<3 heures (72,9) ≥ 3 heures (19,4) Non-réponse (7,7)	53,2 37,0 55,3	0,040

^a PCS : profession et catégorie socioprofessionnelle.

^b Classes de corpulence établies selon les références de l'*International Obesity Task Force* (IOTF) pour le surpoids et l'obésité¹¹ et celles de Cole et coll. pour la minceur¹².

Tableau 2

Facteurs associés à la pratique de jeux en plein air pendant au moins deux jours d'école sur la semaine chez les enfants de 3 à 10 ans. Régression logistique (ENNS 2006-2007, France)

	Analyse univariée (n=633)		Modèles multivariés (n=609)					
	OR ^a	IC ^b	Modèle initial			Modèle final		
			OR ^a	IC ^b	p	OR ^a	IC ^b	p
Âge								
3-6 ans	ref.	-	ref.	-	0,130			
7-10 ans	1,62	[1,09-2,41]	1,40	[0,90-2,17]				
Lieu de naissance du représentant de l'enfant								
France	ref.	-	ref.	-	0,160	ref.	-	0,150
Étranger	0,46	[0,23-0,90]	0,63	[0,33-1,20]		0,62	[0,33-1,19]	
PCS ^d : personne de référence du ménage								
Indépendant, agriculteur	ref.	-	ref.	-	0,020	ref.	-	0,010
Cadre, profession intermédiaire	0,75	[0,34-1,68]	0,73	[0,24-1,62]		0,68	[0,31-1,49]	
Employé, ouvrier	0,46	[0,20-1,02]	0,48	[0,22-1,06]		0,45	[0,21-0,96]	
Retraité, inactif	0,89	[0,19-4,09]	1,16	[0,32-4,24]		1,22	[0,34-4,43]	
Revenu par unité de consommation								
<15 ^e percentile	0,38	[0,20-0,72]	0,41	[0,21-0,80]		0,40	[0,21-0,76]	
15 ^e à 85 ^e percentile + NR ^e	ref.	-	ref.	-	0,003	ref.	-	0,002
>85 ^e percentile	0,50	[0,30-0,83]	0,51	[0,28-0,92]		0,51	[0,28-0,91]	
Taille d'unité urbaine								
<2 000 habitants	ref.	-	ref.	-	0,001	ref.	-	<10 ⁻³
2 000-20 000	0,64	[0,36-1,14]	0,74	[0,38-1,43]		0,73	[0,38-1,40]	
20 000-100 000	0,49	[0,25-0,98]	0,58	[0,29-1,14]		0,58	[0,29-1,14]	
≥100 000	0,62	[0,37-1,03]	0,69	[0,39-1,21]		0,70	[0,40-1,19]	
Agglomération parisienne	0,25	[0,14-0,47]	0,33	[0,16-0,65]		0,31	[0,16-0,59]	
Corpulence ^f								
Mince	1,61	[0,83-3,13]	1,61	[0,77-3,37]		1,59	[0,77-3,26]	
Normale	ref.	-	ref.	-	0,010	ref.	-	0,010
En surpoids ou obèse	0,45	[0,25-0,82]	0,54	[0,31-0,96]		0,54	[0,30-0,96]	
Sport hors école								
Oui	ref.	-	ref.	-	0,960			
Non	0,75	[0,49-1,15]	0,99	[0,61-1,60]				
Actif selon les parents								
Oui	ref.	-	ref.	-	0,005	ref.	-	0,010
Non	0,31	[0,13-0,73]	0,29	[0,12-0,70]		0,30	[0,15-0,75]	
Mode de transport pour aller à l'école								
Passif (voiture, bus, métro, etc.)	ref.	-	ref.	-	0,660			
Actif (à pied, vélo, etc.)	0,61	[0,40-0,91]	0,94	[0,60-1,47]				
Temps devant la télévision								
<2 heures + NR ^e	ref.	-	ref.	-	0,010	ref.	-	0,004
≥2 heures	0,46	[0,29-0,74]	0,49	[0,30-0,82]		0,49	[0,30-0,80]	

^a OR : Odds ratio ; ^b IC : intervalles de confiance à 95% ; ^c ORa : Odds ratio ajustés ; ^d PCS : profession et catégorie socioprofessionnelle ; ^e NR : non-réponses ; ^f classes de corpulence établies selon les références de l'*International Obesity Task Force* (IOTF) pour le surpoids et l'obésité¹¹ et celles de Cole et coll. pour la minceur¹².

vient directement concurrencer les temps de comportements sédentaires. En contribuant à faire baisser ces temps consacrés à des activités sédentaires, la pratique de jeux en plein air pourrait ainsi participer à réduire les risques de surpoids et d'obésité.

Les jours d'école, 39% des enfants ne pratiquaient jamais de jeux en plein air. Les jours avec peu ou pas d'école, cette proportion était de 14%. L'Étude individuelle nationale des consommations alimentaires¹⁵, réalisée sur la même période et avec un questionnaire identique chez les enfants de 3 à 10 ans, a rapporté des fréquences respectivement de 30% et 15%, avec des intervalles de confiance non disjoints de ceux estimés dans ENNS. Par ailleurs, dans l'Étude sur la santé des enfants de grande section de maternelle réalisée en 2005-2006¹⁶, 50% des enfants pratiquaient des jeux à l'extérieur moins de 3 fois par semaine les jours d'école, et 31%, les jours avec peu ou pas d'école. Ces proportions en nombre de fois par semaine, établies sur une classe d'âge plus restreinte, étaient inférieures à celles observées ici en nombre de jours par semaine (respectivement 63% et 68%).

Outre la corpulence, la sédentarité et le fait d'être perçu comme étant « actif » par ses parents, les autres variables liées à la pratique de jeux en plein air au moins 2 jours d'école par semaine, à l'issue des analyses multivariées, concernaient deux autres dimensions : l'une sociale et l'autre liée à l'environnement résidentiel de l'enfant. La pratique de jeux en plein air au moins 2 jours d'école par semaine était en effet moindre parmi les enfants issus des ménages ayant les revenus les plus faibles et également chez les enfants dont la personne de référence du ménage était « employé ou ouvrier ». Le lien avec le niveau social n'était cependant pas linéaire puisque les enfants issus des ménages ayant les revenus les plus élevés avaient aussi une pratique de jeux en plein air au moins 2 jours d'école par semaine moins fréquente que les enfants des ménages aux revenus intermédiaires. Une telle relation en U n'est pas retrouvée dans la littérature. Dans la revue de la littérature de Bauman et coll., aucune des variables telles que le niveau d'études des parents, leur profession et les revenus du ménage n'est listée parmi les facteurs associés au niveau d'activité physique chez les enfants de moins de 10 ans⁵. Une étude en Allemagne⁴ conclut même à une absence de lien entre le niveau global d'activité physique et le statut social. Toutefois, dans ENNS, la pratique sportive en club, qui contribue au niveau global d'activité physique, variait aussi de façon significative selon les revenus (<15^e percentile : 53% ; 15^e à 85^e percentiles : 71% ; >85^e percentile : 66% ; $p=0,04$). Les enfants issus des ménages ayant des revenus inférieurs au 15^e percentile cumulaient donc à la fois un manque de jeux en plein air et une moindre pratique sportive en club. En revanche, ceux appartenant à des foyers avec des revenus élevés (>85^e percentile) ne pratiquaient pas plus d'activité en club que ceux de revenus intermédiaires (15^e au 85^e percentile).

Les jeux en plein air étaient également moins fréquents dans l'agglomération parisienne. Ceci peut en partie s'expliquer par le lien observé avec le lieu de naissance

du représentant de l'enfant et le fait que la proportion de personnes nées à l'étranger en région parisienne soit plus élevée que dans les autres régions. Mais cette moindre pratique des jeux en plein air en agglomération parisienne met aussi en évidence le rôle éventuel de l'environnement résidentiel des enfants, avec d'une part, la perception par les parents du niveau de sécurité dans leur quartier et, d'autre part, la disponibilité de zones de jeux à proximité. Notons que la pratique des jeux en plein air était demandée en dehors des heures de classe. Les jeux en plein air éventuellement pratiqués pendant les heures de garderie après l'école étaient donc pris en compte et ne permettent pas de ce fait d'expliquer la différence observée dans la pratique de jeux en plein air entre les enfants des autres régions et ceux de l'agglomération parisienne, dans l'hypothèse où ces derniers fréquentaient plus souvent ces garderies.

Une étude aux États-Unis⁶ s'est intéressée à l'environnement résidentiel de jeunes enfants et a mis en évidence des pratiques de jeux en plein air plus fréquentes parmi les enfants résidant en maison individuelle que parmi ceux vivant en immeuble. Elle observait cependant une exception : les logements sociaux où les enfants jouaient plus fréquemment dehors, grâce à la disponibilité et la proximité d'aires de jeux, mais tout en ayant des temps de télévision supérieurs à ceux des autres enfants.

L'environnement résidentiel joue également un rôle dans le mode de transport utilisé pour se rendre à l'école. Dans la présente étude, les enfants se rendant à l'école par des moyens actifs (à pied, en vélo...) pratiquaient moins fréquemment des jeux en plein air les jours d'école que les autres enfants. Entre 5 et 10 ans, les modes de transport actifs paraissent avant tout liés à la proximité entre la résidence et les écoles maternelles ou primaires et donc au degré d'urbanisation. De ce fait, la relation inverse observée entre les modes actifs de transport et les jeux en plein air n'était plus significative après ajustement sur les autres facteurs retenus, notamment la taille d'unité urbaine. Les modes actifs de transport contribuant également au niveau global d'activité physique, ils peuvent aussi compenser le manque d'activités en plein air.

L'étude a également montré l'absence de différence de pratique des jeux en plein air entre les garçons et les filles dans cette classe d'âge, ce qui a été rapporté dans d'autres études chez des enfants entre 10 et 12 ans^{17,18}, alors que des différences apparaissent chez les adolescents au-delà de cet âge^{7,19}. Dans le même ordre d'idée, aucune différence significative de pratique de jeux en plein air n'était observée entre les enfants ayant une pratique sportive, que ce soit à l'école ou en club, et ceux n'en ayant pas. Les deux pratiques semblent donc indépendantes l'une de l'autre. Dans l'objectif d'augmenter l'activité physique globale des enfants, la promotion de la pratique des jeux en plein air reste donc pertinente, que les enfants pratiquent ou non une activité sportive en club.

Enfin, le questionnaire sur les activités en plein air n'ayant été posé qu'aux enfants ayant fréquenté l'école la semaine précédant l'enquête, la pratique

de jeux en plein air n'a pas été comparée à celles des enfants en vacances ou absents cette semaine-là. Néanmoins, les données sur le temps de télévision montrent que les enfants en vacances ou absents étaient plus sédentaires que ceux ayant fréquenté l'école la semaine précédant l'interview. Cette comparaison doit cependant être considérée avec prudence étant donnée la différence de distribution en termes de PCS de la personne de référence. Cette différence pourrait éventuellement s'expliquer par une moindre disponibilité de ces PCS pour répondre à l'enquête pendant les périodes scolaires.

Contrairement à d'autres études sur le temps de jeux en plein air, la présente étude ne disposait ni de la mesure du temps passé à l'extérieur, ni de la nature des activités de plein air pratiquées. Seule la fréquence en jours était demandée. Ceci limite la comparaison avec la plupart des études disponibles qui, de plus, pouvaient disposer de mesures objectives de l'activité physique, notamment par accélérométrie. Dans notre étude, le niveau d'activité physique des enfants était estimé uniquement par les données déclaratives des parents. Néanmoins, l'échantillonnage de l'étude a permis de fournir des résultats sur la pratique de jeux en plein air en période scolaire qui sont extrapolables à l'ensemble des enfants de 3 à 10 ans en France métropolitaine. Par ailleurs, la répartition des interviews sur l'ensemble de l'année permet de produire des estimations représentatives des semaines d'école pour l'ensemble de ces enfants.

Conclusion

La pratique de jeux en plein air est associée à une moindre sédentarité et à une moindre corpulence chez les enfants de 3 à 10 ans en France. Comme le montre la littérature, les activités en extérieur contribuent de manière importante au niveau global d'activité physique de ces enfants. Des interventions de santé doivent donc être mises en place pour augmenter ces temps de jeux en plein air, par exemple en rendant accessibles les parcs et les aires de jeux, en particulier en milieu urbain, et en informant les parents de l'intérêt à encourager leurs enfants à passer plus de temps en plein air pour augmenter leur niveau global d'activité physique et prévenir les éventuels problèmes de santé liés à la sédentarité. Nos résultats soulignent également l'intérêt d'utiliser ce type d'indicateurs, aisés à recueillir, pour la surveillance nutritionnelle. Celle-ci est utile, notamment dans le cadre du Programme national nutrition santé, qui préconise d'augmenter l'activité physique et de réduire les activités sédentaires, en particulier chez les enfants. La répétition d'une étude comme ENNS permettra de suivre l'évolution de ces pratiques de jeux en plein air dans le temps. ■

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des personnes ayant contribué au recueil des données dans le cadre de l'étude ENNS et en particulier, pour les analyses présentées ici, les diététiciens.

Références

- [1] WHO. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: World Health Organization; 2010. 60 p. http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/index.html
- [2] Sallis JF, Prochaska JJ, Taylor WC. A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:963-75.
- [3] Nilsson A, Andersen LB, Ommundsen Y, Froberg K, Sardinha LB, Piehl-Aulin K, et al. Correlates of objectively assessed physical activity and sedentary time in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *BMC Public Health.* 2009;9:322.
- [4] Ortlieb S, Schneider G, Koletzko S, Berdel D, von Berg A, Bauer CP, et al. Physical activity and its correlates in children: a cross-sectional study (the GINIplus & LISAplus studies). *BMC Public Health.* 2013;13:349.
- [5] Bauman AE, Reis RS, Sallis JF, Wells JC, Loos RJ, Martin BW; Lancet Physical Activity Series Working Group. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet.* 2012;380(9838):258-71.
- [6] Kimbro RT, Brooks-Gunn J, McLanahan S. Young children in urban areas: links among neighborhood characteristics, weight status, outdoor play, and television watching. *Soc Sci Med.* 2011;72:668-76.
- [7] Stone MR, Faulkner GE. Outdoor play in children: associations with objectively-measured physical activity, sedentary behavior and weight status. *Prev Med.* 2014;65:122-7.
- [8] Veitch J, Bagley S, Ball K, Salmon J. Where do children usually play? A qualitative study of parents' perceptions of influences on children's active free-play. *Health Place.* 2006;12(4):383-93.
- [9] Institut de veille sanitaire, Université Paris-13, Conservatoire nationale des arts et métiers. Étude nationale nutrition santé ENNS, 2006. Situation nutritionnelle en France en 2006 selon les indicateurs d'objectif et les repères du Programme nationale nutrition santé (PNNS). Saint-Maurice: InVS; 2007. 74p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=3793
- [10] Castetbon K, Rouchaud A, Rolland-Cachera MF, Bertrais S, Hercberg S. Validation d'un questionnaire d'activité physique chez les enfants de 3 à 10 ans. Journées de veille sanitaire, Paris, 7-8 décembre 2004. http://www.invs.sante.fr/content/download/20485/123836/version/1/file/questionnaire_enfants_3-10ans.pdf
- [11] 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.
- [12] Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ.* 2007;335(7612):194-201.
- [13] Cleland V, Crawford D, Baur LA, Hume C, Timperio A, Salmon J. A prospective examination of children's time spent outdoors, objectively measured physical activity and overweight. *Int J Obes (Lond).* 2008;32(11):1685-93.
- [14] Raustorp A, Pagels P, Boldemann C, Cosco N, Soderstrom M, Martensson F. Accelerometer measured level of physical activity indoors and outdoors during preschool time in Sweden and the United States. *J Phys Act Health.* 2012;9(6):801-8.
- [15] Agence française de sécurité sanitaire des aliments. Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 2 (Inca2, 2006-2007). Maisons-Alfort: Afssa; 2009. 225 p. <https://www.anses.fr/sites/default/files/documents/PASER-Ra-INCA2.pdf>
- [16] Guignon N, Collet M, Gonzales L, De Saint Pol T, Guthmann JP, Fonteneau L. La santé des enfants en grande section de maternelle 2005-2006. Études & Résultats. 2010;737:1-8. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=568

[17] Wen LM, Kite J, Merom D, Rissel C. Time spent playing outdoors after school and its relationship with independent mobility: a cross-sectional survey of children aged 10-12 years in Sydney, Australia. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2009;6:15.

