



REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE  
Département de l'économie et de la santé

**Direction générale de la santé**

# Evaluation d'impact sur la santé Promotion du vélo à assistance électrique (VAE)

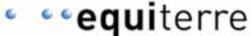
## Rapport final

Evaluation d'impact sur la santé réalisée par equiterre pour le compte de la Direction générale de la santé (DGS), en collaboration avec l'Association Transports et Environnement (ATE)

Mai 2006

Nicola Cantoreggi, [canto@equiterre.ch](mailto:canto@equiterre.ch)  
Thierno Diallo, [diallo@equiterre.ch](mailto:diallo@equiterre.ch)  
Equiterre  
Rue des Asters 22  
1202 Genève  
Tél. 022 329 99 29  
Fax 022 320 39 77

Supervision : Jean Simos, DGS  
[jean.simos@etat.ge.ch](mailto:jean.simos@etat.ge.ch)

equiterre

## TABLE DES MATIERES

<b>1. Résumé</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Introduction</b> .....	<b>6</b>
2.1. Contexte de l'évaluation .....	6
2.2. Objectif .....	6
2.3 Démarche adoptée .....	6
<b>3. Contexte</b> .....	<b>7</b>
3.1. Nature et finalités du VAE .....	7
3.2. Dynamiques de mobilité et transfert modal .....	7
3.3. Evolution technologique et avenir des VAE .....	8
<b>4. Appréciation des impacts</b> .....	<b>9</b>
4.1. Impacts physiologiques et mentaux .....	9
4.2. Impacts sur la sécurité.....	17
4.3 Impacts socio-économiques .....	18
4.3.1. Système de santé .....	18
4.3.2. Inégalités en matière de santé .....	20
4.4 Impacts environnementaux .....	21
4.4.1. Consommation énergétique et qualité de l'air .....	21
4.4.2. Bruit.....	22
4.4.3. Déchets.....	22
<b>5. Estimations d'impacts</b> .....	<b>22</b>
<b>6. Conclusions et recommandations</b> .....	<b>24</b>
<b>7. Bibliographie</b> .....	<b>27</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tab.1 : Nombre de cas de maladies et nombre de décès imputables au manque d'activité physique en Suisse .....	15
Tab.2 : Nombre de cas de maladies et nombre de décès imputables au manque d'activité physique à Genève .....	16
Tab.3: Coûts directs (engendrés et évités) de différentes pathologies en relation avec le niveau d'activité physique en Suisse .....	19
Tab.4: Coûts directs (engendrés et évités) de différentes pathologies en relation avec le niveau d'activité physique à Genève .....	19
Tab.5 : Bilan énergétique et émissions polluantes de différents moyens de transport.....	21
Tab.6 : Coût marginal du transport urbain à Berlin, études européennes récentes sur les externalités des transports .....	22
Tab.7 : Nombre de cas de maladies et de décès évités grâce à l'utilisation quotidienne du VAE .....	23
Tab.8: Coûts directs évités grâce à l'utilisation quotidienne du VAE .....	24
Tab.9 : Synthèse des impacts.....	25

## LISTE DES ABREVIATIONS

- AP: Activité physique  
APL: Activité physique de loisirs  
DE: Dépense énergétique  
EIS: Evaluation d'impacts sur la santé  
ERC: Essai randomisé et contrôlé  
FCR: Fitness cardiorespiratoire  
MB: Métabolisme de base  
MCV: Maladies cardio-vasculaires  
MTCC: Mortalité toutes causes confondues  
PTG: Perturbation de la tolérance au glucose  
VAE: Vélo à assistance électrique  
VPE: Vélo à propulsion électrique
- ATE: Association transports et environnement  
DGS: Direction générale de la santé  
OMS: Organisation mondiale de la santé

# 1. Résumé

Ce rapport présente les résultats de l'évaluation d'impact sur la santé (EIS) dont le but est d'estimer les impacts sur la santé d'un appui à la promotion du vélo à assistance électrique (VAE). Cette proposition a fait l'objet d'un projet-pilote de l'Association Transports et Environnement (VAE), qui a sollicité la Direction générale de la santé en vue de l'obtention d'un appui financier.

La démarche adoptée dans ce travail a consisté à synthétiser les principales données probantes sur les effets physiologiques et mentaux de la pratique du VAE, et les implications socio-économiques et environnementales de la diffusion de ce moyen de locomotion.

Les principales conclusions sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Volet	Éléments de synthèse
Impacts physiologiques et mentaux	<ul style="list-style-type: none"><li>• La pratique du VAE peut être associée à de l'activité physique, dans la mesure où le moteur électrique constitue uniquement un dispositif d'appui à la motricité humaine. Dans ce cadre, sa contribution à la réduction de la prévalence de certaines maladies peut être considérée comme effective, même si un lien clair entre activité physique et pathologies est établi de manière différenciée.</li><li>• Ce lien est clairement établi pour: les maladies cardiovasculaires, l'hypertension, le diabète de type II, le cancer du colon. Il est moins clair pour le cancer du sein. Des clarifications doivent être apportées pour la santé mentale, et les troubles musculo-squelettiques.</li></ul>
Impacts sur la sécurité	<ul style="list-style-type: none"><li>• La diffusion du VAE est susceptible d'augmenter le nombre des deux roues non-motorisées dans la circulation. Cette augmentation ne se traduit pour autant pas en une augmentation du nombre d'accidents entre usagers de la route, différentes études ayant démontré plutôt une diminution du nombre d'accidents. Cette tendance peut être attribuée à un changement d'attitude vers davantage de prudence de la part des autres usagers, notamment les automobilistes.</li><li>• Le poids plus élevé du vélo électrique ne se traduit pas en davantage d'accidents dérivant d'une vitesse plus importante. En effet, compte tenu de l'âge plus avancé et des capacités physiques plus limitées de la majorité des utilisateurs de VAE, le poids du véhicule tend plutôt à se traduire par une atténuation des effets de la vitesse.</li><li>• Le moteur électrique est généralement perçu comme un moyen pour bénéficier d'une vitesse de déplacement constante et pas comme un moyen pour atteindre des pics de vitesse.</li></ul>
Impacts socio-économiques (1) sur le système de santé	<ul style="list-style-type: none"><li>• La diffusion du VAE, parce qu'elle réduit le risque de développer certaines pathologies et parce qu'elle ne se traduit</li></ul>

<p>(2) sur les inégalités en matière de santé</p>	<p>pas en une augmentation du nombre d'accidents, contribue (de manière modeste) à la réduction des coûts généraux du système de santé</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La littérature scientifique a démontré qu'un revenu plus élevé se traduit en moyenne par un meilleur état de santé. Dans ce cadre, le prix relativement élevé du VAE, notamment en relation à sa capacité réduite de transport (une personne à la fois), pourrait laisser supposer qu'il s'agit d'un moyen de locomotion réservé aux catégories de population aux revenus les plus élevés et, en tant que tel susceptible d'augmenter les inégalités en matière de santé. Néanmoins, les données disponibles ne permettent, ni de confirmer ni d'infirmer, une telle hypothèse.</li> </ul>
<p>Impacts environnementaux</p> <p>(1) sur la consommation énergétique et qualité de l'air</p> <p>(2) sur le bruit</p> <p>(3) sur les déchets</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La diffusion du VAE comme alternative au transport motorisé (transfert modal) réduit la consommation énergétique et contribue à améliorer la qualité de l'air</li> <li>• La diffusion du VAE comme alternative au transport motorisé (transfert modal) contribue à réduire les nuisances sonores, aussi bien en raison du caractère peu bruyant des moteurs électriques qu'en raison de leur utilisation intermittente (principalement en appui au déplacement en montée)</li> <li>• Les VAE sont équipés d'une batterie rechargeable, mais avec une durée de vie limitée. Les métaux lourds (nickel, cadmium, parfois plomb) qui la composent sont potentiellement très polluants. Ces impacts négatifs peuvent être évités en respectant de manière rigoureuse les ordonnances fédérales qui réglementent l'élimination de ce type de déchets.</li> </ul>

## 2. Introduction

### 2.1. Contexte de l'évaluation

En novembre 2005, l'Association Transports et Environnement (ATE) a soumis une demande de financement en relation avec le développement d'un programme d'essai de vélo à assistance électrique (VAE ci-après). Dans ce cadre, avant de se prononcer sur l'opportunité d'un appui financier au projet susmentionné, la Direction générale de la santé (DGS ci-après) a souhaité disposer d'une évaluation d'impacts sur la santé, devant permettre d'apprécier de manière plus large les implications d'un développement de la pratique des VAE.

