



# Le VÉLO électrique : un outil pour la santé ou un gadget «écologique» ?



Rev Med Suisse 2012; 8: 1513-7

**J. Welker**  
**J. Cornuz**  
**B. Gojanovic**

Drs Joris Welker et Jacques Cornuz  
PMU  
Dr Boris Gojanovic  
Service de médecine du sport  
Département de l'appareil locomoteur  
Site hôpital orthopédique  
CHUV, 1011 Lausanne  
joris.welker@hospvd.ch  
jacques.cornuz@chuv.ch  
boris.gojanovic@chuv.ch

## Electrically assisted bicycles: health-enhancer or «green» gadget?

Electrically assisted bicycles (EAB) are flourishing in cities throughout the world and capitalize on ecological and practical advantages, helping in the fight against pollution, CO<sub>2</sub> emissions and traffic jam. Human power is necessary to activate the electrical support, so that it equals to a moderate intensity physical activity (> 3 MET), or a vigorous one on hilly courses (> 6 MET). The ecological benefits are obvious and transportation departments tend to support citizens who purchase one. EAB offer increased mobility at speeds of 15 to 25 km/h depending on hills and fitness of the rider, but could cause more accidents. EAB is linked to a real physical activity beneficial for health, but potentially more dangerous than a traditional bicycle.

Le vélo à assistance électrique (VAE) jouit d'un engouement écologique et pratique important, car il permet une nouvelle approche contre la pollution, l'engorgement des villes et les émissions de CO<sub>2</sub>. Son utilisation requiert un effort en plus de l'aide fournie par le moteur, ce qui constitue une activité physique au moins modérée (> 3 MET – *Metabolic equivalent of task*), voire vigoureuse si le parcours est vallonné (> 6 MET). L'avantage écologique est évident et divers plans de mobilité au niveau communal encouragent le VAE par des subventions. Le VAE permet une grande mobilité à des vitesses moyennes de 15 à 25 km/h selon la topographie et la condition physique, mais pourrait occasionner plus d'accidents. Le VAE permet une activité physique réelle et bénéfique à la santé, mais potentiellement plus à risque que le vélo habituel.

## INTRODUCTION

Les maladies chroniques non transmissibles sont responsables de deux tiers de la mortalité précoce sur terre et notre style de vie, notamment la sédentarité, en constitue l'un des facteurs de risque modifiables majeurs. Il est aujourd'hui bien établi qu'une activité physique (AP) régulière permet de lutter efficacement contre les atteintes chroniques (diabète, hypertension, ostéoporose, cancers, maladies cardiovasculaires et neurodégénératives).<sup>1</sup> Ces bénéfices sont déjà observés pour les AP d'intensité modérée (léger essoufflement), et majorés si

l'intensité d'effort croît, avec le plus grand bénéfice pour les personnes inactives devenant modérément actives.<sup>2</sup> Il est impératif en matière de santé publique de tenter de modifier les comportements afin que les gens intègrent une AP modérée régulière au quotidien. On recommande actuellement de cumuler<sup>3</sup> au moins 150 minutes d'AP modérée par semaine, ou vingt minutes d'AP vigoureuse trois jours par semaine. La combinaison des deux types d'AP est possible et l'AP modérée peut être fractionnée en tranches de dix minutes. Malgré ceci, deux tiers des populations occidentales restent insuffisamment actives pour leur santé, y compris en Suisse. De nombreux programmes de promotion de l'AP existent, mais l'efficacité est en général de courte durée et de magnitude limitée.<sup>4-6</sup> Les changements au niveau populationnel sont quasiment absents. Une des raisons principales rapportée est le manque de temps.<sup>7</sup> Pour y remédier, il est intéressant d'intégrer l'AP dans les déplacements quotidiens.

La mobilité douce, ou transport actif, regroupe la marche, le vélo et les transports publics. Il existe une corrélation inverse entre le recours à la mobilité douce et l'obésité ou les facteurs de risque cardiovasculaires (FRCV).<sup>8,9</sup> Plusieurs études ont comparé la mortalité et la morbidité CV: Andersen et coll.<sup>10</sup> rapportent une baisse de mortalité de 28% chez les personnes se rendant au travail à vélo, après correction pour l'AP de loisirs. Une méta-analyse sur les divers types d'AP et la mortalité montre une réduction de 12% pour la mobilité active, certes moins que les 35% pour l'AP totale.<sup>11</sup> Toutefois, une autre étude regardant uniquement la mobilité à vélo relève une baisse de 18% du risque CV.<sup>12</sup> En analysant plus spé-



cifiquement les effets physiologiques du pédalage, Oja et coll.<sup>13</sup> observent une amélioration des index de condition physique, inversement corrélés à la mortalité globale et au risque CV, tout en montrant une relation dose-bénéfices.