[18] Cooper AR, Page AS, Wheeler BW, Hillsdon M, Griew P, Jago R. Patterns of GPS measured time outdoors after school and objective physical activity in English children: the PEACH project. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010;7:31.

[19] Klinker CD, Schipperijn J, Kerr J, Ersbøll AK, Troelsen J. Context-Specific Outdoor Time and Physical Activity among

School-Children Across Gender and Age: Using Accelerometers and GPS to Advance Methods. *Front Public Health.* 2014;2:20.

Citer cet article

Salanave B, Verdot C, Deschamps V, Vernay M, Hercberg S, Castetbon K. La pratique de jeux en plein air chez les enfants de 3 à 10 ans dans l'Étude nationale nutrition santé (ENNS, 2006-2007). *Bull Epidemiol Hebd.* 2015;(30-31):561-70. http://www.invs.sante.fr/beh/2015/30-31/2015_30-31_3.html

> ARTICLE // Article

TRANSPORTS ACTIFS ET SANTÉ : PROGRAMME EUROPÉEN TAPAS ET ÉVALUATION D'IMPACT SANITAIRE À BARCELONE (ESPAGNE)

// ACTIVE TRANSPORTS AND HEALTH: THE TAPAS RESEARCH PROGRAMME AND HEALTH IMPACT ASSESSMENTS IN BARCELONA (SPAIN)

Audrey de Nazelle (anazelle@imperial.ac.uk), pour le consortium TAPAS (*Transportation, Air pollution and Physical Activities*)*

Centre for Environmental Policy, Imperial College, Londres, Royaume-Uni

*Contributeurs du consortium TAPAS : Zorana Jovanovic Andersen, Charlotte Braun-Fahrländer, Hana Bruhova, Tom Cole Hunter, Ariadna Curto Tirado, David Donaire, Katarzyna Iwinska, Michael Jerrett, Nadine Kubesch, Lindsay Maurer, Hala Nassif, Martina Ragetti, Ole Raaschou-Nielsen, Daniel A Rodriguez, David Rojas, Marko Tainio, Jean-François Toussaint et Mark Nieuwenhuijsen.

La liste complète des membres du consortium TAPAS est disponible sur le site du programme : <http://tapas-program.org>

Soumis le 19.05.2015 // Date of submission: 05.19.2015

Résumé // Abstract

Contexte – La promotion de la marche et du vélo comme modes de déplacement présente plusieurs avantages tels que la réduction des émissions de polluants et l'augmentation de l'activité physique de la population. Mais, dans le même temps, les personnes qui adoptent ces modes de transport actifs peuvent se trouver exposées à un risque accru d'accidents de la circulation et d'inhalation de polluants. Le programme européen de recherche TAPAS (2009-2013) a été élaboré dans l'optique d'aider les décideurs à concevoir des politiques urbaines qui contribuent à la lutte contre le changement climatique et encouragent des pratiques favorables à la santé tout en réduisant les risques potentiels liés à ces pratiques.

Méthodes – Des modèles quantitatifs d'évaluation d'impact sanitaire (EIS) ont été développés dans le cadre d'une approche multidisciplinaire pour estimer les impacts globaux, dans six villes européennes, de politiques de promotion des transports actifs. Sont présentées ici les EIS réalisées à Barcelone (Espagne) concernant l'impact de l'installation d'un système de vélos en libre-service et celui de scénarios de report de l'utilisation de la voiture vers le vélo et les transports en commun. Les impacts sur la mortalité et la morbidité, au regard des risques liés à une augmentation de l'inhalation de polluants et d'accidents de la circulation, et celui de l'activité physique ont été estimés.

Résultats – Quel que soit le scénario, les bénéfices liés à l'activité physique induite par les modes de transport actif ou lors du report vers les transports en commun sont supérieurs aux risques associés à l'accroissement de l'exposition à la pollution de l'air et aux accidents de circulation. On observe également une diminution des émissions de gaz à effet de serre, par exemple de 9 000 tonnes par an dans le cas de la mise en place du système de vélos en libre-service à Barcelone.

Conclusions – Les bénéfices sur la santé des populations de politiques urbaines visant à promouvoir la marche et le vélo sont supérieurs aux risques liés à une augmentation de l'exposition à la pollution atmosphérique et aux accidents de circulation. Pour apprécier complètement ces bénéfices, de nouvelles EIS sont nécessaires en vue d'identifier les politiques de promotion des transports actifs les plus efficaces et cerner les caractéristiques des personnes les plus à même d'adopter ces modes de transports, avec un risque environnemental et individuel le plus réduit possible.

Background – Encouraging walking and cycling as means of transportation may have diverse benefits, such as reduced pollutant emissions and increased physical activity in the population. At the same time, individuals who shift to active travel modes may also experience increased risks of traffic injuries and inhalation of air pollutants. The purpose of the TAPAS research programme (2009-2013) was to help decision makers design urban policies that tackle climate change and promote health-related outcomes in Europe, while minimizing potential risks from air pollution and traffic accident.

Methods – The central approach of the multi-city and multi-disciplinary study was the development of quantitative health impact assessment models to assess overall impacts of active travel policies. We developed health impact models in Barcelona, Spain of the implementation of the bike sharing system BICING and of car reduction scenarios towards combinations of cycling and public transport. We estimated impacts of travel mode shifts on mortality and morbidity, considering effects through changes in exposure to air pollution, traffic injuries, and physical activity.

Results – The health impact assessments indicated that the physical activity-related benefits of active travel were greater than the risks associated with increased air pollution inhalation and traffic injuries for all modelled scenarios. Large physical activity benefits are also estimated when mode shifts to public transit are assumed. Greenhouse gas emissions savings also ensue, for example 9 thousand tons per year from the implementation of the bike sharing system in Barcelona.

Conclusions – Population health benefits can be expected from policies aimed at increasing walking and cycling, despite concerns of increased air pollution and traffic injury exposure while physically active in travel microenvironments. To assess the full extent of such benefits further research is needed to understand the types of policies that are most effective in encouraging active travel, the characteristics of individuals who are most likely to shift to active travel modes, and optimal environmental and personal risk tradeoff profiles.

Mots-clés : Marche, Vélo, Activité physique, Évaluation d'impact sanitaire, Transport actif, Pollution de l'air, Accidents de la circulation

// **Keywords** : Walking, Cycling, Exercise, Health impact assessment, Active travel, Air pollution, Traffic injuries

Introduction

La promotion de la marche et du vélo comme modes de déplacement peut contribuer à répondre à certains des plus grands défis actuels en santé publique, tels que l'inactivité physique, la pollution atmosphérique ou le changement climatique¹. Face à l'urbanisation croissante et à l'augmentation du nombre de véhicules motorisés dans le monde, les organisations nationales et internationales préconisent de nouvelles stratégies, notamment une planification urbaine favorisant les modes de transport actif¹. Le développement de la pratique de la marche et du vélo, intégrée dans la vie quotidienne, pourrait permettre d'atteindre le niveau d'activité physique de 30 minutes par jour recommandé par l'Union européenne. Cette approche présente l'avantage de réduire les émissions polluantes, et donc d'améliorer la qualité de l'air, et de diminuer la pollution sonore et les émissions de gaz à effet de serre qui contribuent au changement climatique. Cependant, l'adoption d'un mode de transport actif expose à des risques accrus d'accident de la circulation et d'inhalation de polluants atmosphériques¹. Il donc est nécessaire d'en évaluer le rapport bénéfice-risque, condition préalable au succès des politiques en faveur des modes de transport actif. Urbanistes, professionnels de santé, spécialistes des questions environnementales, usagers des transports et décideurs doivent pouvoir prendre en compte l'ensemble des impacts sanitaires et environnementaux des politiques de telles politiques.

Le programme européen de recherche multidisciplinaire TAPAS (*Transportation, Air pollution and Physical*

ActivitieS, 2009-2013. <http://tapas-program.org>) a été élaboré en vue d'aider les décideurs à concevoir des politiques urbaines contribuant à réduire les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports et encourageant des pratiques favorables à la santé, tout en réduisant les risques potentiels liés la pollution atmosphérique et aux accidents de la circulation. Le consortium TAPAS était composé de six instituts de recherche de six villes européennes : Paris (France), Barcelone (Espagne), Varsovie (Pologne), Copenhague (Danemark), Bâle (Suisse) et Prague (République tchèque). Chaque ville constituait en elle-même une étude de cas et fournissait une équipe de recherche apportant son expertise spécifique dans un cadre multidisciplinaire.

L'approche a consisté à élaborer des modèles quantitatifs d'évaluation d'impact sanitaire (EIS) pour estimer les impacts globaux des politiques de transport actif. Elle a été complétée par des études ciblées permettant de compléter les connaissances sur des thèmes connexes tels que l'exposition à la pollution de l'air lors des déplacements selon des modes actifs, les comportements en matière de transport, etc.

Cet article résume les travaux de trois EIS réalisées à Barcelone pour évaluer divers scénarios de changement de modes de déplacement. Les principaux résultats des modélisations⁽¹⁾ sont présentés ici.

⁽¹⁾ Pour plus de détails sur les analyses de sensibilité des modèles, voir les publications originales (références 3, 4 et 5).

Cadre général de la démarche d'évaluation

La méthode adoptée est celle proposée par Joffe et Mindell². Afin que les EIS répondent au mieux aux besoins du terrain, dans une perspective d'appropriation d'une politique publique, des réunions et des ateliers avec les diverses parties prenantes ont été organisés dans chacune des six villes. Ces échanges ont également permis d'identifier les données locales disponibles pour la réalisation des EIS.

À Barcelone, un atelier d'experts a été organisé pendant deux jours, en 2009, pour faire le point sur l'état des connaissances relatives à l'impact des politiques de transport actif et jeter les bases d'une évaluation quantitative. Des experts internationaux de plusieurs domaines (activité physique, transports, sciences de l'environnement, architecture, sociologie, modélisation de la pollution de l'air, épidémiologie et politiques publiques) ont participé à l'élaboration d'un cadre d'évaluation de l'impact des politiques ou des scénarios visant à passer de modes de transport passif (notamment automobile) à des modes de transport actif¹. À l'issue de cet atelier, trois paramètres ont été retenus pour être inclus dans les EIS, compte tenu du poids de leur impact et de la robustesse des relations dose-réponse décrites dans la littérature : la pollution atmosphérique, les accidents de la circulation et l'activité physique (figure 1). Ont été évalués, en particulier, les bénéfices liés à la pratique d'une activité physique, ainsi que les risques liés à l'inhalation d'air pollué et à l'exposition aux accidents de circulation qui peuvent l'accompagner. Le modèle inclut également l'estimation du bénéfice, pour la population générale, de l'amélioration de la qualité de l'air en fonction de différents scénarios de changement de modes de déplacement.

D'autres paramètres (bruit, interactions sociales, espaces verts, etc.), potentiellement identifiés comme importants à considérer, n'ont pas été retenus pour le modèle quantitatif du fait de l'absence de relations dose-réponse robustes.

Politiques et scénarios

Barcelone, ville de 1,6 million d'habitants située dans une agglomération urbaine de 3,2 millions d'habitants, a servi de terrain d'essai pour l'application des trois premiers modèles d'EIS de TAPAS. En 2009, les déplacements en vélo n'y représentaient que 1% des 7,7 millions de déplacements quotidiens dans l'agglomération, et 2% dans la ville intra-muros. La marche était le mode de déplacement le plus fréquent (31% dans l'agglomération, 45% dans la ville), suivie par les transports publics (respectivement 36% et 30%) et les voitures particulières (respectivement 15% et 10%).

La première EIS a évalué l'impact sur la mortalité de la mise en service du réseau public de vélos en libre-service (Bicing), mis en place en 2007 à Barcelone³. Les données sur les déplacements en voiture et à vélo et sur l'utilisation des vélos en libre-service provenaient des services municipaux de Barcelone, d'enquêtes réalisées par le service des transports de la ville et de la région métropolitaine, et par la société Bicing. Le nombre moyen de trajets quotidiens et leur durée moyenne par mode de déplacement dans la ville ont pu être estimés. Le nombre d'utilisateurs réguliers des vélos en libre-service était de 28 251. L'hypothèse a été faite que 90% d'entre eux (25 426) étaient de « nouveaux » cyclistes, qui avaient remplacé la voiture par le vélo pour tous leurs déplacements, tout en conservant le même nombre de trajets et la même distance parcourue (soit 4,34 km parcourus par jour de travail)³.

La deuxième EIS a estimé l'impact sur la mortalité de différents scénarios de réduction des trajets en voiture en faveur d'autres modes de déplacement dits « actifs »⁴. La troisième a estimé quant à elle l'impact sur la morbidité de ces mêmes scénarios⁵. Huit scénarios, comprenant un report de tout ou partie des déplacements automobiles vers le vélo, la marche à pied et les transports publics ont été construits (tableau 1) : quatre concernaient les déplacements dans la ville de Barcelone (distances estimées, en moyenne, à 3,1 km/trajet) et quatre les déplacements

Figure 1

Paramètres retenus pour les évaluations quantitatives de l'impact sanitaire de politiques favorisant des modes de transport actif à Barcelone, Espagne (programme TAPAS, 2009-2013)

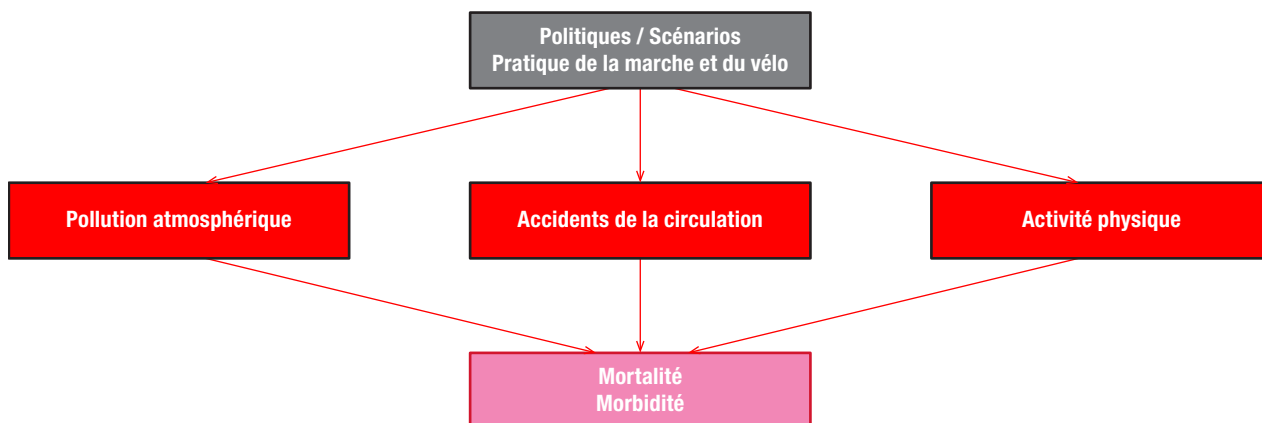


Tableau 1

Scéenarios de report de modes de transport utilisés dans les évaluations d'impact sanitaire du programme TAPAS à Barcelone (Espagne)

Dans Barcelone intra-muros	Pourcentage de réduction des déplacements en voiture	Trajets par jour remplacés par des déplacements à vélo en % (nombre)	Trajets par jour remplacés par des déplacements en transports publics ^b en % (nombre)
Scénario 1	20	100 (94 460)	0
Scénario 2	40	100 (188 920)	0
Scénario 3	20	50 (47 230)	50 (47 230)
Scénario 4	40	50 (94 460)	50 (94 460)
Dans l'agglomération de Barcelone ^a			
Scénario 5	20	0	100 (170 324)
Scénario 6	40	0	100 (340 468)
Scénario 7	20	20 (34 065)	80 (136 259)
Scénario 8	40	20 (68 130)	80 (272 518)

^a Déplacements entre Barcelone intra-muros et sa zone péri-urbaine.