L'évaluation a été confiée à equiterre, dans le cadre du mandat de prestations qui lie cette dernière à la DGS et qui prévoit de « développer et mettre à la disposition du canton un outil novateur d'aide à la décision, **appelé Evaluation d'impacts sur la santé (EIS)**, promu par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et destiné à intégrer la promotion de la santé dans les processus de décision ».

### 2.2. Objectif

La présente EIS a donc pour objectif *de documenter l'impact potentiel du développement de la pratique du VAE sur la santé de la population genevoise.*

### 2.3 Démarche adoptée

La démarche retenue pour l'exécution de l'EIS appartient à la catégorie des EIS rapides ou *EIS desktop*. Elle se caractérise principalement par un travail de récolte des données existantes, sans aucune production spécifique des données nouvelles, et par le recours à quelques personnes ressources.

La répartition des rôles et des tâches a été définie par rapport à trois structures : la *DGS*, *equiterre* et *l'ATE*.

- DGS : elle assure la direction et le pilotage de l'évaluation. Dans ce cadre, elle assure la validation scientifique des documents élaborés par equiterre au cours de l'évaluation;
- equiterre : elle réalise l'évaluation. Dans ce cadre, elle a en charge l'élaboration des différents documents constitutifs de l'évaluation, selon un canevas établi avec la DGS. Pour ce faire, elle a en charge, dans le respect des ressources financières disponibles et du calendrier défini avec la DGS, de récolter les données existantes jugées nécessaires pour la réalisation de l'évaluation.
- ATE : elle contribue à la réalisation de l'évaluation, en fournissant des éléments *factuels* relatifs à la place et les perspectives du VAE sur le marché de la mobilité douce. Cette contribution limitée permet de bénéficier des connaissances de cette association en la matière tout en évitant de créer une confusion de rôles qui résulterait d'une participation de l'ATE à la partie analytique de l'évaluation.

Dans le cadre de cette démarche, deux documents ont été produits :

- Le document de cadrage (scoping) de l'évaluation (cf. Annexe 1) ;
- Le présent rapport.

### **3. Contexte**

#### **3.1. Nature et finalités du VAE**

Le vélo à assistance électrique est une bicyclette équipée d'un moteur électrique et d'une batterie rechargeable. Le VAE est différent d'un vélomoteur électrique, car il envoie son énergie au moteur seulement pour amplifier le mouvement du pédalier. Il se distingue également du vélo à propulsion électrique (VPE), lequel n'exige pas de l'utilisateur qu'il produise un effort de pédalage pour avancer, le moteur pouvant, dans les limites de son autonomie, assurer la propulsion. L'assistance limitée fournie par le VAE ne dispense donc pas l'utilisateur de fournir une bonne partie de l'énergie nécessaire à la locomotion.

L'assistance est très efficace dans la montée, pour des pentes faibles à moyennes (jusqu'à 10%). Dans les pentes plus raides, le VAE, n'a guère d'intérêt car le poids du moteur et de la batterie (10 kg environ) fait perdre davantage de vitesse que le moteur ne permet d'en gagner. Le VAE a un intérêt pour des trajets quotidiens courts ou moyen (30-50 km par jour), avec un dénivelé de quelques centaines de mètres. Généralement, il n'y a pas d'assistance au-delà de 25 km/h. C'est très approprié pour des personnes se déplaçant en ville et pour les pendulaires.

Il existe de très nombreux modèles de VAE. Certains modèles de conception moderne rechargent leur batterie au freinage. Et en plus des VAE proprement dits, il est possible d'équiper un vélo classique à l'aide de kits adaptés. Les meilleurs modèles sont répertoriés et approuvés par le programme fédéral NewRide.

Le vélo à assistance électrique n'a pas pour vocation de remplacer le vélo conventionnel. Cependant, il offre la possibilité à un plus grand nombre de personnes de se déplacer sur un véhicule non polluant à deux roues. L'assistance électrique permet de gérer son effort selon la forme du moment et le parcours utilisé. Ce qui fait que ce mode de locomotion s'adresse à toute la population, notamment aux personnes faisant peu d'activités sportives et aux personnes ayant renoncé au vélo. Il peut remplacer avantageusement la voiture ou le scooter pour se rendre au travail ou se déplacer sur des distances courtes à moyennes.

#### **3.2. Dynamiques de mobilité et transfert modal**

Le contexte de mobilité à Genève est comparable à celui qui prévaut ailleurs en Suisse et en Europe. Le nombre de déplacements, et surtout la distance parcourue, est en progression constante (ARE, 2000; DAEL, DEEE, OTC, 2003). La croissance de la mobilité dans la région genevoise entre 2000 et 2015 a été évaluée à environ 40% par le Conseil d'Etat. D'après les chiffres enregistrés ces dernières années, il est probable qu'il s'agisse d'une sous-estimation.

La question du transfert modal a été étudiée en détail par une équipe de sociologues des transports de l'EPFL (Kaufmann, 2000). Schématiquement, il s'agit de transférer les déplacements en véhicules motorisés individuels (automobiles, motos, scooters) sur ceux effectués en transports publics, à vélo et en marche à pied. Les recherches sur les comportements en matière de mobilité ont montré qu'il est important d'encourager les personnes à envisager d'autres modes de transport que ceux auxquels elles sont habituées. En effet, les travaux du Prof. Kaufmann (LASUR/EPFL, 2003) ont montré que très peu de personnes utilisent plusieurs moyens de transport pendant la même journée (manque de multimodalité).

L'apparition d'une nouvelle classe de véhicules sur le marché – vélos électriques, scooters électriques, trottinettes électriques – pourrait encourager la multimodalité et favoriser le transfert modal. En particulier, cela permettra peut-être de freiner l'essor des scooters, grands pourvoyeurs de bruit et de pollution (notamment en ce qui concerne le benzène).

Le Programme national de recherche «Transports et Environnement » (PNR41)<sup>1</sup> a mis en évidence que la majorité des déplacements (>60%) sont à mettre sur le compte des loisirs. Cependant, les déplacements domicile-travail continuent de poser un problème important en termes d'encombrement et de pollution, parce que les nuisances se concentrent dans un nombre de lieux et d'heures restreint. Parallèlement, les transports publics sont saturés à ces heures-là.

Le vélo à assistance électrique est a priori bien adapté à la taille de l'agglomération genevoise, pour les raisons suivantes :

- les distances entre lieu de résidence et lieu de travail sont courtes: le plus souvent <10 km
- bien que Genève soit moins montagneuse que Lausanne, la plupart des trajets en direction du centre-ville comportent un dénivelé (p.ex. entre le Petit-Saconnex ou le Petit-Lancy et la Ville)
- la desserte en transports collectifs est plutôt bonne à Genève, mais il faut reconnaître qu'elle ne convient pas à un certain nombre de pendulaires, en particulier ceux qui vivent en-dehors de la Ville.

### **3.3. Evolution technologique et avenir des VAE**

Grâce aux progrès réalisés au cours des dernières années dans le domaine des batteries et des systèmes de propulsion électrique, les VAE ont beaucoup progressé en termes de fiabilité. Parallèlement, leur poids ne cesse de diminuer, alors que l'autonomie (rayon d'action) et le confort s'améliorent.

Dans les années 1980, un vélo avec une batterie au plomb pesait près de 40 kg; on trouve aujourd'hui des modèles pesant deux fois moins pour une puissance équivalente (250 W) et qui supportent trois fois plus de recharges complètes. Le temps de charge est généralement de 3 à 8 heures. Il est donc possible de laisser son VAE branché pendant qu'on est au travail ou d'effectuer la recharge pendant la nuit

La consommation électrique d'un VAE est minime. Elle ne dépasse pas l'équivalent d'un décilitre et demi d'essence (ce qui correspond à environ 20 centimes aux 100 km parcourus), alors qu'un scooter consomme entre 3 et 5 litres d'essence.

Son prix – environ 2500 francs, voire davantage, pour un VAE de bonne qualité – reste un frein à sa démocratisation. Néanmoins, il existe aujourd'hui des kits de bonne qualité (p. ex. de la marque Bionx)

---

<sup>1</sup> [www.nfp41.ch](http://www.nfp41.ch)

qu'il est possible de monter soi-même sur un vélo classique. Avantageuse sur le plan financier, cette solution pourrait être intéressante pour les jeunes qui hésitent à acheter un scooter.