Une AP est définie comme tout effort entraînant une augmentation du métabolisme de base du corps humain, de la fréquence cardiaque et stimulant les adaptations CV bénéfiques à la santé. On peut la quantifier en pourcentage de capacité maximale, ou alors en multiples du métabolisme de base, l'équivalent métabolique (MET – *Metabolic equivalent of task* – 1 MET = 3,5 ml O<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>). Une AP modérée et vigoureuse correspond respectivement à plus de 3 et 6 MET. Le **tableau 1** décrit l'intensité en MET des AP courantes.

Pour la marche et le vélo chez les pendulaires, l'intensité moyenne respective est de 51% et de 62% de la capacité aérobie maximale, ce qui est suffisant pour espérer améliorer la condition physique.<sup>14</sup> De Geus et coll.<sup>15</sup> ont mesuré que l'effort pour les trajets à vélo équivalait à 6,8 MET en moyenne, ce qui a permis au groupe actif pendant une année d'améliorer la condition physique de 5%.<sup>16</sup> Cette corrélation positive entre le vélo comme moyen de transport et la condition physique contribue à diminuer les FRCV, notamment l'obésité, le cholestérol et l'hypertension.<sup>17</sup>

Un nouveau moyen de transport de plus en plus répandu dans nos déplacements est le vélo à assistance électrique (VAE). Faut-il le considérer comme un outil pour la santé au même titre que le vélo classique, ou plutôt comme un «gadget écologique»? Cet article a pour but d'y répondre et de faire une synthèse des données et enjeux actuels sur le VAE.

## VÉLO À ASSISTANCE ÉLECTRIQUE

### Caractéristiques

Le VAE est un vélo bénéficiant d'une assistance électrique, alimentée par une batterie. Celle-ci se déclenche lors de la mise sous tension de la chaîne ou lors de l'application d'une force sur la pédale, et fournit une aide motrice dont

**Tableau 1. Intensités d'activité physique et exemples d'activités**

Intensité d'effort	Intensité d'effort en MET	Exemple d'activités physiques correspondantes (MET)
Faible	1,6-2,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repassage (1,8)</li> <li>• Ménage (2,5)</li> <li>• Vaisselle (1,8)</li> </ul>
Modérée	3,0-5,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuisine (3,3)</li> <li>• Tondre le gazon (5,5)</li> <li>• Marche (3,5)*</li> <li>• Yoga (3,0)</li> </ul>
Vigoureuse	≥ 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vélo standard (6,8)*</li> <li>• Jogging (7,0)</li> <li>• Football (7,0)</li> <li>• Roller (7,0)</li> <li>• Squash (7,3)</li> </ul>

Les valeurs sont tirées du Compendium of physical activities de Ainsworth et coll.<sup>18</sup>

\*Considéré comme moyen de transport. MET: Metabolic equivalent of task.

le niveau est souvent modulable en trois options: assistance nulle, modérée (VAE<sub>mod</sub>) ou élevée (VAE<sub>haut</sub>). La batterie est rechargée électriquement, et ses limitations sont l'autonomie et le poids. Il existe deux catégories de VAE: 1) puissance et vitesse maximales limitées à 0,5 kW et 25 km/h, et possédant les mêmes droits que le vélo standard; 2) puissance entre 0,5 kW et 1 kW à vitesse de pédalage comprise entre 25 et 45 km/h, nécessitant une immatriculation de type «cyclomoteur léger» et le port du casque. Les caractéristiques majeures du VAE et du vélo standard figurent dans le **tableau 2**.

**Tableau 2. Comparaison des caractéristiques entre vélo électrique et vélo standard**

	Vélo électrique	Vélo standard
<b>Puissance</b>	250/500 watts	< 180/430 watts*
<b>Nombre de vitesses</b>	8-9 vitesses	3-27 vitesses
<b>Mode de fonctionnement</b>	Electrique 3 modes (Eco, Normal, Sport)**	Mécanique
<b>Batterie</b>	Lithium-ion 26 V/10 Ah	–
<b>Autonomie</b>	20-70 km	–
<b>Durée recharge</b>	~ 4 heures	–
<b>Poids</b>	20-40 kg***	8-15 kg***

\* Selon capacités du cycliste: ici, puissance moyenne sur 60 minutes intensives mesurées pour un cycliste de 75 kg sédentaire ou de classe mondiale ([www.wattbike.com](http://www.wattbike.com)).