^b Dans Barcelone intra-muros : l'autobus et le tramway représentent 45% des déplacements, le métro et le train 55% ; à l'extérieur de Barcelone : l'autobus et le tramway représentent 26% des déplacements, le métro et le tramway 74%.

entre la ville de Barcelone et sa zone péri-urbaine (en moyenne 6,4 km/trajet). Il a été considéré que les déplacements en voiture étaient remplacés par des déplacements de même distance à vélo ou en transports publics. La répartition entre métro, train, bus ou tram reflétait les proportions respectives d'utilisation de ces transports ^{4,5}.

Modélisations

Pour les deux premières EIS, l'estimation de l'impact sur la mortalité a pris en compte les expositions au risque d'accidents de la circulation, l'inhalation d'air pollué et la pratique d'une activité physique.

La troisième EIS a mesuré la morbidité, approchée par l'indicateur DALY (*Disability Adjusted Life Years*, en français AVCI : années de vie corrigées du facteur d'invalidité). Le calcul du nombre d'AVCI, fréquemment utilisé dans les EIS et dans les études des facteurs de risque sur le poids des maladies, permet d'exprimer non seulement les années de vies perdues, mais également les années vécues avec un handicap ⁶.

L'impact sanitaire a été calculé à partir d'estimations de l'exposition aux risques d'accidents de la circulation et à la pollution de l'air, et du niveau d'activité physique lors des déplacements en mode actif, pour chacun des huit scénarios. La même démarche a été adoptée pour les personnes se déplaçant exclusivement avec les vélos du réseau Bicing (scénario de base). Les étapes classiques de l'évaluation des risques, comme décrites par exemple dans le domaine de la pollution atmosphérique ^{7,8}, ont été suivies. Les fonctions utilisées sont présentées dans les tableaux 2 et 3.

Les accidents de la circulation

Le risque d'accidents est rapporté aux distances parcourues dans chaque mode de déplacement

(en km). Concernant les accidents mortels, les risques relatifs (RR) de mortalité toutes causes selon le mode de déplacement ont été obtenus à partir des données de mortalité totale due au trafic, par mode de transport et par nombre total de kilomètres parcourus (données publiées par l'Agence de la santé publique de Barcelone).

L'activité physique

Le niveau d'activité physique est rapporté au temps passé dans chaque mode de transport. L'outil d'évaluation économique des effets sanitaires HEAT (*Health Economic Assessment Tools*) liés à la pratique du vélo et à la marche, développé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), a été utilisé pour mesurer l'activité physique ⁹.

Pour les déplacements à vélo, le calcul du RR de mortalité toutes causes est basé sur le RR issu d'une étude réalisée à Copenhague, cohorte la plus importante prenant en compte l'impact sur la santé des déplacements à vélo ¹⁰. Ce RR a été corrigé pour tenir compte des distances quotidiennes parcourues à vélo à Barcelone (tableau 3).

Pour la marche, le calcul du RR de mortalité toutes causes est basé sur une méta-analyse de neuf études de mortalité dans des populations comparables ⁹. Le RR a été ajusté sur la durée moyenne de marche hebdomadaire rapportée dans cette méta-analyse. Chaque trajet en transport en commun (bus, tram, métro et train) a été assorti de 10 minutes de marche à pied (tableau 3).

Pollution atmosphérique

L'exposition à la pollution de l'air est rapportée au temps passé dans chaque transport. Le modèle a pris en compte l'exposition aux particules de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM_{2,5}), dont l'association

Tableau 2

Fonctions générales d'évaluation d'impact sanitaire utilisées à Barcelone, Espagne (TAPAS, 2009-2013)

Fraction attribuable parmi les personnes exposées	$FA_{exp} = \frac{(RR-1)}{RR}$
Taux de mortalité parmi les voyageurs^a	Taux de mortalité dans la région de Barcelone × Nombre de voyageurs
Mortalité due à l'exposition	Taux de mortalité des voyageurs × FA_{exp}
Nombre de décès par milliard de kilomètres parcourus^b	(Nombre de décès × nombre de kilomètres parcourus par année) × 10 ⁹
Dose inhalée (µg/jour)^c	Ventilation minute (m ³ /h) × durée (h/jour) × concentration (µg/m ³)
Dose totale (µg/jour)^d	Dose inhalée pendant le sommeil + pendant le repos + pendant le transport
Différentiel d'exposition (µg/m³)^d	$\left(\left[\frac{\text{Dose totale en mode actif}}{\text{Dose totale en voiture}} \right] - 1 \right) \times \text{Concentration moyenne de polluant}$

Source : Rojas-Ruedas et coll., 2012⁴^a Voyageur : toute personne qui passe d'un mode de transport en voiture à un autre mode dans chacun des scénarios.^b Calculé pour chaque mode de transport.^c Nombre annuel moyen des décès par mode de transport entre 2002 et 2010 à Barcelone.^d Données pondérées sur les 365 jours de l'année et calculées pour chaque polluant. Cette formule a été calculée pour chaque mode de transport.

Tableau 3

Formules d'adaptation des fonctions de risques relatifs (RR) pour les scénarios de Barcelone (Espagne)

Activité physique	
Marche	$1 - \left[\frac{\text{Minutes de marche hebdomadaire à Barcelone}}{203 \text{ minutes/semaine}^a} \times (1 - 0,78^b) \right]$
Vélo	$1 - \left[\frac{\text{km parcourus en vélo par an à Barcelone}}{1\,512 \text{ km/an}^c} \times (1 - 0,72^d) \right]$
Accidents de la circulation	$\frac{\text{Nombre de décès dans la population} - (\text{Nombre de décès par mode de transport} + \text{Nombre de décès en voiture})}{\text{Nombre de décès dans la population}}$
Pollution atmosphérique^e	$\text{Exp} \left[\text{Ln}(RR_{10}) \times \left(\frac{\text{Différentiel d'exposition}}{10} \right) \right]$

^a Les 203 minutes hebdomadaires correspondent à la durée de la marche rapportée dans l'outil HEAT de l'OMS⁹ (soit 29 minutes x 7 jours par semaine).^b 0,78 correspond au risque relatif (RR) de décès pendant la marche rapporté par l'outil HEAT pour la marche⁹ ; les 203 minutes hebdomadaires correspondent à la durée de la marche rapportée cet outil (soit 29 minutes x 7 jours par semaine).^c Distance moyenne annuelle parcourue à vélo à Copenhague.^d 0,72 correspond au RR de décès pendant un trajet à vélo pour se rendre au travail rapporté par Andersen *et coll.*¹⁰ ; les 1 512 km/an correspondent à la distance moyenne parcourue à vélo à Copenhague.^e Ce RR est calculé pour le différentiel d'exposition entre mode obtenu (tableau 2) à partir d'un RR moyen ajusté de la mortalité toutes causes, pour une variation de 10 µg/m³ de PM_{2,5}¹⁶.

avec la mortalité toutes causes a été démontrée³. Les niveaux d'exposition et les doses inhalées ont été calculés pour chaque mode de déplacement. Pour la voiture, le vélo, la marche et le bus, ces données ont été obtenues à partir d'une campagne de mesures réalisée à Barcelone¹¹. Pour l'exposition dans le métro et le train, un niveau trois fois supérieur à la concentration de base de la ville a été appliqué, en se basant sur des études réalisées dans d'autres villes^{4,12,13}. Pour chaque trajet en transport public, les niveaux d'exposition correspondant aux 10 minutes de marche à pied ont été intégrés. La dose annuelle de PM_{2,5} inhalée a été estimée en prenant en compte les taux d'inhalation, les expositions et les durées de trajet spécifiques à chaque mode de transport¹⁴. Les durées hors déplacement ont été considérées comme des temps de repos et de sommeil, avec une exposition aux PM_{2,5} à des niveaux correspondant aux concentrations de l'air intérieur. Le RR de mortalité

associée à l'augmentation de l'inhalation d'air pollué par les usagers des transports en commun et du vélo, comparée à celle des automobilistes, a été estimé selon la méthode de Hartog et coll.¹⁵. Pour chaque mode de déplacement (vélo, bus/tram et métro/train), le différentiel d'exposition par rapport à l'automobile a été estimé en appliquant le ratio entre les doses inhalées pour le mode considéré et celles inhalées par les automobilistes à la concentration moyenne dans l'air (tableau 2). Ce différentiel d'exposition a ensuite été appliqué aux fonctions exposition-réponse de PM_{2,5} rapportées dans la littérature¹⁶ comme pour les autres impacts sanitaires (tableau 3).

Morbidité : les pathologies retenues

La troisième EIS a porté sur la morbidité⁵. À l'issue d'une consultation d'experts et d'une revue systématique de la littérature, six pathologies ou

groupes de pathologies ont été retenus pour l'étude de l'impact de l'activité physique : maladies cardiovasculaires, démences, diabète de type 2, cancer du sein chez les femmes et cancer du côlon chez les hommes et chez les femmes. Le même processus a conduit à retenir cinq pathologies pour l'étude de l'impact de la pollution atmosphérique : maladies cérébrovasculaires, infections des voies respiratoires basses, prématurité, petit poids de naissance et maladies cardiovasculaires.

Pour les accidents de la circulation, les dossiers relatifs aux blessures (minimes et graves) selon les différents modes de déplacement ont été obtenus auprès de la ville de Barcelone.

Taux de mortalité et morbidité

Les estimations de RR liés à la pollution atmosphérique, aux accidents de la circulation et à l'activité physique ont été appliquées aux taux de mortalité et de morbidité à Barcelone pour estimer les variations de la mortalité attribuable au changement des modes de déplacement (tableau 2).

Les taux de mortalité toutes causes de la population de 16 à 64 ans (moyenne 39 ans) de la région de Barcelone ont été estimés à 2,05 décès pour 1 000 habitants par an en 2007, soit environ 2 200 décès par an (Institut de statistique de Catalogne - GENCAT, 2010). La même source a été utilisée pour le calcul du taux de mortalité de la population générale, estimé à 9,36 décès pour 1 000 habitants par an en 2007, après ajustement sur l'âge pour chaque région de recensement.

Les taux de morbidité pour les différentes pathologies retenues ont été obtenus à partir d'études épidémiologiques et de rapports publics concernant la population locale. Les taux de morbidité spécifiques par âge et par sexe étaient disponibles⁵.

Par ailleurs, pour chacune des relations modélisées (pollution de l'air, activité physique et accidents de la circulation), des études de sensibilité ont été menées pour estimer le degré d'incertitude et la sensibilité aux différents paramètres³⁻⁵. Cette partie n'est pas décrite ici.

EIS et population générale

Dans les deuxième et troisième EIS, les bénéfices d'une réduction de la pollution de l'air ont été estimés pour la population générale. L'évaluation de l'impact sanitaire de la réduction de la concentration de $PM_{2,5}$ dans la ville de Barcelone a été faite avec le modèle de dispersion particulaire des PM_{10} « *Barcelona Air-Dispersion* »¹⁷. La concentration en $PM_{2,5}$ a été estimée à partir de ce modèle en appliquant un ratio de 0,6 ($PM_{2,5}/PM_{10}$) pour la situation de référence. Les mêmes estimations ont été faites pour les scénarios impliquant une réduction de 20% et de 40% du trafic automobile. Ce modèle de dispersion a été utilisé exclusivement pour la ville de Barcelone et sa population. Les changements de concentration ont été estimés dans les 1 482 zones de recensement de Barcelone en prenant en compte, pour chaque zone,

le nombre d'habitants et sa distribution par âge. Dans chaque zone, la mortalité attendue, le RR et la fraction de risque attribuable chez les personnes exposées ont permis d'estimer l'impact sanitaire associé à la réduction des $PM_{2,5}$.

Résultats

Quel que soit le scénario, les bénéfices pour la santé liés au passage d'un mode de transport passif à un mode de transport actif sont largement supérieurs aux risques associés à une augmentation de l'inhalation de polluants atmosphériques et à une plus grande exposition aux accidents de la route (figures 2 et 3).

Le vélo en libre-service

Selon notre modèle, la mise en œuvre du système de vélos en libre-service aurait permis, en augmentant l'activité physique des individus, d'épargner 12 vies par an, contre une augmentation de 0,03 décès par an dus aux accidents de la circulation et 0,13 décès par an liés à une inhalation plus importante de polluants pendant les trajets (figure 2).