A l'étranger, le plus vaste projet-pilote est celui qui a été accompli au Québec pendant l'été 2000. Pour se rendre au travail, 64% des participants se sont dits prêts à utiliser le VAE. Parmi les personnes interrogées qui se déplacent habituellement en voiture pour aller travailler, 65% opteraient pour ce moyen de locomotion. D'après les médias canadiens – qui ont largement couvert l'événement – le VAE a remporté un grand succès. L'évaluation a montré que ce moyen de transport possède un grand potentiel et qu'il pourrait, pour certaines personnes, remplacer l'automobile pour se rendre au travail, en particulier durant les mois de mai à octobre. La majorité des répondants ont estimé que le gouvernement fédéral (Canada) et provincial (Québec) devaient intervenir afin de favoriser l'utilisation du VAE (Transports Canada, 2001).

Concernant les attitudes au sein de la population, une étude française récente (IFEN, 2003), montre que le vélo conserve une image très positive, bien qu'il soit très peu utilisé en France. Parmi les obstacles au développement du cyclisme urbain, les freins les plus cités sont les distances à parcourir (22%) et la forme physique nécessaire (21%), loin devant la peur de se faire renverser ou le manque de pistes cyclables. Or, c'est précisément sur les deux premiers éléments que le développement du VAE est susceptible d'avoir un impact.

D'après le rapport «Véhicules propres» (2002), commandé par la Région Bruxelles-Capitale à l'Université libre de Bruxelles, un recours accru aux vélos électriques ne pose pas de problème de sécurité et ne nécessite aucune infrastructure spécifique. Les experts belges estiment même que «les véhicules électriques apparaissent comme la meilleure option disponible au niveau des performances environnementales». Ils concluent toutefois qu'en raison du coût des véhicules et des freins psychologiques au sein de la population (résistance au changement, appréhension par rapport aux nouvelles technologies, sensations de conduite différentes), un soutien de la part des pouvoirs publics est nécessaire, au moins dans les premiers temps. Les auteurs suggèrent de coupler des mesures d'ordre financier (subsidés à l'achat de véhicules, exonération de taxes) à des incitations plus larges: mesures de circulation, places de parking réservées, projets de démonstration.

Une autre étude, menée dans la même université, a conclu que l'un des avantages des VAE est de pousser les utilisateurs à augmenter leur activité physique totale. (Jean-Marc Timmermans, communication personnelle).

## **4. Appréciation des impacts**

### **4.1. Impacts physiologiques et mentaux**

#### *Introduction*

La littérature disponible concernant les impacts sur la santé de la pratique du VAE est presque inexistante. Le caractère assez récent de cette innovation technologique et le nombre proportionnellement faible de personnes qui l'utilisent expliquent en grande partie l'absence d'études spécifiques d'envergure. Dans le cadre de ce travail, tout en utilisant les quelques références disponibles, nous avons donc exploité la littérature concernant la relation entre activité physique et état de santé de la population. Nous avons également considéré que la pratique du VAE induit un effort

physique qui permet de classer cette activité parmi celles qui consomment plus que 4 MB<sup>2</sup>, seuil dont le dépassement est considéré comme étant bénéfique pour la santé. Ce postulat se justifie dans la mesure où la partie électrique du vélo constitue un dispositif d'aide, qui ne remplace pas la motricité humaine.

### *Contexte général en Suisse et à Genève*

L'évolution de l'état de santé de la population suisse est régulièrement vérifiée (tous les 5 ans) dans le cadre de l'Enquête suisse sur la santé (ESS ci-après). Parmi les questions posées, l'une porte spécifiquement sur l'activité physique. Dans le cadre de l'enquête 2002, 63% des interviewés (59% des femmes et 68% des hommes) ont déclaré pratiquer une activité physique les amenant à transpirer au moins une fois par semaine et 43% (48% des femmes et 36% des hommes) ont affirmé se déplacer quotidiennement au moins 30 minutes à pied ou à vélo.

Une enquête genevoise, réalisée par le Bus Santé (Bernstein et al, 2001) s'est penchée sur la question de la sédentarité au niveau de la population des 35-74 ans. Elle a conclu à une prévalence de la sédentarité de 57% chez les hommes et de 70% chez les femmes<sup>3</sup>. De manière générale, on peut donc conclure qu'une large partie, voire une majorité de la population genevoise, n'exerce pas d'activité physique ou de manière insuffisante pour espérer en retirer des effets bénéfiques sur la santé. Cette situation est aggravée par le fait que les régimes alimentaires sont fréquemment trop riches en matières grasses. L'effet combiné de ces deux comportements contribue au développement de l'épidémie d'obésité et de surpoids qui menace, à des degrés divers, toute la planète.

### *Activité physique et état de santé de la population*

La relation positive entre activité physique (AP ci-après) et amélioration de l'état de santé d'une population est largement établie. Une revue de la littérature récente (Bauman, 2004) a traité et actualisé les éléments établissant la relation entre l'AP et le risque de mortalité toutes causes confondues (MTCC) telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète, l'obésité, le cancer, la santé mentale et les troubles musculo-squelettiques.

### *Développements épidémiologiques dans la conceptualisation des mesures d'activité physique*

Des débats existent encore sur les avantages relatifs de l'AP et du « fitness cardiorespiratoire » (FCR) en termes d'effets favorables sur la santé. L'AP et le FCR semblent produire des effets bénéfiques sur la santé mais les résultats en termes de santé et les mécanismes biologiques peuvent être différents.

---

<sup>2</sup> Le métabolisme de base (MB) est l'unité mesurant la dépense énergétique selon l'intensité de l'activité exercée. Toute personne qui exerce une activité de 4MB ou plus pendant au moins 30 minutes par jour est considérée comme active et parvient à améliorer son état général de santé. A titre d'exemple, les consommations suivantes peuvent être indiquées : sommeil-1MB ; activités au bureau-1.7MB ; marcher à plat- lentement-2.5MB ; marche rapide- 4.5MB ; vélo de loisirs (15km/h)-5.7MB, course (10km/h)-10MB.

<sup>3</sup> La différence importante entre les données suisses et les données genevoises peut en grande partie s'expliquer de deux manières. Premièrement, l'enquête suisse considère également les population des 15-34 ans, en moyenne plus active que les autres tranches d'âge, alors que l'enquête genevoise se concentre sur les 35-74 ans. Deuxièmement, l'enquête suisse, réalisée par téléphone, demande aux interviewés de qualifier explicitement l'intensité de leur effort, ce qui induit fréquemment un phénomène de surestimation, alors que l'enquête genevoise propose une liste d'activités au choix, sans que les interviewés connaissent la manière selon laquelle l'intensité de l'effort est appréciée. Aussi, la définition de la sédentarité diffère légèrement entre les deux approches.

En outre, les recommandations nationales courantes sur l'AP sont basées sur des études épidémiologiques de l'activité physique de loisirs (APL), qui ne représente qu'une petite fraction de la dépense énergétique (DE) quotidienne. Ces dernières années, il est apparu que la part de la DE non liée aux loisirs était significative en ce qui concerne les effets sur la santé et la prévention de l'obésité. Cela inclut la pratique d'AP à travers les activités de la vie quotidienne, la mobilité pour se rendre au travail et aussi celle pratiquée sur le lieu de travail ou au domicile. D'autres études se sont intéressées au temps de sédentarité, au temps passé en position assise, où les mesures d'inactivité constituent un élément important par rapport aux résultats de santé (Bauman, 2004).

#### *Activités physiques et le risque de mortalité – toutes causes confondues (MTCC)*

Des études récentes réaffirment la relation dose-réponse entre l'AP et le risque de MTCC. Il y a une réduction du risque d'environ 30% chez les personnes ayant atteint les niveaux recommandés d'au moins une pratique d'AP à intensité moyenne, la plupart des jours de la semaine, en comparaison avec celles qui sont inactives (Lee et al, 2001).

Une étude danoise a montré que la pratique d'APL à intensité moyenne conférait une réduction du risque de 35% par rapport à la sédentarité (Andersen et al, 2000). Des données obtenues à Porto Rico ont établi une diminution de la dose-réponse concernant le risque de MTCC suite à une augmentation des niveaux de PA (Crespo et al, 2002).

D'autres travaux ont été réalisés aux Etats-Unis sur les changements dans l'AP et son impact sur le risque de MTCC chez une cohorte de 7500 femmes âgées. Ces femmes ont été suivies pendant six années. Il a été observé chez celles qui sont devenues actives ou ont maintenu des niveaux d'activité, une réduction d'environ 60% du risque de MTCC par rapport à celles qui sont restées sédentaires (Gregg et al, 2003).

Une étude de cohorte d'hommes âgés britanniques, suivis pendant 12 à 14 ans, a montré une réduction dose-réponse dans le risque de MTCC à travers des catégories d'activité physique. Cela a été observé pour tous les âges, parmi ceux qui présentaient des symptômes cardiaques. La relation était similaire pour tous les risques de MTCC et pour les décès cardiovasculaires. La marche était efficace dans la réduction du risque de MTCC pour autant qu'elle soit pratiquée pendant plus de 40 min par jour (Wannamethee et al, 2000).