\*\* Basé sur le modèle confort basic de Flyer ([www.flyer.ch](http://www.flyer.ch)).

\*\*\* Approximations des valeurs minimales et maximales.

### Activité physique ou gadget «écolo»?

L'effort est donc nécessaire pour activer l'assistance électrique, mais peut-on pour autant considérer le VAE comme une AP? A ce jour, deux études se sont intéressées à la quantification de l'effort sur un VAE.<sup>19,20</sup> L'étude de Simons et coll.<sup>20</sup> a regardé l'effort moyen sur un parcours sécurisé plat de 4,3 km chez douze personnes actives, et a mesuré 6,1, 5,7 et 5,2 MET, respectivement pour le VAE sans assistance, le VAE<sub>mod</sub> et le VAE<sub>haut</sub>. Une étude lausannoise<sup>19</sup> a fait des mesures similaires chez des sédentaires le long d'un parcours urbain réel de 5,1 km et a observé des intensités de 8,3 (vélo standard), 7,3 (VAE<sub>mod</sub>) et 6,1 MET (VAE<sub>haut</sub>). Les valeurs sont plus élevées dans l'étude suisse en raison de la topographie vallonnée (3,4% de pente positive moyenne). Le **tableau 3** compare ces deux études.

Dans chaque cas, l'intensité d'effort est supérieure à 3 MET, mais seules les pentes de Lausanne requièrent plus de 6 MET pour le VAE<sub>haut</sub>. Le VAE constitue bel et bien une AP d'intensité modérée et peut représenter le début d'un effort vigoureux dans une ville en pente. En regroupant les intensités trouvées pour le VAE, on obtient une valeur moyenne de 6,1 MET indépendamment du mode de fonctionnement et de 5,7 MET pour le VAE<sub>haut</sub>. En comparaison, la mobilité douce traditionnelle requiert au plat 3,5 (marche) et 6,8 MET (vélo standard).<sup>18</sup> Le VAE peut briguer un titre de «moyen de transport actif», dont l'effort est supérieur à la marche, mais inférieur au vélo standard.



**Tableau 3. Comparaison des variables physiologiques mesurées entre les deux études<sup>19,20</sup>**

%FCmax: pourcentage de la fréquence cardiaque maximale obtenue lors du test de laboratoire; VAE: vélo à assistance électrique.

	Simons et coll. <sup>20</sup>				Gojanovic et coll. <sup>19</sup>			
	VAE <sub>haut</sub>		VAE <sub>mod</sub>		VAE <sub>haut</sub>		VAE <sub>mod</sub>	
	Valeur moyenne	Déviations standard	Valeur moyenne	Déviations standard	Valeur moyenne	Déviations standard	Valeur moyenne	Déviations standard
Intensité (MET)	5,2	1,4	5,7	1,2	6,1	1,4	7,3	1,0
%FCmax	67,1	14,1	69,3	13,5	74,5	8,7	80,3	8,7
Vitesse (km/h <sup>-1</sup> )	23,4	1,7	21,1	2,2	16,5	1,8	15,1	2,4
Durée (min: sec)	11:33	00:58	12:45	01:26	18:48	02:16	20:45	03:12

### Moyen de transport écologique et économique adapté au milieu urbain?

Outre les bénéfices potentiels pour la santé, le VAE apporte un avantage écologique de par sa faible consommation d'énergie (l'équivalent de 1 dl d'essence pour 100 km) et par l'absence d'émission directe de CO<sub>2</sub>. Si on y ajoute la motivation d'achat d'un VAE qui est souvent de remplacer une deuxième voiture, les bénéfices environnementaux sont majeurs. Il y a toutefois le revers de la médaille du coût énergétique et de la pollution indirects, liés à la source d'électricité utilisée pour la production et la recharge. En Chine, bien que le charbon soit omniprésent comme source d'électricité, le coût énergétique gris moindre du VAE en fait un moyen de transport écologique et comparable aux transports publics.<sup>21</sup>

Le côté écologique du VAE ne passe pas inaperçu chez les politiques et de nombreuses communes subventionnent l'achat d'un VAE. En Romandie, le montant varie entre CHF 300.– dans la région lausannoise, à 20% du prix d'achat et/ou maximum CHF 1000.– à Montreux. Un VAE peut s'acquérir dès CHF 1500.–. Charger sa batterie correspond à 1 kW/h (10 centimes); en parcourant 10 km quotidiennement, les frais annuels en électricité se chiffrent à environ CHF 5.– selon PRO VELO Suisse. Malgré le prix d'achat élevé, le coût opérationnel faible permet l'amortissement rapide.