Scénarios avec report vers les transports publics

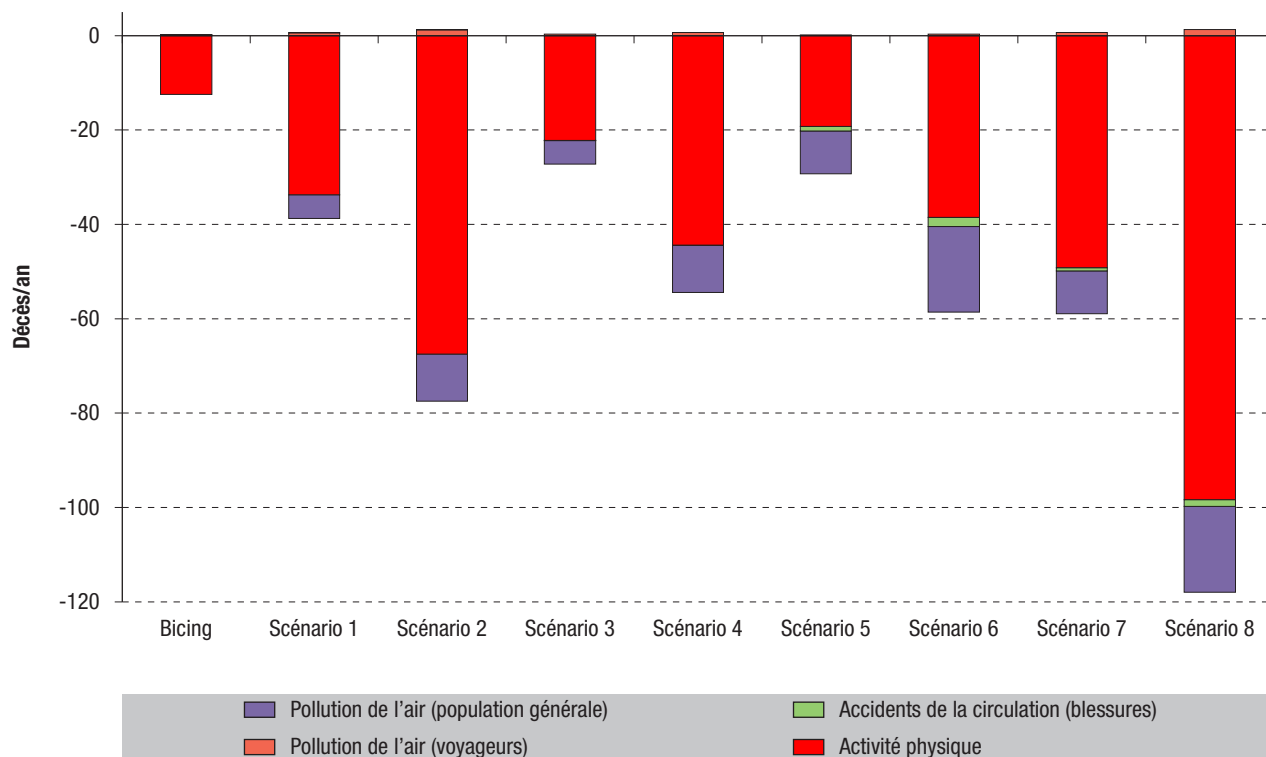
Les six scénarios (3 à 8) de réduction de l'utilisation des véhicules automobiles individuels avec transferts partiels ou complets vers les transports publics (incluant 10 minutes de marche) conduisaient également à un impact positif sur la santé. Cependant, les bénéfices étaient moindres que lorsque le vélo était le mode de transport alternatif (scénario 1 vs 3 et scénario 2 vs 4).

Pour la population générale, les bénéfices d'une réduction de l'exposition à la pollution de l'air (tableau 4) étaient supérieurs aux risques d'exposition individuelle du fait de la pratique du vélo dans tous les scénarios développés pour Barcelone (figures 2 et 3). Ils étaient cependant beaucoup moins importants que les bénéfices liés à l'activité physique, même dans les scénarios où seuls les transports publics étaient utilisés.

Le scénario 8 (réduction de 40% des déplacements en voiture entre la zone péri-urbaine et la ville de Barcelone, en faveur d'un report vers le vélo (20%) et les transports en commun (80%)) présentait les bénéfices les plus élevés : 98,4 décès évités par an du fait de l'augmentation de l'activité physique et 1,4 en raison de la réduction des accidents de la circulation. L'inhalation de polluants atmosphériques entraînait 1,6 décès supplémentaire pour ceux qui avaient adopté le vélo, mais avait un impact positif (8,6 décès évités) dans la population générale (figure 2). Dans ce scénario, les bénéfices liés à l'activité physique et à la diminution des accidents de la circulation se traduisaient respectivement par une diminution de 259 et 45 AVCI ; une diminution de 34 AVCI était attribuable à la réduction de la pollution de l'air dans la population générale, alors qu'une augmentation de 2 AVCI était attribuable à l'augmentation de l'inhalation d'air

Figure 2

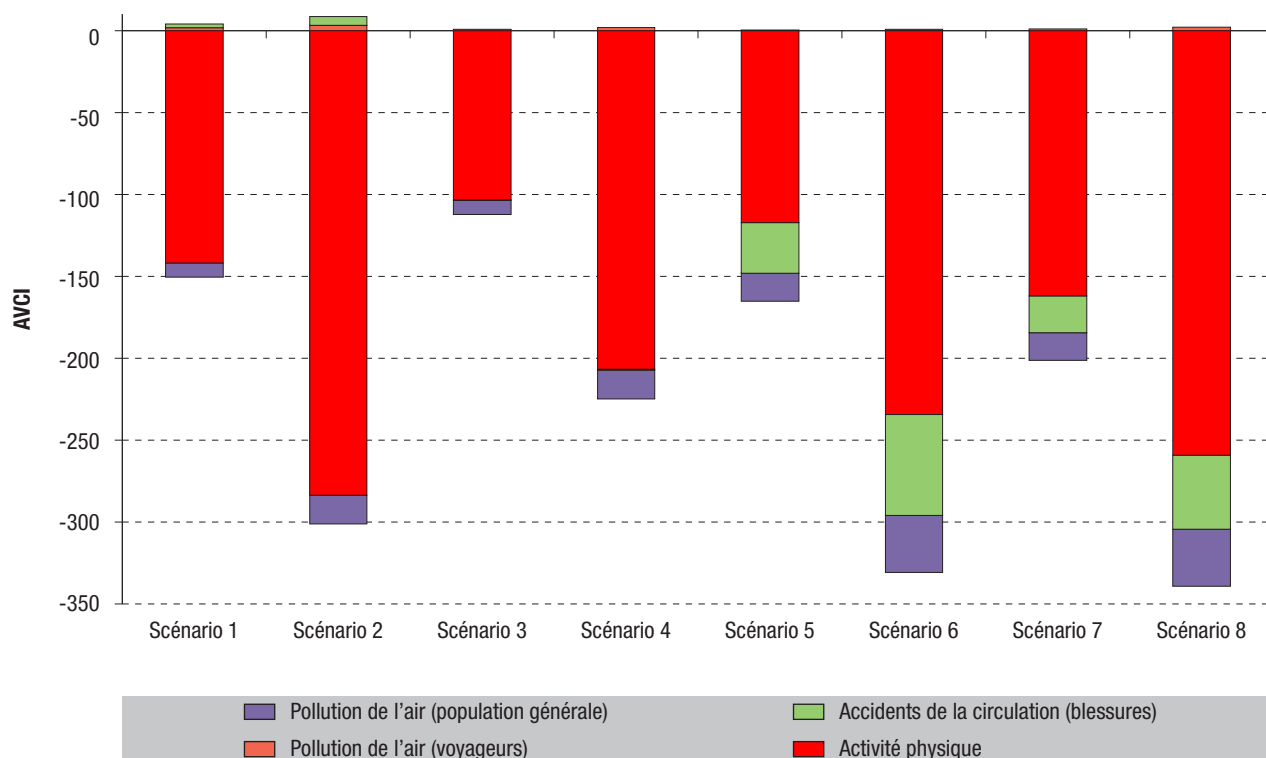
Estimation du nombre de décès évités selon les divers scénarios. Évaluations d'impact sanitaire sur la mortalité à Barcelone, Espagne (TAPAS, 2009-2013)



D'après Rojas-Rueda et coll., 2011 ³ et Rojas-Rueda et coll., 2012 ⁴.

Figure 3

Estimation des AVCI évités selon les scénarios. Évaluations d'impact sanitaire sur la morbidité à Barcelone, Espagne (TAPAS, 2009-2013)



D'après Rojas-Rueda et coll., 2013 ⁵.

AVCI : années de vie corrigées du facteur d'invalidité.

pollué chez les voyageurs (figure 3)^{4,5}. On peut noter que ces bénéfices au niveau de la population générale sont relativement conséquents, malgré une réduction plutôt faible des concentrations en PM_{2,5} (de 0,3 à 1,2%, tableau 4)

Discussion

Le programme européen de recherche multidisciplinaire TAPAS, développé en vue d'améliorer les connaissances et la compréhension des impacts sur la santé des politiques de transport actif, a été mené sur quatre années. Les EIS réalisées à Barcelone ont montré que les bénéfices liés à l'accroissement de l'activité physique étaient largement supérieurs à l'augmentation des risques associés aux accidents de la circulation et à l'inhalation de polluants.

Des EIS telles que celles décrites ici ont également été mises en œuvre dans les six villes européennes partenaires du programme TAPAS, couvrant une grande diversité de situation urbaines⁽²⁾. À Prague ou Varsovie, où les risques d'accidents de la circulation sont respectivement 5 à 15 fois plus importants qu'à Barcelone pour la marche et le vélo, et avec une pollution atmosphérique jusqu'à 50% plus élevée, les avantages des politiques de transport actif l'emportaient sur les inconvénients dans tous les scénarios étudiés. En outre, une évaluation de l'impact économique de l'abandon de la voiture au profit de la marche ou du vélo, réalisée dans le cadre du programme TAPAS pour une population européenne générique, a montré que les gains, en termes de coût, de l'activité physique étaient près de 20 fois supérieurs aux risques liés à l'inhalation de polluants et aux accidents de la circulation. Par ailleurs, le ratio coût-bénéfice du système de vélo en libre-service parisien Vélib' a été estimé à 2,8¹⁸.

Les analyses de sensibilité révèlent l'importance d'intégrer à l'avenir dans les modèles d'EIS une caractérisation plus fine des personnes amenées

à changer de comportement, comme leur profil démographique (âge, sexe) et leur niveau d'activité physique.

En plus de leur impact sur la santé, les changements de modes de déplacement en faveur de modes actifs jouent sur la qualité de l'air et les gaz à effet de serre. L'évaluation des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) pour les différents scénarios décrits ci-dessus (sur la base des données fournies par le Bureau catalan du changement climatique¹⁹), montre une forte réduction de ces émissions. La mise en service des vélos en libre-service à Barcelone conduit à une réduction des émissions de CO₂, estimée à 9 000 tonnes chaque année ; la diminution la plus importante (160 000 tonnes/an) concerne les deux scénarios (scénarios 6 et 8) impliquant des trajets automobiles entre la ville de Barcelone et sa zone péri-urbaine (tableau 4).

Depuis 2009, les EIS des modes de transport actif se multiplient dans le monde. Même si les méthodes utilisées varient selon le niveau de détail (e.g. taux d'accidents par âge et sexe), l'évènement sanitaire considéré, les expositions et les variables intégrées dans les modèles, les conclusions des 20 études publiées à ce jour ayant pris en compte les mêmes paramètres que TAPAS montrent également que les avantages du transport actif, en termes d'activité physique, l'emportent sur les risques potentiels liés à l'augmentation de l'inhalation de pollution atmosphériques et à une exposition accrue aux accidents de la circulation^{18,20-22}.

Contexte épidémiologique

Ces EIS ne prenant pas en compte l'impact de la combinaison d'activité physique et d'exposition à la pollution de l'air au niveau individuel, le programme TAPAS a comporté des études complémentaires. Les effets au niveau individuel de l'utilisation de modes actifs en milieu pollué sont peu connus. De même, les interactions entre la pollution atmosphérique et l'activité physique restent mal comprises. Des études permettant d'évaluer la santé des personnes qui font de l'exercice physique sur fond de pollution atmosphérique ont donc été menées. L'activité

⁽²⁾ Manuscrit en cours de rédaction.

Tableau 4
Estimations des réductions des concentrations en PM_{2,5} et des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) à Barcelone, Espagne (TAPAS, 2009-2013)

	Vélos en libre-service ^a	Barcelone intra-muros ^b		Agglomération urbaine de Barcelone ^c	
		Scénarios 1 ou 3	Scénarios 2 ou 4	Scénarios 5 ou 7	Scénarios 6 ou 8
Réduction des déplacements en voiture (%)	-	20	40	20	40
Réduction des PM _{2,5} en µg/m ³ (%)	-	0,07 (0,32)	0,14 (0,64)	0,13 (0,58)	0,26 (1,16)
Émissions de CO ₂ évitées (tonnes/an)	9 062	21 391	42 783	80 233	160 467

^a Scénario de l'impact du système de vélo en libre-service (pas de réduction des déplacements calculés)³.
^b Scénarios dans lesquels les déplacements commencent et se terminent dans la ville de Barcelone⁴.
^c Scénarios dont l'une des destinations est la région péri-urbaine et l'autre la ville de Barcelone⁴.

physique améliorant certains processus physiologiques que la pollution atmosphérique détériore²³⁻²⁵, l'interprétation de ces études expérimentales est complexe. Pour répondre à cette difficulté, une étude avec un *design* permettant de découpler les effets de l'activité physique de ceux liés à la pollution de l'air (*cross-over design*) a été réalisée dans le cadre de TAPAS. Cette étude montre qu'une activité physique modérée a des effets bénéfiques, voire protège de certains effets indésirables aigus de la pollution de l'air, même en cas d'exposition à des niveaux élevés^{26,27}. De même, une autre étude épidémiologique du programme TAPAS confirment les bénéfices à long terme, au niveau individuel, de la pratique de transports actifs, même en milieux relativement pollués²⁸.

Conclusion

Le programme TAPAS a clairement montré la pertinence d'investir dans des politiques qui favorisent le transport actif, dont les avantages majeurs reposeront probablement sur leur contribution à l'augmentation des niveaux d'activité physique dans la population. Elles pourront en outre contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre et l'exposition à la pollution de l'air dans la population générale.

Les données disponibles, limitées à ce jour aux conditions rencontrées dans des villes occidentales, indiquent que les questionnements relatifs à l'augmentation de l'exposition à la pollution atmosphérique liée aux modes de déplacement actif ne constituent pas un obstacle à la pratique du vélo²⁰. Il n'en reste pas moins qu'il faut développer des itinéraires à faible pollution pour les cyclistes et les piétons.

Ce type d'approche doit être étendu à un plus large éventail de villes et de populations, ou intégrer des données environnementales et comportementales plus précises, afin de contribuer à proposer des réponses politiques adaptées aux différents profils environnementaux et personnels. De nouveaux programmes de recherche, tels que le projet européen *Physical Activity Through Sustainable Approaches* (PASTA, <http://www.pastaproject.eu/home>), développent des méthodes permettant de comprendre cette composante comportementale essentielle et d'approfondir les études d'évaluation de l'impact sanitaire. ■

Remerciements

Ce travail fait partie du programme européen *Transportation, Air pollution and Physical Activities: an integrated health risk assessment programme of climate change and urban policies* (TAPAS), associant en partenariat les villes de Barcelone, Bâle, Copenhague, Paris, Prague et Varsovie. TAPAS a été financé par la Fondation Coca-Cola, l'Agència de Gestió D'Ajuts Universitaris I de Recerca (AGAUR) et le Center for Research in Environmental Epidemiology (CREAL), Barcelone.

Références

[1] de Nazelle A, Nieuwenhuijsen MJ, Antó JM, Brauer M, Briggs D, Braun-Fahrlander C, *et al.* Improving health through policies that promote active travel: a review of evidence to support integrated health impact assessment. *Environ Int.* 2011;37(4):766-77.

[2] Joffe M, Mindell J. Health impact assessment. *Occup Environ Med.* 2005;62(12):907-12:830-5.

[3] Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Tainio M, Nieuwenhuijsen MJ. The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use: health impact assessment study. *BMJ.* 2011;343:d4521.

[4] Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Teixidó O, Nieuwenhuijsen MJ. Replacing car trips by increasing bike and public transport in the greater Barcelona metropolitan area: a health impact assessment study. *Environ Int.* 2012;49:100-9.

[5] Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Teixidó O, Nieuwenhuijsen MJ. Health impact assessment of increasing public transport and cycling use in Barcelona: a morbidity and burden of disease approach. *Prev Med.* 2013;57(5):573-9.

[6] WHO. Comparative quantification of health risks. Global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Geneva: World Health Organization; 2004. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/cra/en/

[7] Künzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P, *et al.* Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet.* 2000;356(9232):795-801.

[8] Perez L, Künzli N. From measures of effects to measures of potential impact. *Int J Public Health.* 2009;54(1):45-8.