#### *Activité physique et prévention de maladies cardiovasculaires*

La relation entre l'AP et les maladies cardiovasculaires est reconnue depuis la revue systématique de Powell (1987) et la méta-analyse de Berlin (1990).

Des études récentes ont donné naissance à des recommandations concernant l'AP dans différents pays à travers le monde. La relation entre l'AP et le risque de MCV semble être valide pour les hommes et les femmes d'âge moyen et parmi les personnes âgées. Quelques études ont poussé plus loin l'analyse, montrant que l'AP d'intensité moyenne, incluant la marche, améliore d'autres facteurs de risque cardiovasculaires, telle l'hypertension. tout (Fagard, 2001 ; Kelley et al, 2001). Des effets favorables sur d'autres facteurs de risque, comme les niveaux de lipides, ont aussi été enregistrés. Il a été constaté également que même de courtes périodes d'AP, p.ex. la montée des escaliers, pourraient avoir un effet favorable sur les facteurs de risque cardiovasculaires (Boreham, 2000). Les mécanismes biologiques ont été explorés, mettant en évidence des effets positifs de l'exercice physique sur la fonction endothéliale cardiaque (Hambrecht et al, 2000 ; Hambrecht et al, 2003).

Enfin, une hypothèse soutient que l'AP pourrait exercer un effet protecteur contre la cardiopathie ischémique, mais ceci a surtout été observé parmi les hommes (Lee et al, 2002).

Au niveau de l'activité cardiovasculaire, des données spécifiques aux VAE existent. Dans une étude australienne (Rose, 2003), une comparaison de la fréquence cardiaque pendant l'utilisation d'un vélo conventionnel, d'un VAE et d'une voiture sur un parcours test de 5 km a été réalisée. Sans surprise, l'utilisation de la voiture génère une fréquence cardiaque qui demeure largement en dessous de ce qui est considéré comme bénéfique pour le système cardio-vasculaire<sup>4</sup>. Alors que, tout au long des deux parcours réalisés en vélo conventionnel et en VAE, le rythme cardiaque était au niveau considéré comme souhaitable (120 à 160 battements/minute) voire au-delà. La différence étant qu'avec un vélo classique, une bonne moitié du trajet se fait à plus de 160 battements par minute, alors que pour le VAE, l'effort est mieux réparti (90% du trajet entre 120 et 160 battements/minute).

Une étude réalisée à l'Université libre de Bruxelles (Lataire et al, 2003) s'est intéressée, de manière plus générale, aux impacts physiologiques de la pratique du VAE. Vingt personnes ont été sélectionnées en raison de leur mode de vie sédentaire. Après un test de contrôle et un test de pré-entraînement, les participants ont été invités à utiliser des VAE pendant 6 semaines, avec, comme consigne, une utilisation du vélo au moins 3 fois par semaine dans le cadre de leurs déplacements professionnels, avec une distance minimale (aller simple) de 6 km. Au terme de la période, un nouveau test physiologique a été effectué (test de post-entraînement). Si aucune modification significative n'a été relevée entre le test de contrôle et le test de pré-entraînement, des améliorations ont été constatées lors du test de post-entraînement. En moyenne, le volume d'air expiré ( $VO_2max$ ) était augmenté de 4.5%, alors que l'amélioration de la puissance (capacité de travail aérobie) était plus importante encore ( $Watt_{max}$  : +12.5% ;  $Watt/kg$  : +12.9%<sup>5</sup>).

### *Activité physique et prévention de l'obésité*

L'augmentation de l'obésité se produit globalement depuis deux décennies, en particulier dans les pays développés (AIHW 1980-2001 ; Bauman et al, 2003). Ces augmentations représentent un défi pour la santé de la population. Récemment, des efforts ont été faits pour quantifier le rôle de l'AP dans l'épidémie de l'obésité (Presidents Council on Fitness and Sport, 2000). Bien qu'aucune donnée n'ait évalué la dépense énergétique (DE) de manière complète, il a été établi que celle-ci a baissé dans la population. En dépit du fait que la composante de l'activité physique de loisirs est restée inchangée ou a peu diminué, d'autres modes de DE ont probablement nettement baissé. Les raisons qui expliquent cela incluent les progrès technologiques lesquels requièrent moins de DE dans le cadre professionnel et domestique et le recours à des modes de transport motorisés qui impliquent davantage de sédentarité (Blair et al, 2002). Même de petites mais constantes baisses de DE, sur une moyenne annuelle, pourraient résulter en une augmentation de poids dans la population. Cela sous-entend que l'inactivité totale croissante est un important contributeur à l'épidémie d'obésité.

Un rapport de l'association internationale d'étude de l'obésité concluait qu'il y avait beaucoup de bénéfices à gagner en termes de santé à suivre les recommandations portant sur la pratique quotidienne de l'AP pendant 30 minutes à intensité moyenne dans la prévention de l'hypertension, du diabète et des maladies cardiaques. Toutefois, concernant la prévention d'une nouvelle prise de poids

---

<sup>4</sup> Les zones de fréquence cardiaque ont été établies en partant du calcul du seuil aérobie, effectué en soustrayant l'âge de l'utilisateur à 220, pour ensuite établir des zones d'amplitude similaire.

<sup>5</sup> Le  $VO_2max$  représente le débit maximal d'oxygène que l'on peut consommer lors d'un effort. Il exprime la capacité à apporter de l'oxygène au sein des muscles. Le  $wattmax$  représente la puissance maximale produite lors d'un effort. Le  $Watt/kg$  représente la puissance produite lors d'un effort par kg de masse.

chez les anciens obèses, au moins 60 à 90 minutes d'AP quotidienne à intensité modérée sont requises (Saris et al, 2003).

Le nouveau concept ici est le bilan énergétique, et la quantité totale d'AP dépensée à travers toute la journée est ce qui semble nécessaire pour la prévention de l'obésité au niveau de la population. Les seules stratégies qui pourraient réussir à accroître les niveaux totaux de DE dans la population sont liées à la politique, aux changements environnementaux et des règlements pour réinventer l'AP dans la vie de tous les jours (Erlichman et al, 2002).

#### *Activité physique et prévention du diabète*

Dans les années 80 et 90, la recherche épidémiologique a exploré l'association entre l'AP et le diabète. Les études initiales étaient des études transversales ou des études de cohorte, montrant des taux élevés de diabète au sein des populations sédentaires, suggérant que la diminution de l'AP était aussi bien un important facteur de risque pour le développement du diabète que pour l'augmentation de l'indice de masse corporelle (Helmrich et al, 1991; Manson et al, 1992).

D'autres études par observation ont fourni de nouvelles idées sur l'AP et le diabète. Une étude de cohorte de professionnels masculins de la santé a montré une augmentation du risque de diabète parmi ceux qui regardaient plus de 40 heures par semaine la télévision, laquelle était indépendante des avantages protecteurs de la participation de l'AP (Hu et al, 2001).

Au cours de ces dernières années, des preuves plus solides ont été produites grâce aux essais randomisés et contrôlés (ERC), qui ont exploré le concept de prévention du diabète chez les populations qui présentent un risque élevé.

Un ERC de 522 personnes avec une perturbation de la tolérance au glucose (PTG) a été réalisé. L'intervention incluait une consultation alimentaire intensive et des conseils d'exercice d'endurance. Le but était de réduire le poids d'environ 5%, de réduire l'accumulation de la grosseur totale d'environ 30% ou moins et pour atteindre les recommandations selon lesquelles il faut une AP d'intensité moyenne de 30 minutes par jour. L'incidence du diabète a été réduite d'environ 58% chez les groupes d'intervention par rapport aux contrôles, et était reliée à la quantité de changement du style de vie. Il a été conclu que pour chaque série de 22 personnes avec PTG qui reçoivent l'intervention, un cas de diabète pourrait être évité (Tuomilehto et al, 2001).

Un ERC multicentres de 3234 adultes avec une PTG, a été réalisée aux Etats-Unis. L'étude comparait une intervention intensive sur le style de vie durant 16 semaines, un axe habituel de soins, et un axe pharmacologique (Metformine). Les résultats ont montré une réduction de 58% de l'incidence du diabète chez le premier groupe et 31% de réduction chez le groupe ayant pris de la Metformine, par rapport au groupe témoin (Diabetes Prevention Program Research Group, 2002).