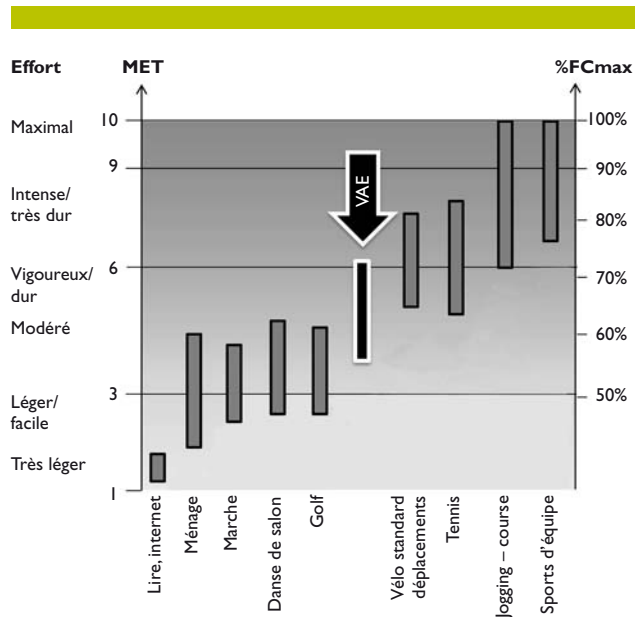
Le VAE répond avant tout au besoin de mobilité. Les villes s'étendent, les distances de trajet augmentent, relayant le vélo et la marche uniquement aux personnes motivées et décidées. Woodcock<sup>22</sup> décrit le vélo comme le moyen de transport le plus rentable énergétiquement et permettant une mobilité dix fois supérieure à celle de la marche. Avec sa vitesse moyenne élevée sur terrain plat ou vallonné, le VAE garantit une plus grande mobilité que le vélo standard. En reprenant l'étude de Gojanovic et coll.,<sup>19</sup> la durée du trajet de 5,1 km était de dix-neuf minutes pour le VAE<sub>haut</sub>. Selon le microrecensement suisse des transports de 2010, 60 et 75% des trajets au travail en ville font moins de 5 et 10 km respectivement, pour une durée de 22 minutes (régions rurales et urbaines). Le VAE est donc en mesure de répondre aux exigences de mobilité, essentiellement en milieu urbain et en périphérie. Qui plus est, l'effort requis à Lausanne n'entraînait pas le besoin de se changer ou de se doucher à l'arrivée au travail,<sup>19</sup> obstacle souvent mentionné pour le vélo standard.

### Le VAE est-il plus dangereux?

A ce jour, seule une étude s'est intéressée aux accidents liés au VAE.<sup>23</sup> Entre 2004 et 2008, à Hangzhou en Chine, Feng et coll. ont constaté que le nombre d'accidents et la mortalité liés au VAE ont été multipliés respectivement par 4 et 6 durant cette période, toutefois l'amalgame est fait entre VAE et scooters électriques. En Suisse, l'Office fédéral des routes rapporte, en 2011, les premières statistiques sur le VAE et constate un danger potentiellement plus élevé chez les usagers de VAE par rapport au vélo standard, dans l'attente de chiffres plus conséquents. Une hypothèse évoquée en Chine relate le danger du silence du VAE, rendant les piétons moins conscients du danger et provoquant plus de collisions. Cette hypothèse nous paraît peu satisfaisante et demande à être vérifiée dans nos circulations plus régulées. Les données actuelles sur le type de blessures engendrées par le VAE et les circonstances des accidents sont malheureusement manquantes, mais en cours de récolte. De Hartog<sup>24</sup> affirme que les bénéfices du vélo surpassent largement les risques, et on peut penser que le VAE conserverait un net avantage pour la santé. Cette étude confirme et soulève les problèmes évoqués concernant la sécurité et la prévention des accidents, notamment le port et le type du casque obligatoire, et le partage des pistes cyclables avec les autres usagers.