[9] Kahlmeier S, Kelly P, Foster C, Götschi T, Cavill N, Dinsdale H, *et al.* Health economic assessment tools (HEAT) for walking and for cycling. Methodology and user guide. Economic assessment of transport infrastructure and policies. 2014 Update. Geneva: World Health Organization; 2014. 49 p. <http://www.euro.who.int/fr/publications/abstracts/health-economic-assessment-tools-heat-for-walking-and-for-cycling.-methodology-and-user-guide.-economic-assessment-of-transport-infrastructure-and-policies.-2014-update>

[10] Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, Hein HO. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med.* 2000;160(11):1621-8.

[11] de Nazelle A, Fruin S, Westerdahl D, Martinez D, Ripoll A, Kubesch N, *et al.* A travel mode comparison of commuters' exposures to air pollutants in Barcelona. *Atmos Environ.* 2012;59:151-9.

[12] Aarnio P, Yli-Toumi T, Kousa A, Makela T, Hirsikko A, Hameri K, *et al.* The concentrations and composition of and exposure to fine particles (PM_{2.5}) in the Helsinki subway system. *Atmos Environ.* 2005;39:5059-66.

[13] Adams HS, Nieuwenhuijsen MJ, Colvile RN, McMullen MA, Khandelwal P. Fine particle (PM_{2.5}) personal exposure levels in transport microenvironments, London, UK. *Sci Total Environ.* 2001;279(1-3):29-44.

[14] de Nazelle A, Rodríguez DA, Crawford-Brown D. The built environment and health: impacts of pedestrian-friendly designs on air pollution exposure. *Sci Total Environ.* 2009 1;407(8): 2525-35.

[15] de Hartog JJ, Boogaard H, Nijland H, Hoek G. Do the health benefits of cycling outweigh the risks? *Cien Saude Colet.* 2011;16(12):4731-44.

[16] Krewski D, Jerrett M, Burnett RT, Ma R, Hughes E, Shi Y, *et al.* Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. *Res Rep Health Eff Inst.* 2009;(140):5-114;discussion 115-36.

[17] Lao J, Teixidó O. Air quality model for Barcelona. In: Brebbia CC, Longhurst JWS, Popov V editors. *Air pollution XIX*. Southampton (UK): Witpress, 2011. p. 25-36.

- [18] Rabl A, de Nazelle A. Benefits of shift from car to active transport. *Transport Policy*. 2012;19(1):121-31.
- [19] Oficina Catalana del Cambio Climático. Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Barcelona: Generalitat de Catalunya; 2010. http://canviclimatic.gencat.cat/es/reduceix_emissions/guia_de_calcul_demissions_de_co2/
- [20] Mueller N, Rojas-Rueda D, Cole-Hunter T, de Nazelle A, Dons E, Gerike R, *et al.* Health impact assessment of active transportation: A systematic review. *Prev Med*. 2015;76:103-14.
- [21] Grabow ML, Spak SN, Holloway T, Stone B, Mednick AC, Patz JA. Air quality and exercise-related health benefits from reduced car travel in the midwestern United States. *Environ Health Perspect*. 2012;120(1):68-76.
- [22] Woodcock J, Tainio M, Cheshire J, O'Brien O, Goodman A. Health effects of the London bicycle sharing system: health impact modelling study. *BMJ*. 2014;348:g425.
- [23] Jarjour S, Jerrett M, Westerdahl D, de Nazelle A, Hanning C, Daly L, *et al.* Cyclist route choice, traffic-related air pollution, and lung function: a scripted exposure study. *Environ Health*. 2013;12:14.
- [24] Mills NL, Törnqvist H, Robinson SD, Gonzalez M, Darnley K, MacNee W, *et al.* Diesel exhaust inhalation causes vascular dysfunction and impaired endogenous fibrinolysis. *Circulation*. 2005;112(25):3930-6.
- [25] Strak M, Boogaard H, Meliefste K, Oldenwening M, Zuurbier M, Brunekreef B, *et al.* Respiratory health effects of ultrafine and fine particle exposure in cyclists. *Occup Environ Med*. 2010;67(2):118-24.
- [26] Kubesch N, De Nazelle A, Guerra S, Westerdahl D, Martinez D, Bouso L, *et al.* Arterial blood pressure responses to short-term exposure to low and high traffic-related air pollution with and without moderate physical activity. *Eur J Prev Cardiol*. 2015;22(5):548-57.
- [27] Kubesch NJ, de Nazelle A, Westerdahl D, Martinez D, Carrasco-Turigas G, Bouso L, *et al.* Respiratory and inflammatory responses to short-term exposure to traffic-related air pollution with and without moderate physical activity. *Occup Environ Med*. 2015;72(4):284-93.
- [28] Andersen ZJ, de Nazelle A, Mendez MA, Garcia-Aymerich J, Hertel O, Tjønneland A, *et al.* A study of the combined effects of physical activity and air pollution on mortality in elderly urban residents: the Danish diet, cancer, and health cohort. *Environ Health Perspect*. 2015;123(6):557-63.

Citer cet article

de Nazelle A, pour le consortium TAPAS. Transports actifs et santé : programme européen TAPAS et évaluation d'impact sanitaire à Barcelone (Espagne). *Bull Epidemiol Hebd*. 2015;(30-31):570-9. http://www.invs.sante.fr/beh/2015/30-31/2015_30-31_4.html

ÉPIDÉMIOLOGIE DES ACCIDENTS TRAUMATIQUES EN PRATIQUE SPORTIVE EN FRANCE

// EPIDEMIOLOGY OF TRAUMATIC SPORT INJURIES IN FRANCE

Bertrand Thélot¹ (b.thelot@invs.sante.fr), Gaëlle Pédrone¹, Anne-Laure Perrine¹, Jean-Baptiste Richard², Cécile Ricard³, Annabel Rigou¹, Sabrina Tessier^{1,4}, Claude Tillier^{1,4}

¹ Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

² Institut national de prévention et d'éducation pour la santé, Saint-Denis, France

³ Réseau nord-alpin des urgences, Pringy, France

⁴ Cellule de l'Institut de veille sanitaire en région Bourgogne - Franche-Comté, Dijon, France

Soumis le 09.03.2015 // Date of submission: 03.09.2015

Résumé // Abstract

Introduction – Il est unanimement reconnu que la pratique d'une activité physique et sportive entraîne des bienfaits pour la santé. Cependant, la pratique sportive peut aussi présenter des inconvénients. À côté des risques de dopage et de mort subite du sportif, souvent décrits, le risque de survenue d'un accident traumatique lors de la pratique sportive est plus rarement évoqué. Pourtant ce risque traumatique existe, documenté par de très nombreuses publications médicales et scientifiques, en épidémiologie et prévention, à l'étranger. En France, les travaux de ce type ne sont apparus qu'à partir du milieu des années 2000.

Méthodes – Un état des lieux des publications sur l'épidémiologie des traumatismes sportifs a été réalisé, afin de présenter l'essentiel des résultats dans ce domaine en France.

Résultats – Les accidents traumatiques du sport sont connus au travers d'enquêtes hospitalières : Enquête permanente sur les accidents de la vie courante ; enquête menée entre 2008 et 2010 sur les patients hospitalisés en Côte-d'Or. Les données proviennent également d'enquêtes en population : Baromètres santé entre 2000 et 2010 ; Enquêtes santé et protection sociale depuis 2002 ; enquêtes en milieu scolaire auprès des élèves de grande section de maternelle, de CM2 et de classe de 3^e depuis 2003-2004 ; enquête ministérielle de 2010 sur les pratiques physiques et sportives en France. Des travaux thématiques contribuent aussi à la connaissance épidémiologique des traumatismes sportifs : accidents de montagne à travers le Système national d'observation de la sécurité en montagne et les enquêtes des médecins de montagne, notamment sur le port du casque à ski ; certaines enquêtes concernant les accidents de kitesurf, de hockey sur glace, de rugby, les noyades, etc. Des revues bibliographiques (accidents de rugby, d'équitation) ont été réalisées. Une analyse rétrospective des décès accidentels rapportés dans les médias à la suite d'une activité sportive est également disponible.

Discussion – Compte tenu du très grand nombre de pratiquants de sport ou d'activité physique en France, et de leur possible augmentation dans les années à venir, notamment chez les seniors, les travaux épidémiologiques réalisés depuis une dizaine d'années fournissent un certain niveau de connaissance sur la survenue et les facteurs de risque des traumatismes sportifs. Cependant, ces résultats sont souvent trop globaux pour conduire à des estimations d'incidence et à des actions de prévention adaptées et d'efficacité vérifiable.

Conclusion – Une meilleure connaissance du nombre, des circonstances, des facteurs de risque, de la gravité et des conséquences des accidents traumatiques survenus en pratique sportive s'avère nécessaire pour en assurer la prévention.

Introduction – It is unanimously recognized that the practice of sport and physical activity has many health benefits. However, sport can also have drawbacks. Besides the risk of doping and sudden death in sportmen, often described, the risk of occurrence of a traumatic accident during a sport activity is rarely mentioned. Yet this traumatic risk exists and has been documented by numerous medical and scientific publications in epidemiology and prevention abroad. In France, such work appeared only in the mid-2000s.

Methods – An inventory of publications on the epidemiology of sports injuries was conducted in order to present the main results in this field in France.

Results – Traumatic sports injuries are identified through hospital surveys: the Permanent Survey of home and leisure injuries; the survey conducted between 2008 and 2010 on patients hospitalized in Côte-d'Or. Data also come from population surveys: Health Barometers between 2000 and 2010; Health and welfare surveys since 2002; Health Surveys among schoolchildren in last year of pre-elementary, 5th year of elementary and 4th year of secondary school since 2003-2004 ; the 2010 Ministerial Survey on physical and sport activities in France. Thematic work also contributes to the epidemiological knowledge of sports injuries: mountain accidents through the National Security Observation System in the mountains and surveys of mountain physicians, including

the use of ski helmets; some investigations on concerning kitesurfing accidents, ice hockey, rugby, drowning, etc. Bibliographic reviews (rugby, riding accidents) were performed. A retrospective analysis of deaths reported in the media as the result of a sport activity is also available.

Discussion – Given the very large number of people practicing a sport or physical activity in France, and their possible increase in the coming years, especially among the elderly, the epidemiological work carried out in the last ten years provide some level of knowledge about the occurrence and risk factors of sport injuries. However, these results are often too general to obtain incidence estimates and appropriate preventive actions which can be verified efficiently.

Conclusion – A better understanding of the number, circumstances, risk factors, severity and consequences of traumatic accidents in sport is necessary to ensure prevention.

Mots-clés : Traumatisme sportif, Épidémiologie, Prévention, Santé publique

// Key-words: Sport injury, Epidemiology, Prevention, Public health

Introduction

Selon le Conseil de l'Europe, on entend par « sport » toutes formes d'activités physiques qui, à travers une participation organisée ou non, ont pour objectif l'expression ou l'amélioration de la condition physique et psychique, le développement des relations sociales ou l'obtention de résultats en compétition de tous niveaux¹. L'activité physique et sportive au sens large inclut l'activité physique liée aux activités professionnelles, l'activité physique exercée dans le cadre domestique ou de la vie courante (déplacements compris) et l'activité physique et sportive exercée comme activité de loisir ; dans cette perspective, le sport à proprement parler est considéré comme une activité physique spécifique qui se pratique selon des règles définies par les fédérations sportives².

Il est unanimement reconnu que la pratique d'une activité physique et sportive entraîne des bienfaits pour la santé. On peut citer, parmi les multiples documents disponibles, les expertises collectives réalisées par l'Inserm en 2008 sur les effets sur la santé de l'activité physique et en 2014 sur les bienfaits de l'activité physique et sportive pour prévenir les chutes chez les personnes âgées^{2,3}, ou le rapport « Sport et santé » adopté par l'Académie nationale de médecine en février 2009⁴. L'activité physique a d'autres effets bénéfiques, notamment sur le plan social et relationnel, ce qui justifie les encouragements, au niveau national comme européen, à sa pratique dans des conditions adaptées, à tout âge et pour toutes les populations⁵⁻⁷.

Cependant, la pratique sportive peut aussi présenter des inconvénients. À côté des risques de dopage et de mort subite du sportif, souvent décrits, le risque de survenue d'un accident traumatique est plus rarement évoqué. L'Eurobaromètre santé paru en 2004 sur « les citoyens de l'Union européenne et le sport » ne mentionne pas ce risque, pas plus que celui de 2014⁸. Il en est de même du rapport de l'Académie nationale de médecine de 2009⁴. En revanche, le dossier sur l'activité physique et sportive, paru en 2009 dans la revue « Actualité et dossier en santé publique » du Haut Conseil de la santé publique, aborde la question⁹ (contrairement au précédent dossier de 1996), tout comme l'expertise collective de l'Inserm de 2008³, ce qui montre une évolution de prise de conscience

ces dernières années. L'enquête sur les pratiques sportives des Français réalisée en 2000 par la Meos (Mission des études, de l'observation et des statistiques) n'évoque pas le risque traumatique. Il faut attendre l'édition de 2010 pour que ce thème soit abordé¹⁰⁻¹². Aujourd'hui, le site Internet du ministère des Sports détaille de multiples aspects du sport, incluant ses effets bénéfiques sur la santé, les risques cardiovasculaires et les attitudes à adopter pour les prévenir, mais il comporte peu d'éléments sur les risques d'accidents traumatiques, en citant surtout les sports en montagne, le surf, ou la natation¹³.

Pourtant, le risque traumatique existe, et il est de grande ampleur. Il fait l'objet, depuis des années, de très nombreuses publications médicales et scientifiques. À côté de publications orientées vers la prise en charge médico-chirurgicale des accidentés, d'autres ont spécifiquement pour objet l'épidémiologie et la prévention des traumatismes sportifs, souvent avec une approche par sport (rugby, handball, ski, etc.). À titre d'exemple, une recherche effectuée sur PubMed, limitée à la période 2010-2014 et aux seuls traumatismes crâniens survenus lors d'un sport, a rapporté pas moins de 547 publications en rapport avec l'épidémiologie. Ces travaux, peu repris par les médias et méconnus du grand public, sont principalement publiés par des équipes étrangères. On peut aussi citer le volume de l'Encyclopédie de médecine sportive entièrement consacré aux traumatismes dans les sports olympiques, publié par le Comité international olympique¹⁴, et l'ouvrage de Verhagen et van Mechelen en 2010, qui récapitule les fondements méthodologiques pour la recherche épidémiologique en accidentologie sportive¹⁵.

En France, pratiquement aucun résultat épidémiologique sur les traumatismes sportifs n'était disponible jusqu'au milieu des années 2000, alors que des dizaines de millions de personnes pratiquent une activité physique et sportive : près de 65% des 15 ans et plus, soit 34 millions de personnes, ont déclaré une activité soutenue (au moins une fois par semaine) en 2010^{10,11}. Au total, près de 9 personnes sur 10 ont déclaré une activité, au moins occasionnelle, dans 280 disciplines. Plus de 15 millions de licences ont été délivrées par les fédérations sportives. Compte tenu du très grand nombre de pratiquants, la connaissance

du nombre, des circonstances, des facteurs de risque, de la gravité et des conséquences des accidents survenus en pratique sportive s'avère nécessaire pour en assurer la prévention.

Méthodes

Un état des connaissances a été réalisé sur la base des travaux menés depuis une dizaine d'années en France, souvent à l'initiative de l'Institut de veille sanitaire (InVS), pour renseigner les caractéristiques épidémiologiques de base des traumatismes sportifs en population générale.