#### *Activité physique et santé mentale*

Quelques nouvelles études se sont penchées sur le lien entre AP et santé mentale, mais beaucoup reste à clarifier en ce qui concerne les preuves d'AP et les divers résultats de la santé mentale. Par exemple, des études cliniques ont exploré la relation AP et anxiété ou dépression sur de petits échantillons (Fox, 1999 ; Lawlor et al, 2001), mais quelques unes seulement ont utilisé des échantillons représentatifs ou larges. Bien que les analyses/examens des études réalisées plus tôt aient montré des associations claires entre l'AP et la réduction de symptômes de dépression, des études de cohorte ont mis en évidence des rapports moins clairs avec quelques études montrant une diminution du risque de

dépression chez les personnes qui sont physiquement actives et d'autres études ne montrant pas d'associations claires (Dunn et al, 2001).

Une revue systématique de 14 petits essais cliniques a exploré l'exercice physique comme thérapie pour la gestion de la dépression (Lawlor et al, 2001). L'exercice physique semblait avoir un effet significatif à travers ces études, mais des problèmes méthodologiques substantiels ont été relevés. Par exemple, la dose ou le type d'AP requis n'était pas précisés. Ces essais nécessitent d'autres recherches pour être confirmés.

Dans l'ensemble, les données probantes restent relativement modestes pour la population dans son ensemble (Fox, 1999 ; Lawlor et al, 2001). Des preuves plus fortes de la relation entre AP et santé mentale doivent encore être produites. Les besoins de la recherche incluent le cas échéant de meilleures études par observation (observational studies) pour examiner la relation dose-réponse, et de plus grands/larges ERCs pour identifier la dose et le type d'activité requis. Il y a aussi un besoin d'exploration des mécanismes biologiques afin d'en observer les bénéfices pour la santé mentale (Bauman, 2004).

### *Activité physique et cancer*

La relation entre l'AP et le cancer est une zone relativement nouvelle de recherche épidémiologique, avec un accroissement des preuves de la contribution de l'AP à la réduction du risque de cancer toutes causes confondues (Lee et al, 2000 ; Wannamethee et al, 2001). Thune et al (2001) a noté un rapport global de réduction du risque entre l'activité physique et tous les décès de cancer, avec une relation dose-réponse, l'effet étant plus fort pour le cancer du colon et celui du sein, qui sont d'importants contributeurs dans la mortalité due au cancer.

L'agence internationale pour la recherche sur le cancer (IARC) a conclu qu'il existe des preuves suffisantes du rôle de l'AP dans la prévention des cancers du sein et du colon. Certains de ces effets apparaissent être indépendants du poids. Un excès du poids corporel et l'inactivité physique représentent les causes d'approximativement un quart à un tiers des cancers du colon et du sein (IARC, 2002). Une revue épidémiologique récente conclut que l'AP aurait la capacité de réduire le risque de cancer du colon de 30 à 40%. L'effet sur le cancer du sein était là aussi relativement fort mais les évidences pour les autres cancers (prostate, poumon, rein, ovaire, endomètre) restent plus difficiles à mettre en évidence (Lee, 2003).

Les implications sont que l'AP a un rôle dans la prévention primaire des cancers du colon et probablement du sein. Finalement, les études sur les preuves au niveau de la prévention tertiaire sont aujourd'hui en augmentation, avec des programmes d'exercices démontrant l'amélioration de la qualité de vie et des bénéfices psychosociaux pour les personnes ayant un cancer diagnostiqué (Courneya et al, 2001).

### *Activité physique et santé musculo-squelettique*

L'AP est considérée comme pouvant avoir des effets bénéfiques pour la santé musculo-squelettique, à travers la prévention de l'ostéoporose et la réduction du risque ou des conséquences de l'arthrite (Bauman, 2004). La prévention devrait encourager une activité physique vigoureuse chez les enfants et les adolescents, période durant laquelle se produit le développement des os (Vuori, 2001). Chez les personnes d'âge moyen et plus âgées, des activités de formation à l'endurance et à l'équilibre sont

encouragées pour aider à maintenir la force et l'équilibre et ainsi prévenir des chutes et des fractures (Vuori, 2001).

Une revue d'articles sur le sujet a montré que l'inactivité pourrait être un facteur de risque important pour les fractures de la hanche (Gillespie et al, 2002). Un autre examen systématique a révélé qu'être actif après avoir été sédentaire, même s'il s'agit d'une activité moyenne, peut réduire le risque de fracture de la hanche de 20-40%. (Gregg et al, 2000). Ces revues soutiennent les recommandations de la santé publique concernant l'AP et la prévention des chutes (Bauman, 2004).

#### *Morbidité et mortalité en relation avec l'activité physique*

Une étude suisse (Smala, Beeler, Szucs, 2001) s'est intéressée aux impacts de l'inactivité en termes de morbidité, mortalité et coûts pour le système de santé (cf. chapitre 4.3.1). Les estimations en termes de morbidité et de mortalité pouvant être mis en corrélation avec un manque d'activité physique sont présentées dans le tableau ci-après. Le part des inactifs considéré dans cette étude est de 37.1%.

	Nombre de cas (par an)	Nombre de décès (par an)
Maladies cardio-vasculaires	50'452	1'137
Diabète type II	94'604	609
Cancer du colon	785	207
Ostéoporose	111'166	*
Cancer du sein	456	*
Dépression	157'858	*
Maladies du dos	547'159	*
Hypertension	422'586	*
<b>TOTAL</b>	<b>1'385'066</b>	<b>1'953</b>

\*Pour ces maladies, il n'est pas possible d'établir la corrélation entre mortalité et manque d'activité physique

*Tab.1 : Nombre de cas de maladies et nombre de décès imputables au manque d'activité physique en Suisse*

#### *Commentaires*

Le nombre de cas de maladies attribuables à un manque d'activité physique est extrêmement important, et représente le plus souvent environ le quart du nombre de cas observés (maladies cardiovasculaires, diabète type II, cancer du colon, ostéoporose), pouvant aller jusqu'à 44% pour la dépression. Le nombre de décès est plus difficilement imputable avec certitude à l'inactivité, mais demeure significatif pour les maladies cardiovasculaires.

Une extrapolation pour le Canton de Genève est proposée ci-dessous. Elle évalue le nombre de cas de maladies et de décès selon trois méthodes. La première se base sur une prévalence de l'inactivité égale à celle retenue au niveau suisse. La deuxième se base sur une prévalence de l'inactivité correspondante à celle établie dans le cadre de l'étude genevoise (Bernstein et al, 2001). La troisième se base sur une prévalence de l'inactivité correspondante à celle établie dans l'enquête suisse sur la santé 2002 (Obsan, 2004).

	Nombre de cas (par an)			Nombre de décès (par an)		
	GE (37.1% inactifs, Martin, 1999)	GE (63% inactifs, Bernstein, 2001)	GE (59.3% inactifs, Obsan, 2004)	GE (37.1% inactifs, Martin, 1999)	GE (63% inactifs, Bernstein, 2001)	GE (59.3% inactifs, Obsan, 2004)
Maladies cardio-vasculaires	2'861	4'857	4'571	64	109	103
Diabète type II	5'364	9'108	8'572	35	59	55
Cancer du colon	45	76	71	12	20	19
Ostéoporose	6'303	10'703	10'072	*	*	*
Cancer du sein	26	44	41	*	*	*
Dépression	8'951	15'198	14'303	*	*	*
Maladies du dos	31'024	52'679	49'576	*	*	*
Hypertension	23'961	40'685	38'289	*	*	*
<b>TOTAL</b>	<b>78'533</b>	<b>133'349</b>	<b>125'496</b>	<b>111</b>	<b>188</b>	<b>177</b>

\*Pour ces maladies, il n'est pas possible d'établir la corrélation entre mortalité et manque d'activité physique

Tab.2 : Nombre de cas de maladies et nombre de décès imputables au manque d'activité physique à Genève

### Commentaires

La dispersion des valeurs genevoises relatives au nombre de cas de maladies et de décès en relation avec l'activité physique est importante, le décalage entre les données nationales et genevoises en matière d'activité physique expliquant cette situation. On peut néanmoins constater que les résultats de l'enquête suisse sur la santé de 2002 (Obsan 2004), réduisent de manière très importante ce décalage et dès lors, on peut considérer que le pourcentage d'inactifs dans le Canton de Genève se situe autour de 60%, chiffre supérieur à celui de la moyenne suisse (55% d'inactifs). Le nombre de cas de maladies et de décès qui lui sont associés est considérable.