### Protéger les usagers

Assurer la sécurité des cyclistes est primordial. Un des moyens permettant la diminution du nombre d'accidents et leur gravité est le concept *safety in numbers*.<sup>25</sup> Cette hypothèse, confirmée aux Pays-Bas et au Danemark, postule que plus le nombre de cyclistes est élevé, plus les automobilistes sont conscients de leur présence et adaptent leur comportement. L'environnement joue un rôle prépondérant par la construction de pistes cyclables et de zones à faible vitesse (30 km/h).<sup>26</sup> Les facteurs environnementaux favorables à l'utilisation du vélo sont: pistes cyclables, séparation des cyclistes des autres usagers de la route, courte distance de trajet et densité populationnelle élevée.<sup>27</sup> L'évolution des investissements et du développement de Lausanne confirme une nette volonté de créer une circulation adaptée aux cyclistes. En revanche, les principaux paramètres défavorables au vélo sont: perception d'une circulation dangereuse, longueur des trajets et dénivelé important.<sup>27</sup> Le premier point se joue au niveau politique en dévelop-



**Figure 1. Intensité d'effort – sédentaires (capacité de 10 MET)**

Graphique représentant l'intensité d'effort (MET) pour diverses activités en comparaison au vélo à assistance électrique (VAE) à divers niveaux d'assistance électrique. Chaque activité peut être faite plus ou moins intensivement, d'où la variation verticale présentée. %FCmax: pourcentage de la fréquence cardiaque maximale.

pant un environnement propice aux cyclistes, quant aux autres contraintes, elles peuvent être « effacées » par l'utilisation d'un VAE.

### Un marché croissant

Le nombre de VAE vendus en Suisse a fortement augmenté, passant de 12 600 unités en 2008 à environ 50 000 unités en 2011 (Vélo Suisse), soit 14% de tous les vélos vendus. Cet engouement dépasse la sphère individuelle et la ville de Genève vient d'acquiescer douze VAE pour ses policiers, tandis que le programme Velopass offre des VAE en libre-service à Fribourg. Cet intérêt ne se limite pas à la Suisse et l'Europe, les Etats-Unis<sup>28</sup> en sont également témoins, mais la Chine a connu l'essor le plus marquant dès les années 2000,<sup>29</sup> avec toutefois VAE et scooters électriques rentrant dans la même catégorie. Essentiellement utilisés comme moyen de transport (autonomie augmentée,

faible réseau de transports publics),<sup>30</sup> ils ont été bannis de certaines villes en raison de leur vitesse élevée et du danger de fonctionnement silencieux pour les piétons.

### CONCLUSION

Les données actuelles confirment que le VAE est une activité physique et que son utilisation régulière laisse espérer des bienfaits similaires à ceux reconnus au transport actif ou à d'autres activités physiques. L'effort du déplacement à VAE est supérieur à la marche et inférieur au vélo standard, comme le montre la figure 1. Les données sur l'effet physiologique et métabolique du VAE à long terme manquent pour l'instant. Outre le bénéfice écologique évident, le VAE permet d'effacer les barrières topographiques et de répondre au développement urbain de par sa vitesse de déplacement et son aide motrice. Il constitue une partie de la réponse à la sédentarité et aux émissions de gaz à effet de serre et particules fines. La sédentarité, la pollution et les nuisances sonores sont responsables des principaux maux de santé publique, si bien que leur prévention a motivé le maire de Strasbourg à lancer l'initiative du vélo sur ordonnance (Vélhop, prescription remboursée par les assurances). D'ailleurs, le VAE remplace certains véhicules motorisés utilisés dans différentes professions, notamment les postiers et les policiers, tout en optimisant la qualité du travail.<sup>31</sup> Ces bénéfices restent à évaluer face aux risques d'accidents potentiellement plus élevés, mais les données sont encore trop limitées pour l'affirmer. ■

### Implications pratiques

- Le vélo à assistance électrique (VAE) est une activité physique à part entière et représente un moyen pour lutter contre la sédentarité
- Son intensité d'effort est supérieure à celle de la marche et inférieure à celle du vélo classique
- Les bénéfices écologiques sont évidents et son coût opérationnel est bon marché (env. CHF 5.-/an)
- Sensibiliser l'utilisateur aux risques potentiellement plus élevés que ceux liés au vélo standard est important, notamment par le port du casque. Le VAE est donc un moyen de transport actif et « écolo »