Les travaux retenus aux fins de cette étude sont : des enquêtes hospitalières (Enquête permanente sur les accidents de la vie courante, enquête aux urgences de Côte-d'Or) ; des enquêtes en population (Baromètres santé, Enquêtes santé et protection sociale, Enquête décennale santé, enquêtes en milieu scolaire, enquêtes sur les pratiques physiques et sportives) ; des enquêtes ou revues bibliographiques thématiques par sport (vélo, ski, rugby, équitation) ; une analyse des décès traumatiques après un accident de sport.

Résultats

Les accidents traumatiques de sport dans les enquêtes hospitalières

L'enquête permanente sur les accidents de la vie courante (EPAC)

EPAC repose sur l'enregistrement exhaustif des recours aux urgences pour accident de la vie courante (AcVC), incluant les accidents de sport, dans une dizaine d'hôpitaux en France métropolitaine et un hôpital à La Réunion. Les circonstances de survenue des AcVC sont collectées, ainsi que la mention du type de sport, la lésion et la partie lésée, l'hospitalisation éventuelle et sa durée¹⁶.

Une description détaillée des accidents de sport en France métropolitaine a été publiée à partir des données EPAC 2004 et 2005¹⁷. L'exploitation a porté sur 179 676 AcVC, dont 32 007 (17,8%) étaient des accidents de sport. Ceux-ci touchaient plus les hommes (70%) que les femmes (30%) ; 86% de ces accidents étaient survenus chez les moins de 35 ans. La répartition par âge des accidentés (figure 1) montre une forte prédominance des moins de 25 ans.

Plus de 2 accidents sur 5 (43%) avaient eu lieu lors de la pratique de sports d'équipe (figure 2). Ces derniers concernaient surtout les hommes (83%), pour qui il s'agissait d'abord d'accidents de football (70%) ; venaient ensuite les accidents de basket-ball (10%), de rugby (9%), de handball (7%) et de volley-ball (3%). Chez les femmes, 31% des accidents en sport d'équipe concernaient le basket-ball, 27% le handball, 21% le football, 16% le volley-ball et 5% le rugby. Les accidents « impliquant un véhicule à roues sans moteur » ont constitué 20% des accidents de sport : 74% pour le vélo, 18% pour le roller et 7% le skate-board. Les mécanismes (chute, coup, etc.) et les lésions sont disponibles, selon l'âge, le sexe et le sport, ainsi que le devenir après passage aux urgences, hospitalisation ou non, qui constitue un indice de gravité. Ainsi, à la suite de leur passage aux urgences, 7% des patients en moyenne avaient été hospitalisés, plus souvent pour les sports d'hiver (16%) et l'équitation (17%), qui causent de nombreuses fractures (30% des lésions). Les hospitalisations résultant de ces accidents étaient parfois longues, 4,6 jours en moyenne pour les accidents de ski.

Enquête dans les hôpitaux de Côte-d'Or

Cette enquête a été réalisée en collaboration par la Cellule de l'InVS en région Bourgogne - Franche-Comté, la Direction régionale de la jeunesse, des sports et de la cohésion sociale de Bourgogne, l'Observatoire régional de santé de Bourgogne et les centres hospitaliers de Beaune, Chatillon-Montbard, Chenôve

Figure 1

Répartition des accidents de sport aux urgences par âge. Enquête permanente sur les accidents de la vie courante (EPAC), France, 2004-2005

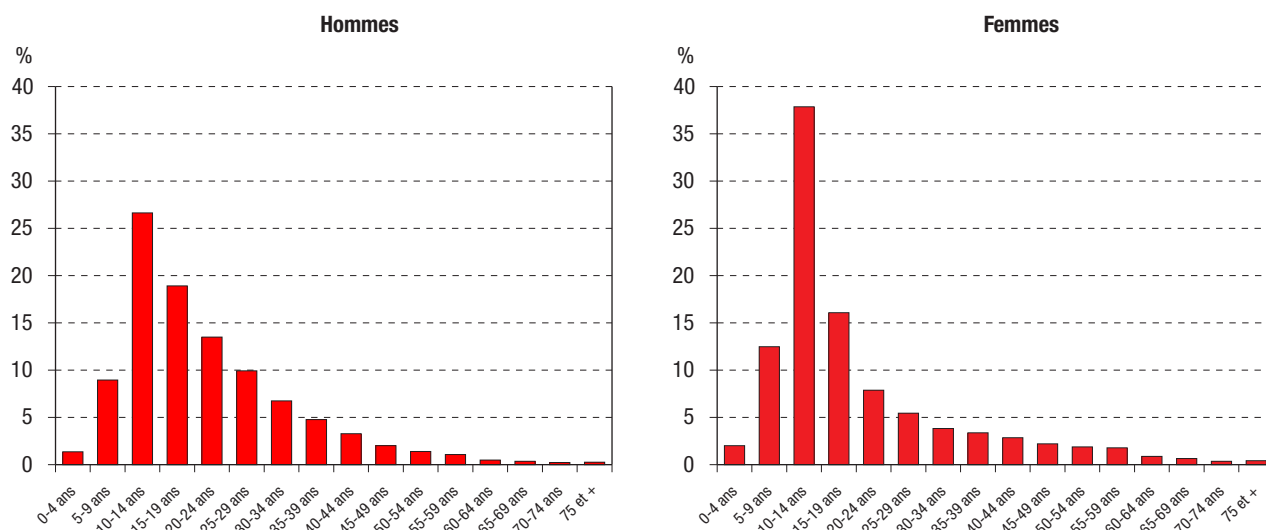
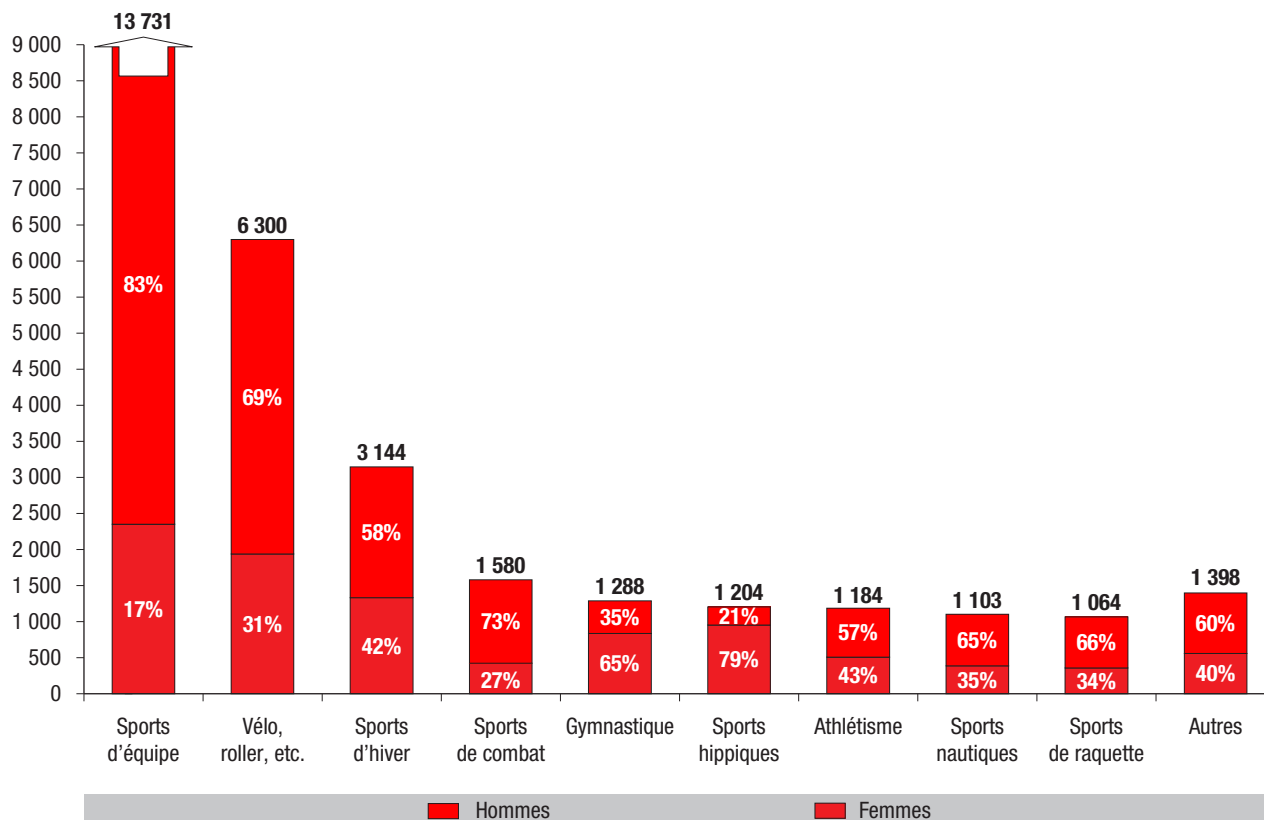


Figure 2

Répartition des accidents de sport aux urgences par type de sport et par sexe. Enquête permanente sur les accidents de la vie courante (EPAC), France, 2004-2005



et Dijon. Elle a porté sur tous les accidents de sport survenus entre avril 2008 et mars 2009 et ayant donné lieu à une hospitalisation en Côte-d'Or¹⁸.

Parmi les 464 accidentés (dont 6 décès), 408 personnes ont répondu au questionnaire sur les circonstances de leur accident et 369 ont décrit leur état un an plus tard. La pratique, essentiellement de loisir (73%), était soutenue (au moins une fois par semaine) dans 91% des cas. Quatre groupes de sports ont été à l'origine de nombreux accidents : sports sur roues sans moteur, 26% (dont 82% d'accidents de cyclisme), sports d'équipe, 23% (football, rugby, handball), équitation, 15%, et sports mécaniques, 9% (dont 52% de motocyclisme et 38% de quad) (figure 3). Près de la moitié (48%) de ces accidents sont survenus chez les moins de 20 ans et 29% chez les 20-39 ans. Comme dans EPAC, les répartitions des accidents par sport sont disponibles, selon l'âge et le sexe, avec les lésions, la durée de prise en charge, mais avec des effectifs modestes. Les résultats suggèrent que, pour les licenciés, le motocyclisme, l'équitation et le cyclisme sont des sports à risque, contrairement à la natation ou à la randonnée pédestre. Chez les pratiquants non licenciés, l'équitation et le cyclisme sont apparus dans l'enquête comme des sports se révélant dangereux. Ni le sexe ni le type de pratique, loisir ou entraînement/compétition, n'ont eu d'influence sur la durée de séjour ; en revanche, les séjours ont été plus longs pour les accidents d'équitation ou de sport mécanique, moins longs pour les accidents de sport d'équipe.

Un an après l'accident, un état de santé dégradé a été déclaré par 40% des accidentés. Les facteurs de risque de survenue des séquelles étaient un âge supérieur à 20 ans (odds ratio, OR=3,7 ; $p<0,0001$) et une pratique occasionnelle (OR=2,0 ; $p=0,04$). De la rééducation a été nécessaire dans plus d'un tiers des cas (36%) et près de la moitié (49%) ont déclaré avoir des séquelles un an après. Ces séquellaires étaient majoritairement des adultes (70%) et les séquelles plus fréquentes en cas d'atteinte des membres inférieurs. Un quart de ces séquelles étaient considérées comme sérieuses à incapacitantes ; 30% des accidentés les considéraient comme handicapantes.

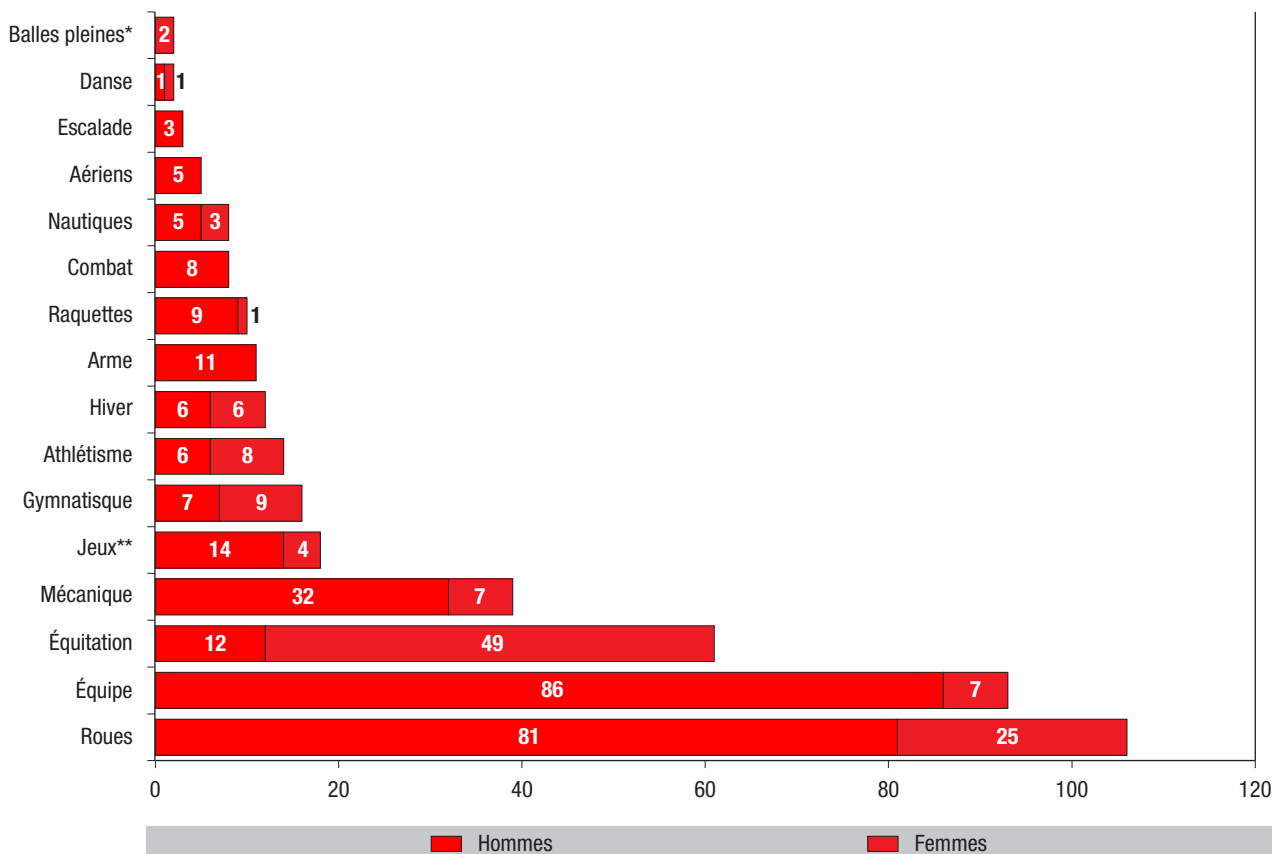
Les accidents traumatiques de sports dans les enquêtes en population

Les enquêtes du Baromètre santé

Menées par l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (Inpes), elles sont réalisées par interview téléphonique auprès d'échantillons représentatifs de la population. Elles ont permis d'établir des taux d'incidence d'accident de sport pour tous recours aux soins (médecins de ville ou hôpital) de 26 pour 1 000 chez les 12-75 ans en 2005, et de 29 pour 1 000 chez les 15-85 ans en 2010 : 41 chez les hommes, 18 chez les femmes¹⁹⁻²². Ces taux sont beaucoup plus élevés chez les 15-34 ans : 80 pour 1 000 chez les hommes, 43 pour 1 000 chez les femmes. Sur les données 2005, il a été établi en analyse multivariée que la survenue d'un accident de sport était 2,6 fois

Figure 3

Répartition des accidents de sport hospitalisés en Côte-d'Or (France), par type de sport et par sexe, en 2008-2009 (en effectifs)



* Sports de balles pleines : ils comprennent le golf, le bowling, les quilles, le billard, le croquet, etc.