### Conclusions

Les avantages d'être actif s'accroissent dans les différents sous-groupes de la population: les éléments de preuve sont bien établis pour les femmes aussi bien que pour les hommes, et pour les personnes diabétiques ainsi que celles qui sont en surcharge pondérale. Ainsi, l'encouragement de la pratique d'AP chez les personnes en surcharge pondérale et chez celles avec du diabète est une stratégie de santé publique importante, indépendamment du potentiel de l'AP à avoir un impact direct sur la perte de poids.

Une zone de confusion demeure concernant la durée d'activité pour une perte de poids ou son maintien. Chacune de ces zones a des rapports de consensus différents par rapport à l'AP, mais tous les deux recommandent plus de 30 minutes d'exercice par jour; au moins 45 à 60 minutes d'activité additionnelle par jour semblent être un minimum pour la prévention de l'obésité. L'approche suisse en la matière table également sur un seuil de 30 minutes pour obtenir des effets bénéfiques pour la santé. Finalement, il convient également de considérer l'intensité de l'effort, jugé suffisant lorsqu'il correspond à quatre fois le MB en induisant un léger essoufflement et un peu de transpiration.

L'information récente la plus intéressante concerne la thématique de prévention du diabète. Plusieurs essais contrôlés ont montré que le changement du style de vie peut réduire l'incidence du diabète chez les populations à risque.

En ce qui concerne la santé mentale et la santé musculo-squelettique, les preuves n'ont pas beaucoup évolué au cours des dernières années. Plusieurs recherches, dans ces deux domaines, doivent être effectuées afin de clarifier l'existence et l'importance d'une relation entre l'AP et les bénéfices en termes de santé que l'on peut en retirer.

Pour ce qui est de la prévention des cancers, les preuves sont fortes pour le cancer du colon, pondérée/limitée pour celui du sein, et incertaines pour les autres cancers.

## 4.2. Impacts sur la sécurité

### *Introduction*

La pratique du vélo, comme toute activité impliquant un déplacement à vitesse moyenne ou soutenue, dans la circulation ou sur des espaces réservés, est porteuse d'un risque pour la sécurité tant de celui qui la pratique que de celle des autres usagers de la route. En ce qui concerne plus spécifiquement les VAE, le risque de traumatismes ne peut pas être considéré plus élevé que pour les vélos traditionnels. En effet, les vitesses qui peuvent être atteintes (25km/h, puissance nominale de 0.25 kW pour les VAE classés comme étant des cyclomoteurs légers, au delà pour les VAE classés comme des cyclomoteurs) correspondent à celles des vélo-amateurs. Au niveau législatif, si tous les vélos électriques commercialisés sont officiellement homologués comme cyclomoteurs, des facilités ont été accordées selon la catégorie, qui apparentent les VAE à des vélos traditionnels :

- Les VAE-cyclomoteurs légers n'exigent pas un permis de conduire<sup>6</sup> (sauf pour les 14-16 ans) ni d'un permis de circulation et d'une plaque d'immatriculation<sup>7</sup>, une vignette vélo étant suffisante ;
- Les VAE-cyclomoteurs<sup>8</sup> n'exigent pas le port du casque<sup>9</sup>, bien que ce dernier soit fortement recommandé; certains équipements prescrits pour les cyclomoteurs (notamment un rétroviseur et une béquille centrale) ne sont pas obligatoires<sup>10</sup>.

Les VAE sont autorisés à circuler sur les pistes et bandes cyclables.

### *Pratique du vélo et sécurité routière*

L'engorgement progressif des centres urbains européens amène une partie de la population à changer son mode de transport, en privilégiant des moyens (scooter et vélos) qui permettent de se déplacer de manière plus agile et parfois rapide dans le trafic. Face à cette réalité, la perception est répandue qu'une augmentation du nombre de véhicules va inévitablement se traduire en une augmentation du nombre d'accidentés. Cette perception ne correspond pas à la réalité. Elle a été notamment infirmée

---

<sup>6</sup> Art. 5 alinéa 2d OAC et

<sup>7</sup> art. 72 OAC

<sup>8</sup> Les facilités sont accordées pour autant que la puissance nominale ne dépasse pas les 0.5 kW

<sup>9</sup> Art. 3b alinéa 4f VRV

<sup>10</sup> Art. 175 OETV

dans une étude danoise (Jacobsen, 2003), qui a analysé 12 séries statistiques<sup>11</sup> relatives aux accidents/décès des piétons ou de cyclistes, suite à des collisions avec des véhicules à moteur. De manière générale, cette étude conclut que la probabilité pour un piéton ou un cycliste d'être blessé ou de décéder suite à une collision varie de manière inversement proportionnelle au nombre de personnes qui pratiquent la marche ou le vélo. Ce résultat se confirme quels que soient le type et la taille de la population considérée, le type de lieu d'accident (à l'intérieur ou hors carrefour), les villes et les pays enquêtés et les périodes d'analyse. Cette corrélation est principalement expliquée par un changement de comportement, caractérisée par davantage d'attention aux autres usagers de la route, qui interviendrait chez des automobilistes en présence d'un nombre croissant de piétons ou de cyclistes.

En ce qui concerne plus spécifiquement les vélos électriques, une expérience canadienne (Lamy, 2000) s'est particulièrement penchée sur la question de la perception de la sécurité par les usagers ayant testé pendant 4 mois tant des VAE que des VPE. Le 90% des usagers ont déclaré avoir une très bonne maîtrise du véhicule et 80% ont affirmé se sentir autant en sécurité que sur un vélo traditionnel. Concernant la vitesse, l'assistance ou la propulsion électrique n'a pas été considérée comme un moyen pour battre des records de vitesse, mais comme un moyen pour stabiliser le vélo et permettre au cycliste d'atteindre une vitesse de déplacement constante.

Concernant le poids du vélo, potentiellement susceptible d'aggraver les collisions avec les piétons sur les espaces partagés, il s'avère en réalité jouer un rôle d'atténuation, eu égard des capacités physiques moins importantes (notamment pour des questions d'âge) de la majorité des utilisateurs de vélos électriques. En effet, ces derniers, en raison du poids du vélo, n'atteignent que très rarement des vitesses supérieures à celles contrôlées électroniquement (Lamy 2000, Parker 2003). D'un point de vue technique, il est également possible d'intervenir pour gérer la problématique du poids, soit en le réduisant, soit en améliorant le système de freinage (Rose, 2003).

## **4.3 Impacts socio-économiques**

### **4.3.1. Système de santé**

Les conséquences d'un manque d'activité physique en termes de coûts de mortalité et de morbidité ont été évaluées dans plusieurs pays européens. En Suisse, une étude approfondie s'est spécifiquement penchée sur cette problématique (Smala, Beeler, Szucs, 2001). Les principaux résultats sont présentés dans le tableau ci-après :

---

<sup>11</sup> Les séries statistiques comprennent : 68 villes californiennes (marche et vélo), 47 villes danoises (marche et vélo), 14 villes européennes (vélo), 8 villes européennes (marche et vélo), le Royaume-Uni (vélo, 3 séries statistiques) et les Pays-Bas (vélo).

	Coûts directs* <b>engendrés</b> par un manque d'activité physique (en mio de FrS, par an)	Coûts directs* <b>évités</b> par une d'activité physique suffisante (en mio de FrS, par an)
Maladies cardio-vasculaires	113	192
Diabète type II	332	563
Cancer du colon	41	69
Ostéoporose	70	119
Cancer du sein	13	22
Dépression	313	531
Maladies du dos	404	686
Hypertension	293	497
<b>TOTAL</b>	<b>1'579</b>	<b>2'677</b>

\* coûts correspondant au frais de traitement

Tab.3: Coûts directs (engendrés et évités) de différentes pathologies en relation avec le niveau d'activité physique en Suisse

### Commentaires

L'impact de l'inactivité sur la santé représente un coût significatif (environ 2.5% des coûts totaux, auquel il faudrait encore rajouter environ 1.2% de coûts indirects) pour le système de santé en Suisse. On peut relever le poids important de certaines pathologies (maladies de dos, dépression) qui, tout en conduisant rarement à des décès, grèvent lourdement ces coûts. Les coûts importants évités grâce à la population en activité montrent clairement que le potentiel d'économies est significatif.

Une extrapolation pour le Canton de Genève est proposée ci-dessous. Elle se base sur les mêmes hypothèses utilisées précédemment pour estimer le nombre de cas de maladies et de décès (cf. chapitre 3.1).