### Bibliographie

- 1 \* Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: The evidence. *CMAJ* 2006; 174:801-9.
- 2 Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, et al. Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 1995;273: 1093-8.
- 3 \* Haskell WL, Lee IM, Pate RR, et al. Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007; 116:1081-93.
- 4 Dunn AL, Marcus BH, Kampert JB, et al. Comparison of lifestyle and structured interventions to increase physical activity and cardiorespiratory fitness: A randomized trial. *JAMA* 1999;281:327-34.
- 5 Hillsdon M, Foster C, Thorogood M. Interventions for promoting physical activity. *Cochrane Database Syst Rev* 2005;CD003180.
- 6 Dunn AL. The effectiveness of lifestyle physical activity interventions to reduce cardiovascular disease. *Am J Lifestyle Med* 2009;3:S11-8.
- 7 Sherwood NE, Jeffery RW. The behavioral determinants of exercise: Implications for physical activity interventions. *Annu Rev Nutr* 2000;20:21-44.
- 8 Pucher J, Dijkstra L. Promoting safe walking and cycling to improve public health: Lessons from The Netherlands and Germany. *Am J Public Health* 2003; 93:1509-16.
- 9 Frank LD, Andresen MA, Schmid TL. Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. *Am J Prev Med* 2004;27:87-96.
- 10 \*\* Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, et al. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med* 2000;160:1621-8.
- 11 Samitz G, Egger M, Zwahlen M. Domains of physical activity and all-cause mortality: Systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Int*



J Epidemiol 2011;40:1382-400.

- 12** Hoevenaer-Blom MP, Wendel-Vos GW, Spijkerman AM, et al. Cycling and sports, but not walking, are associated with 10-year cardiovascular disease incidence: The MORGEN study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011;18:41-7.
- 13** \* Oja P, Titzel S, Bauman A, et al. Health benefits of cycling: A systematic review. *Scand J Med Sci Sports* 2011;21:496-509.
- 14** Oja P, Vuori I, Paronen O. Daily walking and cycling to work: Their utility as health-enhancing physical activity. *Patient Educ Couns* 1998;33(Suppl. 1):S87-94.
- 15** de Geus B, De Smet S, Nijs J, et al. Determining the intensity and energy expenditure during commuter cycling. *Br J Sports Med* 2007;41:8-12.
- 16** de Geus B, Joncheere J, Meeusen R. Commuter cycling: Effect on physical performance in untrained men and women in Flanders: Minimum dose to improve indexes of fitness. *Scand J Med Sci Sports* 2009;19:179-87.
- 17** Gordon-Larsen P, Boone-Heinonen J, Sidney S, et al. Active commuting and cardiovascular disease risk: The CARDIA study. *Arch Intern Med* 2009;169:1216-23.
- 18** Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, et al. 2011 Compendium of physical activities: A second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:1575-81.
- 19** \* Gojanovic B, Welker J, Iglesias K, et al. Electric bicycles as a new active transportation modality to promote health. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:2204-10.
- 20** \* Simons M, Van Es E, Hendriksen I. Electrically assisted cycling: A new mode for meeting physical activity guidelines? *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:2097-102.
- 21** Cherry C, Weinert JX, Yang X. Comparative environmental impacts of electric bikes in China. *Transportation part D. Transport and Environment* 2009;14:281-90.
- 22** \*\* Woodcock J, Banister D, Edwards P, et al. Energy and transport. *Lancet* 2007;370:1078-88.
- 23** Feng Z, Raghuvanshi RP, Xu Z, et al. Electric-bicycle-related injury: A rising traffic injury burden in China. *Inj Prev* 2010;16:417-9.
- 24** de Hartog JJ, Boogaard H, Nijland H, et al. Do the health benefits of cycling outweigh the risks? *Environ Health Perspect* 2010;118:1109-16.
- 25** Jacobsen PL. Safety in numbers: More walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Inj Prev* 2003;9:205-9.
- 26** Pucher J, Dill J, Handy S. Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. *Prev Med* 2010;50(Suppl. 1):S106-25.
- 27** Fraser SDS, Lock K. Cycling for transport and public health: A systematic review of the effect of the environment on cycling. *Eur J Public Health* 2011;21:738-43.
- 28** Jamerson F, Benjamin E. Electric bikes worldwide reports. *Light electric vehicles. Volume EV Technology*, 2011.
- 29** Weinert JX, Ma C, Cherry C. The transition to electric bikes in China: History and key reasons for rapid growth. *Transportation* 2007;34:301-18.
- 30** Weinert JX, Ma C, Yang X. The transition to electric bikes in China and its effect on travel behavior, transit use, and safety. *Davis (California): Institut for Transportation Study*, 2006.
- 31** Theurel J, Theurel A, Lepers R. Physiological and cognitive responses when riding an electrically assisted bicycle versus a classical bicycle. *Ergonomics* 2012;55:773-81.

\* à lire

\*\* à lire absolument