** Jeux : ils regroupent l'activité physique des enfants pendant les jeux et qui ne peut être classée dans un sport (ex : balançoire, balle au prisonnier, gendarmes et voleurs...).

plus fréquente chez les personnes titulaires d'un diplôme Bac+3 que chez les autres. Le Baromètre santé 2010 montre qu'une pratique sportive au moins hebdomadaire est plus fréquente chez les jeunes, dans les catégories socioprofessionnelles les plus favorisées, et en particulier chez les garçons : près des trois quarts des jeunes se déclarant plutôt à l'aise financièrement pratiquaient un sport au moins une fois par semaine, contre seulement la moitié de ceux se déclarant en difficulté financière. Toutefois, la fréquence de survenue des accidents de sport n'était pas différente selon les revenus. L'interprétation de ces résultats est que tout se passe comme si la plus grande exposition aux risques d'accidents de sport des personnes aisées était compensée par une meilleure prévention des accidents chez ces dernières.

Le Baromètre santé est aussi la seule enquête en France qui rend compte du port du casque lors de la dernière sortie à vélo, des facteurs associés et de son évolution entre 2000 et 2010. Ainsi, la part des cyclistes âgés de 15 à 75 ans déclarant avoir porté un casque lors de la dernière utilisation est passée de 7,3% en 2000 à 14,5% en 2005 et 22,0% en 2010. Contrairement à ce qui était observé au début de l'utilisation du casque en France, le niveau de diplôme, de revenus ou le statut d'activité n'apparaissent plus

associés à cette pratique en 2010. Les femmes, les personnes les plus jeunes et celles habitant en zone urbaine portent moins souvent le casque. En revanche, le fait de vivre avec un enfant, d'être moins concerné par l'usage de tabac, d'alcool, de cannabis, de se sentir en bonne santé et bien informé sur les sujets de santé sont autant de facteurs favorisant le port du casque.

L'Enquête santé et protection sociale (ESPS)

Réalisée en 2004 par l'Institut de recherche et de documentation en économie de la santé (Irdes), l'ESPS a également permis de montrer, comme l'enquête précédente réalisée en 2002 et comme l'Enquête décennale santé menée par l'Insee en 2003, une association entre un niveau d'études élevé et l'augmentation du risque de survenue d'un AcVC chez les adultes, principalement due aux accidents de sports et loisirs. Il n'a toutefois pas été possible de rattacher cette caractéristique à l'intensité de la pratique, ni de savoir si davantage d'accidents survenaient en milieu sportif encadré ou non²³.

Les enquêtes en milieu scolaire

Elles ont été mises en place à la fin des années 2000 en grande section de maternelle (GSM), en CM2 et en classe de 3^e, afin de disposer d'informations régulières

sur l'état de santé de l'enfant en milieu scolaire au niveau national, selon de multiples caractéristiques sociodémographiques et les habitudes de vie de l'enfant, et selon le type d'établissement fréquenté. Un module « Accidents » a été introduit et analysé à partir des enquêtes 2003-2004 réalisées en 3^e, 2004-2005 en CM2 et 2005-2006 en GSM²⁴⁻²⁶. Ces enquêtes permettent de situer les accidents liés aux activités physiques et sportives par rapport à l'ensemble des accidents survenant chez les enfants, surtout chez les CM2 et les 3^e, l'activité physique et sportive chez les enfants de GSM étant plus difficile à caractériser.

Au cours des trois mois précédant l'interrogation, 9,2% [8,3;10,1] des élèves de CM2 et 9,4% [8,3;10,5] des élèves de 3^e avaient été victimes d'un accident. Le taux d'incidence trimestriel était significativement plus élevé chez les garçons que chez les filles en 3^e (11,2% vs 7,7% ; $p < 0,001$), la différence n'était pas significative en CM2 (9,9% vs 8,4% ; $p = 0,12$). Le sport et les loisirs à caractère sportif représentaient les activités les plus fréquentes lors de l'accident, pour 54% chez les CM2 et 76% chez les 3^e. Les répartitions des accidents par sport et selon le sexe sont présentées figure 4. On voit qu'elles sont assez différentes en CM2 et en 3^e. Les sports les plus représentés étaient les sports avec ballon, en particulier chez les garçons (61%). Les sports où les filles étaient les plus représentées étaient l'athlétisme, la gymnastique et la danse, l'équitation et les sports d'hiver. Des analyses multivariées ont retrouvé la pratique régulière d'un sport comme facteur de risque d'AcVC en classe de 3^e (OR=1,6 [1,3;1,9]) et d'AcVC grave en CM2 (OR=1,4 [1,1;1,8]).

L'enquête 2010 de la Meos sur les pratiques physiques et sportives en France

Cette enquête a été menée par téléphone au premier trimestre 2010 sur la base d'un sondage aléatoire représentatif de 8 410 personnes âgées de 15 ans et plus, résidant en France métropolitaine et dans les départements d'outre-mer. Les résultats sur les pratiques¹¹, comparables à ceux de l'enquête précédente de 2000, sont complétés cette fois par quelques éléments sur les traumatismes¹². On apprend ainsi que 9% des personnes interrogées ont déclaré avoir eu un accident de sport lors des 12 mois qui ont précédé l'enquête, 74% ont eu recours à un médecin et 19% à une hospitalisation. Plus d'un accidenté sur quatre (28%) a cessé temporairement son activité professionnelle ou scolaire. Les adolescents et les adultes jeunes sont plus souvent victimes d'accidents et plus souvent hospitalisés, les hommes plus souvent que les femmes quel que soit le niveau de pratique. Le risque d'accident augmente avec l'intensité de la pratique : 13% d'accidentés chez les pratiquants de sport plus de trois fois par semaine, 9% une fois par semaine, 4% une à deux fois par mois. La survenue d'accident est aussi liée au type de sport : les sports d'équipe et de balle sont à l'origine de plus d'accidents (13% des pratiquants), davantage le basketball, le handball et le rugby (respectivement 14%, 15%

et 28%) que le football (13%) ; viennent ensuite les sports de combat et les sports de glisse (4% chacun), puis les sports de raquette (3%).

Les accidents traumatiques de sport dans les enquêtes thématiques

Les accidents de montagne

Les sports d'hiver, pratiqués par environ une personne sur dix²⁷, sont à l'origine de traumatismes accidentels qui sont assez bien connus en France grâce à deux sources de données nationales : le Système national d'observation de la sécurité en montagne (Snosm)²⁸, qui recueille l'ensemble des interventions des services de secours sur pistes et des secours hélicoptérés en période hivernale, et la base de l'Association des médecins de montagne (MdeM)²⁹, constituée des données des accidentés pris en charge par les médecins de cette association. À partir de ces différentes sources, on estime à environ 150 000 le nombre de personnes accidentées lors de la pratique d'un sport d'hiver chaque année en France, dont 95% sur piste. L'incidence des accidents en sport d'hiver correspondait à 2,5 blessés pour 1 000 journées-skieurs en 2007-2008. Le tiers de ces accidentés est secouru par les services des pistes. Le risque d'avoir un accident en snowboard est 1,2 fois plus élevé qu'en ski alpin ; le miniski est l'activité sportive qui provoque le moins d'accidents. La gravité de ces accidents, mesurée par le recours à l'hospitalisation, fait état d'environ 6% des blessés selon MdeM. Quelques dizaines de personnes décèdent chaque année suite à ces accidents³⁰.

Par ailleurs, des études d'épidémiologie analytique réalisées par MdeM ont contribué à démontrer l'efficacité du port du casque pour prévenir les accidents graves de ski³¹. Le taux de port du casque chez les enfants de moins de 11 ans a augmenté régulièrement, passant de 15% en 1995 à 90% en 2008, s'étendant ensuite aux autres âges. Dans le cadre de ses bilans annuels sur l'accidentologie en montagne, MdeM a constaté que le pourcentage de traumatismes crâniens chez les enfants porteurs de casque était significativement inférieur à celui chez les non porteurs.

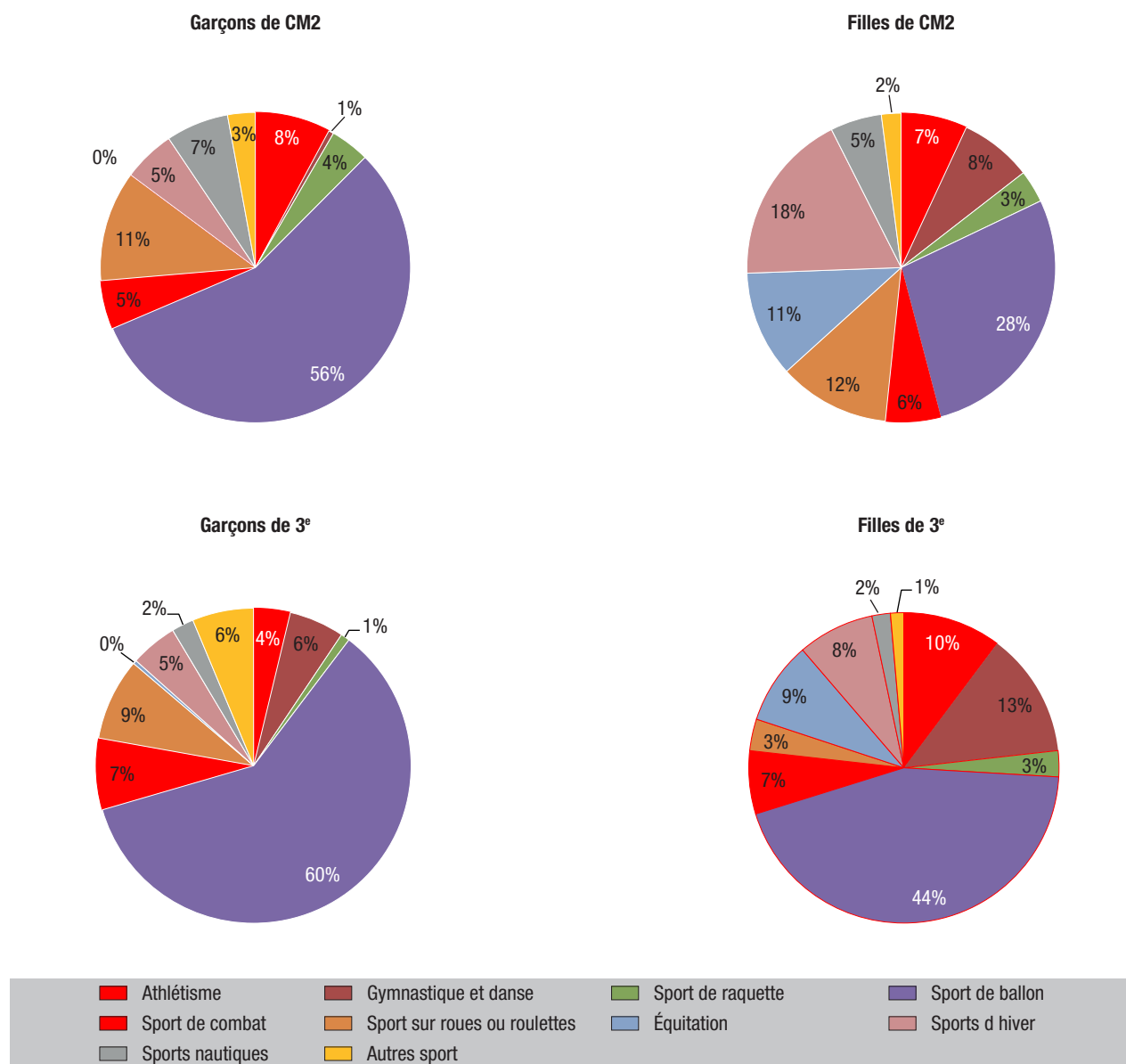
L'analyse des conditions de survenue de ruptures de ligaments croisés antérieurs (LCA) du genou lors de la pratique du ski alpin a mis en évidence le rôle du réglage des fixations et l'importance de la prise en compte de certains critères dans leur réglage³². La révision des normes en 2000, prenant notamment en compte le sexe comme critère de réglage, et la mise en place d'une campagne de prévention des entorses du genou par le réglage des fixations ont entraîné une diminution significative de 26% de l'incidence des ruptures du LCA du genou et de 38% des autres entorses du genou, chez l'homme comme chez la femme.

Études par sport

On dispose de quelques études spécifiques par sport, par exemple concernant le kitesurf ou le hockey sur glace^{33,34}. Deux études épidémiologiques

Figure 4

Répartition des accidents traumatiques par type de sport, en fonction du sexe et de la classe. Enquêtes en milieu scolaire, classes de CM2 (2004-2005) et 3^e (2003-2004), France



sur les accidents de rugby dans le championnat de France ont été publiées, dont une au niveau international en 2014^{35,36}. Certaines fédérations sportives (canoë-kayak, randonnée pédestre, etc.) établissent pour elles-mêmes, et mettent éventuellement à disposition sur leurs sites Internet, des données issues de déclarations d'assurances, mais rarement avec une réelle approche épidémiologique et de publication scientifique. Les enquêtes NOYADES, menées depuis 2002 par l'InVS, en collaboration notamment avec la Protection civile du ministère de l'Intérieur, ont montré que les décès par noyades survenaient dans les trois quarts des cas lors d'une baignade, le plus souvent récréative, parfois dans un cadre sportif (plongée, canoë-kayak, etc.)³⁷. Concernant l'épidémiologie et la prévention des accidents de vélo, il existe une littérature assez abondante émanant d'auteurs français ou étrangers travaillant en général dans le champ de l'accidentologie routière.

Décès traumatiques

Les décès traumatiques en pratique sportive ont fait l'objet d'une publication reposant sur l'exploitation des informations directement disponibles dans les médias³⁰. L'étude a consisté à recueillir les décès traumatiques survenus en 2010 en France métropolitaine à la suite d'une pratique sportive, quel que soit le contexte de pratique (professionnel, loisir, déplacement), en excluant les décès à vélo ainsi que les décès en avion et par noyade survenus hors pratique sportive. Les décès ont été repérés dans des collectes d'institutions publiques, dans les médias accessibles par Internet et sur les sites Internet d'associations et d'organismes publics impliqués dans le sport. En 2010, 246 personnes sont décédées suite à une pratique sportive en France métropolitaine. Les sports de montagne ont été les plus meurtriers (99 décès), suivis des sports aquatiques (50), de la chasse (27),

de la pratique aérienne (23, dont 22 ULM), des sports mécaniques (23) et des sports de vol libre (20 dont 10 en parapente et 5 en planeur). Les hommes étaient 7 fois plus nombreux que les femmes. Les périodes les plus meurtrières étaient l'été et l'hiver. Cette étude simple, qui doit être complétée et répétée, a fourni un premier décompte du nombre de décès traumatiques en sport en France métropolitaine.