	Coûts directs* <b>engendrés</b> par un manque d'activité physique (en mio de FrS, par an)			Coûts directs* <b>évités</b> par une d'activité physique suffisante (en mio de FrS, par an)		
	(37.1% inactifs, Martin, 1999)	(63% inactifs, Bernstein, 2001)	(59.3% inactifs, Obsan, 2004)	(62.9 actifs %, Martin, 1999)	(37% actifs, Bernstein, 2001)	GE (40.7% actifs, Obsan, 2004)
Maladies cardio-vasculaires	6.4	10.9	10.2	10.9	6.4	7.0
Diabète type II	18.8	32.0	30.1	31.9	18.7	20.7
Cancer du colon	2.3	3.9	3.7	3.9	2.3	2.5
Ostéoporose	4.0	6.7	6.3	6.7	4.0	4.4
Cancer du sein	0.7	1.3	1.2	1.2	0.7	0.8
Dépression	17.7	30.1	28.4	30.1	17.7	19.5
Maladies du dos	22.9	38.9	36.6	38.9	22.8	25.2
Hypertension	16.6	28.2	26.5	28.2	16.6	18.2
<b>TOTAL</b>	<b>89.5</b>	<b>152.0</b>	<b>143.1</b>	<b>151.8</b>	<b>89.1</b>	<b>98.2</b>

\* coûts correspondant au frais de traitement

Tab.4: Coûts directs (engendrés et évités) de différentes pathologies en relation avec le niveau d'activité physique à Genève

La dispersion des coûts directs engendrés, respectivement évités, en relation avec l'activité physique est importante, le décalage entre les données nationales et genevoises en matière d'activité physique expliquant cette situation. Comme pour les données relatives au nombre de cas de maladies et de décès, on peut néanmoins constater que les résultats de l'enquête suisse sur la santé de 2002 (Obsan, 2004), réduisent de manière conséquente ce décalage. Dès lors, les coûts directs imputables à l'inactivité d'environ le 60% de la population s'avèrent considérables et le potentiel d'économie qui pourrait être réalisé par une inversion, même progressive, des tendances, est de l'ordre de plusieurs dizaines de millions de francs par an.

#### 4.3.2. Inégalités en matière de santé

En raison du poids particulièrement important des facteurs socio-économiques<sup>12</sup> sur l'état de santé d'une personne, on sait aujourd'hui que les personnes disposant d'un bas revenu, avec un faible niveau d'éducation et ne disposant pas de solides réseaux sociaux ont davantage de difficultés à accéder aux ressources permettant d'améliorer leur propre santé. Cette situation se traduit, in fine, par une espérance de vie plus courte (WHO, 1998).

Selon l'Organisation mondiale de la santé, toute action publique en matière de santé devrait être attentive à cet aspect et faire en sorte que ses interventions se traduisent, autant que possible, par une répartition équitable des effets sur les populations touchées. Cela signifie que les groupes les plus vulnérables en bénéficient en priorité et que, de cette manière, les inégalités de santé entre groupes de populations soient réduites.

Dans cette perspective, le cas des VAE mérite une réflexion par rapport aux inégalités en matière de santé. Le prix d'un VAE se situe, selon les modèles, dans une fourchette de 2'000 à 6'000 CHF<sup>13</sup>. Le prix de la batterie, qui doit être changée à des échéances régulières (Cf. chapitre 3.4.3) se situe entre 600 et 900 CHF. Un tel investissement se révèle important en soi, et pèse proportionnellement plus pour des individus ou des ménages à faible revenu que pour des individus ou des ménages à haut revenu.

Il faut également considérer l'achat par rapport aux stratégies de mobilité en relation avec le revenu. L'acquisition d'un VAE en remplacement d'un scooter pour des individus ou des ménages qui, en parallèle, disposent d'une voiture, est relativement indépendante du niveau de revenu. Par contre, lorsque cette même acquisition est imaginée en remplacement du seul autre moyen de locomotion, elle demeure praticable pour les individus, mais pourrait être rédhitoire, en particulier pour les ménages nombreux à faible revenu, dont les besoins de mobilité peuvent nécessiter d'un moyen de locomotion avec une plus grande capacité.

---

<sup>12</sup> On considère que les facteurs socio-économiques et le comportement (revenu, emploi, insertion dans des réseaux sociaux, niveau d'éducation, consommation d'alcool et de tabac, alimentation, etc.) sont responsables de 40-50 % de l'état de santé d'une personne (Smith et al., 1999).

<sup>13</sup> [www.newride.ch](http://www.newride.ch)

Par rapport à la problématique du coût, le projet E-Tour<sup>14</sup> (European Commission, 2003) a souligné que ce facteur représente l'un des principaux obstacles à l'acquisition de véhicules électriques, qu'ils soient des voitures, des scooters ou des vélos.

En conclusion, il est possible d'affirmer que toute promotion des VAE doit demeurer attentive à la répartition inégale des effets positifs sur la santé des individus, qui pourrait résulter d'une difficulté économique à accéder au support même de l'activité physique.

## 4.4 Impacts environnementaux

### 4.4.1. Consommation énergétique et qualité de l'air

La diffusion d'un nombre important de véhicules à motricité électrique (VAE, scooters ou voitures) représente un important facteur d'amélioration de la qualité de l'air. A ce jour, compte tenu de la faible pénétration sur le marché de ces moyens de transports, il est difficile d'avancer des chiffres précis.

Le projet E-Tour a néanmoins dressé un bilan d'ensemble concernant les consommations d'énergie, respectivement les réductions en termes d'émissions de substances polluantes. Ce bilan considère également les émissions relatives à la production d'électricité utilisée pour la recharge des véhicules électriques.

Le tableau ci-après présente une comparaison entre les vélos électriques et les scooters, respectivement les voitures :

Type de véhicule	Consommation pour 100 Km	Coût €/km	CO <sub>2</sub> g/km	CO g/km	HC g/km	NO <sub>x</sub> g/km
Scooter conventionnel (50cc)	3.6 l	0.039	84.2	2.2	2.3	0.05
Voiture de ville (essence)	6.2 l	0.067	145	0.38	0.12	0.12
VAE	1kWh	0.0012	2.9	-	0.0005	0.005

Tab.5 : Bilan énergétique et émissions polluantes de différents moyens de transport

#### Commentaires

Les VAE peuvent être considérés comme une source de pollution atmosphérique négligeable, des impacts marginaux pouvant se produire selon la source à l'origine de l'électricité utilisée pour recharger les batteries. Dans un contexte genevois, compte tenu de la part prépondérante des énergies renouvelables dans la production d'électricité, on peut considérer que les bénéfices d'une diffusion des vélos électriques sur la qualité de l'air seraient plus importants.

<sup>14</sup> European Twowheelers on Urban Roads. Ce projet, qui a concerné 7 villes européennes et 2 îles (en Italie et en Grèce) avait pour objectif d'évaluer et promouvoir les avantages de véhicules électriques à deux roues en tant que moyen conséquent pour contribuer à une mobilité durable dans les zones urbaines.

#### 4.4.2. Bruit

La problématique du bruit est inhérente à l'existence même de moyens de locomotion équipés d'un moteur traditionnel et, malgré les avancées technologiques et les aménagements possibles (revêtement de la chaussée, protections anti-bruit) directement corrélée au nombre de véhicules en circulation. Proportionnellement, les deux-roues motorisés sont les moyens de transports qui provoquent le plus de perturbations en termes de bruit. Des estimations monétaires ont été faites (Friedrich, 2003), qui évaluent l'impact sur la société du bruit excessif :

Type de véhicule	Coût externe du bruit (€/100km), jour	Coût externe du bruit (€/100km), nuit
Deux-roues motorisés	2.4	7.4
Voiture à essence	0.3	0.8

Tab.6 : Coût marginal du transport urbain à Berlin, études européennes récentes sur les externalités des transports

#### Commentaires

Les coûts externes induits par les véhicules à moteur sont importants, et hautement problématiques en ce qui concerne les deux-roues motorisés. Ce problème se manifeste de manière exacerbée pendant les périodes nocturnes, lorsque le bruit ambiant est particulièrement bas.

Dans une perspective de réduction des perturbations nocturnes, le remplacement des voitures. et surtout des deux-roues motorisés, par des VAE serait une solution positive.

#### 4.4.3. Déchets

Les VAE sont équipés d'une batterie rechargeable, soit au nickel-cadmium (ou dérivés du nickel), soit au plomb.

Les batteries au nickel-cadmium permettent de parcourir environ 500 fois leur rayon d'autonomie. Les batteries au plomb permettent de parcourir environ 300 fois leur rayon d'autonomie. A titre d'exemple, une batterie nickel-cadmium avec un rayon d'autonomie de 20 km pourra ainsi parcourir 10'000 km avant de devoir être remplacée. Le rayon d'autonomie diminue progressivement à la fin de leur durée de vie et il faut donc les recharger plus fréquemment. En revanche, l'utilisation régulière du vélo électrique va augmenter la durée de vie de la batterie.