Discussion

Ce panorama rend compte de résultats qui n'étaient pas disponibles quelques années auparavant. Si chaque enquête a ses limites, l'ensemble constitue un corpus important de résultats, dont certains peuvent parfois être recoupés. Selon EPAC, les accidents liés aux activités sportives entraînaient plus de 900 000 recours aux urgences chaque année, dont 63 000, soit 7%, seraient hospitalisés. Cette estimation est cohérente avec celles du Baromètre santé (26 pour 1 000 chez les 12-75 ans en 2005, 29 pour 1 000 chez les 15-85 ans en 2010, tous recours aux soins) ; elle l'est aussi avec l'extrapolation que l'on peut faire des données de la Côte-d'Or, ainsi qu'avec les résultats obtenus en croisant les estimations d'accidents en montagne et celles du Baromètre santé (selon le Baromètre santé 2005, au niveau national, 1 accident sur 12, soit 8,4%, est un accident de ski). De même, les enquêtes en milieu scolaire ou les résultats de l'enquête 2010 de la Meos fournissent des ordres de grandeur comparables. Concernant la répartition des accidents selon le sport ou le groupe de sports, les résultats convergent également. Les quelques résultats disponibles sur les séquelles montrent que les proportions de personnes qui restent gravement atteintes à un an et plus ne sont pas négligeables et souvent sous-estimées, faute d'enquêtes dédiées. La gravité de certains traumatismes sportifs est clairement mise en évidence en cas de décès : 246 en 2010 (hors noyades, accidents de vélo, et avec une probable sous-estimation des décès en équitation). Les estimations d'incidence sont rares, pour ne pas dire inexistantes, dans ces études. Il y a un travail spécifique à mener pour mettre en correspondance les numérateurs (survenues d'accidents traumatiques) avec les différents dénominateurs disponibles, comme les nombres de licenciés par discipline régulièrement diffusés par le ministère des Sports³⁸. Des enquêtes *ad hoc*, prenant exemple sur les Baromètres santé, interrogeant sur l'intensité et le niveau des pratiques, sont aussi nécessaires. La rareté des enquêtes et leur caractère récent interdit, pour le moment, d'analyser les évolutions dans le temps des accidents traumatiques. De même, les données sont le plus souvent nationales, ne permettant pas des analyses de variations entre régions.

Les facteurs de risque sont encore trop peu explorés : plus d'accidents quand la pratique augmente, davantage concernant les garçons/hommes, davantage en sports d'équipe. Mais on sait peu de choses sur la part imputable, dans la genèse d'un accident grave, au comportement, au matériel défectueux, à l'influence

de la météorologie, au niveau d'expérience, à la pratique encadrée ou non, à la catégorie socioprofessionnelle, à la région, etc. Au total, il reste encore peu de moyens de mesurer « l'évitabilité » d'un accident grave de sport et ses composantes. La prévention de ces accidents graves reste difficile, faute de connaissances épidémiologiques suffisantes. De manière connexe, il faut mentionner les travaux originaux très intéressants menés par l'Irmes (Institut de recherche biomédicale et d'épidémiologie du sport) sur la mortalité à long terme des sportifs de haut niveau, qui n'ont pas été repris dans cet état des lieux : l'un concerne la mortalité entre 1947 et 2012 des participants au Tour de France³⁹ et l'autre, la mortalité sur une période comparable, de 1948 à 2013, des athlètes ayant participé aux Jeux olympiques⁴⁰. Ce type d'analyse mené sur des cohortes rétrospectives, s'il pouvait être appliqué en population générale, mettrait en évidence des populations à risque susceptibles de bénéficier d'actions de prévention.

Conclusion

Le développement d'une culture de loisirs, l'émergence de nouvelles pratiques sportives et l'influence des politiques de lutte contre la sédentarité laissent penser que le nombre de pratiquants en France devrait augmenter dans les années à venir. Dans le contexte de l'augmentation de la population âgée, les recommandations de l'expertise collective de l'Inserm² sont en faveur de l'activité physique et sportive. Les actions pour favoriser le « bien vieillir » préconisent l'activité sous toutes ses formes⁴¹. Les bienfaits de ces pratiques doivent être mis en balance avec le risque de survenue d'accidents, ce qui doit encourager à mener des travaux épidémiologiques plus nombreux et plus précis, articulés avec des programmes de prévention adaptés. ■

Références

- [1] Conseil de l'Europe. Recommandation n° R (92) 13 Rev du Comité des ministres aux États membres sur la Charte européenne du sport révisée (adoptée par le Comité des ministres le 24 septembre 1992 lors de la 480^e réunion des Délégués des Ministres et révisée lors de la 752^e réunion le 16 mai 2001). Strasbourg: Conseil de l'Europe; 2001. [https://www.coe.int/t/dg4/epas/resources/texts/Rec\(92\)13rev_fr.pdf](https://www.coe.int/t/dg4/epas/resources/texts/Rec(92)13rev_fr.pdf)
- [2] Institut national de la santé et de la recherche médicale. Activité physique et prévention des chutes chez les personnes âgées. Expertise collective. Paris: Inserm, 2014. 522 p. <http://www.inserm.fr/thematiques/sante-publique/expertises-collectives>
- [3] Institut national de la santé et de la recherche médicale. Activité physique. Contextes et effets sur la santé. Expertise collective. Paris: Inserm; 2008. 864 p. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/084000534/>
- [4] Pène P, Touitou Y. Sport et santé. Bull. Acad. Natle Méd. 2009; 193(2):415-30. <http://www.academie-medecine.fr/publication/100035965/>
- [5] Ministère de la Ville, de la Jeunesse et des Sports. Plans et programmes nationaux. [Internet]. Paris: Ministère de la Ville, de la Jeunesse et des Sports. <http://www.sports.gouv.fr/pratiques-sportives/sante-bien-etre/Plan-national-sport-sante-et-bien-etre/>

- [6] Institut national de prévention et d'éducation pour la santé. Promouvoir l'activité physique et limiter la sédentarité chez les jeunes. [Internet]. Saint-Denis: Inpes. <http://www.inpes.sante.fr/30000/actus2015/012-activite-physique-mooc.asp>
- [7] Commission européenne. Livre blanc sur le sport. Bruxelles: CE; 2007. 216 p. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A52007DC0391>
- [8] Commission européenne. Les citoyens de l'Union européenne et le sport. Eurobaromètre spécial. Bruxelles: CE; 2004. 65 p. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_213_rapport_fr.pdf
- [9] Activités physiques ou sportives et santé. Dossier coordonné par Jean-François Toussaint. Actualité et Dossier en Santé Publique. 2009;(67):17-54.
- [10] Lefèvre B, Thiery P. Les premiers résultats de l'enquête 2010 sur les pratiques physiques et sportives en France. Stat-Info. 2010;10(01):1-4. http://www.sports.gouv.fr/IMG/archives/pdf/Stat-Info_01-11_decembre2010.pdf
- [11] Lefèvre B, Thiery P. Les principales activités physiques et sportives pratiquées en France en 2010. Stat-Info. 2011;11(02):1-6. http://www.sports.gouv.fr/IMG/archives/pdf/Stat_Info_no11-02_de_novembre_2011.pdf
- [12] Elfeki-Mhiri S, Lefèvre B. Les accidents liés à la pratique des activités physiques et sportives en 2010. Stat-Info. 2012;12(05):1-6. http://www.sports.gouv.fr/IMG/archives/pdf/STAT-Info_no12-05_de_decembre_2012.pdf
- [13] Ministère de la Ville, de la Jeunesse et des Sports. Pratique & sécurité. [Internet]. Paris: Ministère de la Ville, de la Jeunesse et des Sports. <http://www.sports.gouv.fr/pratiques-sportives/pratique-securite/>
- [14] Caine DJ, Harmer PA, Schiff MA, editors. Epidemiology of injury in Olympic sports. The Encyclopaedia of sport medicine;16. An IOC Medical Commission Publication. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2009. 536 p.
- [15] Verhagen E, van Mechelen W, eds. Sport injury research. Oxford: Oxford University Press; 2010. 272 p.
- [16] Enquête permanente sur les accidents de la vie courante. Dossier thématique Traumatisme. [Internet]. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire. <http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Maladies-chroniques-et-traumatismes/Traumatismes/Bases-de-donnees-outils/Enquete-Permanente-sur-les-Accidents-de-la-Vie-Courante-EPAC>
- [17] Ricard C, Rigou A, Thélot B. Description et incidence des recours aux urgences pour accidents de sport, en France. Enquête permanente sur les accidents de la vie courante, 2004-2005. Bull Epidémiol Hebd. 2008;(33):293-5. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=3408
- [18] Legris C, Ruppli N, Tessier S, Tillier C. Accidents avec hospitalisation lors de la pratique d'une activité physique et sportive. Accidentés pris en charge en Côte-d'Or par les urgences entre avril 2008 et mars 2009 et étude de leur état de santé un an après. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2012. 121p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=11151
- [19] Bourdessol H, Thélot B. Accidents : les plus fréquents sont ceux de la vie courante. In: Baromètre santé 2005. Saint-Denis: Institut national de prévention et d'éducation pour la santé; 2008. p. 379-412.
- [20] Richard JB, Thélot B, Beck F. Accidents de la vie courante 2010. Résultats du Baromètre santé 2010. Saint-Denis: Institut national de prévention et d'éducation pour la santé; 2012. 24 p. <http://www.inpes.sante.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1437.pdf>
- [21] Richard JB, Thélot B, Beck F. Les accidents en France, évolution et facteurs associés. Rev Epidémiol Santé Pub. 2013;61(3):205-12.
- [22] Richard JB, Thélot B, Beck F. Evolution of bicycle helmet use and its determinants in France: 2000-2010. Accid Anal Prev. 2013;60:113-20.
- [23] Dalichampt M, Thélot B. Les accidents de la vie courante en France métropolitaine. Enquête santé et protection sociale 2004. Saint Maurice: Institut de veille sanitaire; 2008. 46 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=1734
- [24] Ménard E, Perrine AL, Thélot B. Les accidents chez les élèves de grande section de maternelle en France métropolitaine en 2005-2006 - Enquête en milieu scolaire. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2014. 36 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=12247
- [25] Perrine AL, Thélot B. Les accidents chez les élèves de 3^e selon l'enquête en milieu scolaire 2003-2004. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2011. 48 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=10454
- [26] Thélot B, Chatelus AL. Les accidents de la vie courante chez les enfants scolarisés en CM2 en 2004-2005. Saint Maurice: Institut de veille sanitaire; 2010. 38 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=374
- [27] Mission d'expertise du Système national d'observation de la sécurité en montagne (Snosm) en période hivernale. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2009; 75 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=10444
- [28] Système national d'observation de la sécurité en montagne. Rapports sur les activités des services de secours sur les domaines skiables. École nationale de ski et d'alpinisme. [Internet]. Chamonix: Conseil supérieur des sports de montagne. http://www.ensa-chamonix.net/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=298
- [29] Médecins de montagne. Réseau épidémiologique d'accidentologie des sports d'hiver. Résultats nationaux. [Internet]. <http://www.mdem.org/france/STATISTIQUE/page/Accidentologie-des-sports-d-hiver.html>
- [30] Rigou A, Attouh-Mensah J, Geoffroy M, Thélot B. Une estimation des décès traumatiques liés à la pratique sportive en France métropolitaine, en 2010. J Traumatol Sport. 2013;30(3):159-65.
- [31] Laporte JD, Binet MH, Constans D. Children and ski slope collisions, efficacy of helmets. Sixth World Conference. Injury Prevention and Control, 1992-2001.
- [32] Fenet N. Impact de la modification des normes de réglage des fixations sur la traumatologie du genou en ski alpin : étude épidémiologique d'évaluation consécutive à une campagne de prévention. [Thèse de docteur en médecine]. Grenoble: Faculté de Médecine; 2002.
- [33] Grimault O, Guillodo Y, Dubrana F. Traumatologie et accidentologie du kitesurf en Bretagne. J Traumatol Sport. 2007;24:37-46.
- [34] Amiot V, Cauchois B, Polin D, Duparc F. Traumatologie et hockey sur glace. J Traumatol Sport. 2007;24(1):42-3.
- [35] Pillard F, Garet G, Cristini C, Mansat C, Rivière D. Étude prospective des accidents traumatologiques dans le championnat de France de rugby de 1^{ère} division amateurs (Division fédérale 1A). Bull Epidémiol Hebd. 2008;(12):80-4. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=2158
- [36] Bohu Y, Klouche S, Lefevre N, Peyrin JC, Dusfour B, Hager JP, et al. The epidemiology of 1345 shoulder dislocations and subluxations in French Rugby Union players: a five-season prospective study from 2008 to 2013. Br J Sports Med. 2014; pii: bjsports-2014-093718. <http://bjsm.bmj.com/content/early/2014/08/05/bjsports-2014-093718.long>
- [37] Noyades. Dossier thématique Traumatisme. [Internet]. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire. <http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Maladies-chroniques-et-traumatismes/Traumatismes/Accidents/Noyades>

[38] Ministère de la Ville, de la Jeunesse et des Sports. Pratique sportive. <http://www.sports.gouv.fr/organisation/publication-chiffres-cles/Statistiques/STAT-INFO/article/Pratique-sportive>

[39] Marijon E, Tafflet M, Antero-Jacquemin J, El Helou N, Berthelot G, Celermajer DS, *et al.* Mortality of French participants in the Tour de France (1947-2012). *Eur Heart J.* 2013;34(40):3145-50.

[40] Antero-Jacquemin J, Rey G, Marc A, Dor F, Haïda A, Marck A, *et al.* Mortality in female and male French Olympians: A 1948-2013 cohort study. *Am J Sport Med.* 2015;43(6):1505-12.

[41] Nos actions de prévention pour bien vieillir. Paris: Assurance retraite, Régime social des indépendants ; Bagnolet: Mutualité sociale agricole. [Internet]. <http://www.pourbienvieillir.fr/>

Citer cet article

Thélot B, Pédrone G, Perrine AL, Richard JB, Ricard C, Rigou A, *et al.* Épidémiologie des accidents traumatiques en pratique sportive en France. *Bull Epidémiol Hebd.* 2015;(30-31):580-9. http://www.invs.sante.fr/beh/2015/30-31/2015_30-31_5.html

La Santé en action, revue de l'Inpes a publié un numéro avec, pour dossier central : « *Promouvoir des environnements favorables à la pratique de l'activité physique* ». Au sommaire : un état des lieux en France (F. Lemonnier *et coll.*), une revue des connaissances scientifiques au niveau international (J. Pommier *et coll.*), des déterminants individuels de l'activité physique (VN. Thanh *et coll.*), des principaux leviers d'action dans les politiques publiques pour développer l'activité physique en France (A. Vuillemin) ainsi qu'une analyse de la pratique sportive dans les ZUS (I. Van de Walle).

Sont présentés, les dispositifs mis en œuvre : à Besançon (D. Dard *et coll.*), dans une communauté de communes des Ardennes (R. Tessari), à Lille dans le quartier de Fives (F. Lemonnier), à Saint-Denis au sein de l'association Ikambere (L. Gillig), à Colombelles dans le Calvados (F. Boucher *coll.*), à Clichy-sous-Bois en Seine-Saint-Denis (G. Czaplicki *et coll.*), dans le quartier des Moulins à Nice (JM. Deya) et enfin à La Réunion au sein de deux établissements et services d'aide par le travail (A. Boukir). Un « Pour en savoir plus » recense les ressources documentaires (L. Haroutunian). Également au sommaire : la place des médecins généralistes dans la prévention par l'activité physique (A. le Masne), professionnels acteurs du programme lorrain Saphyr (G. Mangin), en première ligne pour inciter la population à la pratique (JC. Vauthier).

La Santé en action, N° 433, septembre 2015. Téléchargeable à l'adresse : <http://www.inpes.sante.fr/SLH/sommaires/433.asp>

**la
Santé
en action**