Le remplacement de la batterie doit s'effectuer auprès d'un vendeur de vélos électriques. Ce dernier est tenu de les éliminer, conformément aux dispositions de l'Ordonnance sur le traitement des déchets (OTD) et de l'Ordonnance sur le mouvement des déchets (OMoD).

### 5. Estimations d'impacts

L'analyse développée dans les chapitres précédents a mis en évidence des impacts physiologiques et des effets sur les coûts du système de santé, résultant d'une activité physique insuffisante: Le présent chapitre se propose de développer quelques estimations des impacts qui résulteraient du transfert modal d'une petite partie des utilisateurs des voitures et des scooters vers les VAE.

## Hypothèses

Les inactifs, comme indiqué précédemment, constituent environ le 60% de la population genevoise. Partant de l'idée que les VAE sont susceptibles d'avoir des répercussions favorables sur la santé de leurs utilisateurs, il est intéressant d'estimer les impacts d'une mise en activité d'une partie de ces inactifs grâce à ce moyen de transport. Partant du constat que la part des déplacements effectués à vélo à Genève est très faible (3.8%, selon les données du microrecensement 2000 sur les transports), nous faisons l'hypothèse qu'une promotion active des VAE pourrait convaincre 0.5% des inactifs (environ 1800 personnes, en prenant comme référence la population des 15 ans et plus dans l'ESS) à utiliser ce moyen de transport. Par souci de simplification, nous considérons que ce pourcentage se répartit de manière équilibrée entre les inactifs utilisateurs de voitures et de scooters. A la lumière de ces éléments, il convient de considérer les valeurs présentées ci-après avec prudence, présentant surtout un intérêt en tant qu'expression d'ordres de grandeurs plausibles.

## Méthodologie

Ci-après sont proposées deux estimations. La première concerne le nombre de maladies et de décès évités qui résulteraient de ce transfert modal. La deuxième concerne les mêmes catégories, analysés du point de vue des coûts directs.

Dans les deux cas de figure, le calcul a été effectué comme suit: en partant des tableaux 2 et 4 ci-dessus, les valeurs absolues ont été établies en augmentant de 0.5% la part d'actifs définie par l'ESS 2002 (Obsan, 2004). Par la suite, les gains en termes de cas de maladies et de décès, respectivement en termes de coûts, ont été établis en soustrayant aux valeurs obtenues celles relatives à l'ESS 2002. Cette dernière a été retenue comme terme de comparaison parce qu'elle constitue la source d'information fiable la plus récente sur le thème de l'inactivité physique et parce que ses résultats sont très proches de ceux obtenus auparavant à Genève par le Bus Santé (Bernstein, 2001).

## Résultats

	Nombre de cas évités (par an)	Nombre de décès évités (par an)
Maladies cardio-vasculaires	37	0.84
Diabète type II	70	0.45
Cancer du colon	1	0.15
Ostéoporose	83 *	
Cancer du sein	0 *	
Dépression	117 *	
Maladies du dos	406 *	
Hypertension	314 *	
<b>TOTAL</b>	<b>1028</b>	<b>1.45</b>

\*Pour ces maladies, il n'est pas possible d'établir la corrélation entre mortalité et manque d'activité physique

Tab.7 : Nombre de cas de maladies et de décès évités grâce à l'utilisation quotidienne du VAE

## Commentaires

Les impacts d'un transfert modal vers le VAE s'avèrent conséquents en ce qui concerne le nombre de cas de maladies. L'appréciation en termes de mortalité n'est pas significative, aussi bien parce que les chiffres absolus de départ sont peu élevés que parce qu'il n'est pas possible, pour une majorité de pathologies, d'établir une corrélation entre mortalité en manque d'activité physique.

	Coûts directs* évités par une d'activité physique suffisante (en FrS, par an)
Maladies cardio-vasculaires	8'654
Diabète type II	25'375
Cancer du colon	3'110
Ostéoporose	5'364
Cancer du sein	992
Dépression	23'933
Maladies du dos	30'919
Hypertension	22'401
<b>TOTAL</b>	<b>120'657</b>

Tab.8: Coûts directs évités grâce à l'utilisation quotidienne du VAE

## Commentaires

Les économies découlant d'un transfert modal modeste mais réaliste vers les VAE ne sont pas très élevées, vraisemblablement en raison du fait que la majorité des soins qui ne sont pas administrés sont de moindre importance. Néanmoins, on peut considérer que les économies cumulées sur plusieurs années pourraient être intéressantes en comparaison aux investissements de promotion nécessaires pour rendre effectif ce transfert modal. En outre, on ne tient pas compte des économies secondaires pour la santé, dues aux impacts environnementaux (impacts positifs sur la santé et les coûts des soins dus aux diminutions de la pollution de l'air et du bruit), dont le calcul nécessiterait une analyse plus approfondie.

## 6. Conclusions et recommandations

L'analyse réalisée dans le cadre du présent document a permis de réunir une information conséquente au sujet des impacts sanitaires, économiques et sociaux de la promotion des vélos à assistance électrique (VAE). Le tableau ci-après en résume les principaux résultats.

Catégories d'impacts	Qualification des impacts	Commentaires
Impacts physiologiques et mentaux	Positif, réduction du risque	
Impacts par rapport à la sécurité	Neutre	Le risque est le même que pour

		les vélos conventionnels.
Impacts économiques par rapport à la santé	Positif	
Impacts économiques par rapport aux inégalités de santé	Positif, neutre ou négatif	Le type d'impact sera déterminé par la manière de gérer l'aspect financier inhérent à l'acquisition d'un VAE.
Impacts environnementaux	Positif, réduction des émissions nocives, à la consommation d'énergie et aux nuisances sonores Négatif ou neutre pour les déchets	

Tab.9 : Synthèse des impacts

A la lumière de l'évaluation d'impact sur la santé réalisée, il est possible d'affirmer qu'une *politique de promotion des vélos à assistance électrique* présente de multiples éléments positifs.

Le lien entre activité physique, à laquelle on peut associer la pratique du VAE, et pathologies (cancers, diabète, maladies musculo-squelettiques, dépression, hypertension) est aujourd'hui bien étayé. Le VAE se révèle particulièrement adapté à des populations plus âgées, qui éprouvent des difficultés ou des réticences à faire du sport ; il pourrait donc s'avérer un moyen ciblé et complémentaire, utile pour renforcer une politique plus générale d'encouragement de l'activité physique. Du point de vue de la sécurité, les VAE ne présentent pas davantage de risques que les vélos conventionnels. D'un point de vue environnemental, les atteintes au milieu naturel peuvent diminuer considérablement, ce qui, par ailleurs, induit également des effets positifs sur la santé.

Les coûts du système de santé dans leur ensemble tirent profit de cette dynamique et peuvent diminuer de manière conséquente. A un niveau individuel, il faut néanmoins être attentifs à la manière dont la pratique des VAE, qui implique un investissement initial non négligeable, est promue auprès de la population et notamment auprès des groupes de population aux revenus modestes : il s'agit de réduire et non d'augmenter les inégalités en matière de santé.

### Recommandation 1- Soutien de la promotion des VAE

Un soutien à une politique de promotion des vélos à assistance électrique est souhaitable. Pour en maximiser les effets positifs et en minimiser les effets négatifs, il est néanmoins utile de l'assortir de mesures spécifiques, qui sont explicitées dans les recommandations ci-après.

### Recommandation 2 – Données épidémiologiques

On peut considérer que les efforts physiques liés à la pratique du VAE induisent des effets bénéfiques sur la santé. Néanmoins, les études spécifiques établissant la relation entre pratique du VAE et effets sur la santé sont rares.

En conséquence

Il est suggéré de proposer aux instances fédérales concernées de recueillir une information précise à ce niveau, dans le cadre de campagnes de mesures relativement simples (mesure de l'évolution du rythme cardiaque compte tenu de l'effort, questionnaire d'appréciation de l'état de santé subjectif) ou plus élaborées (suivi médical d'usagers de VAE).

### **Recommandation 3– Système d’encouragement financier**

La pratique du VAE présuppose de pouvoir disposer des ressources financières suffisantes pour acquérir ce moyen de transport, son prix pouvant s’avérer réhibitoire pour les groupes de population au revenu modeste, dont l’état de santé est généralement moins bon que celui des groupes de population à revenu moyen-élevé.

En conséquence :

Il est suggéré de proposer aux instances fédérales et cantonales concernées (p.ex. l’Office cantonal de l’énergie) de prévoir un mécanisme d’encouragement financier public qui soit proportionnel aux possibilités financières des individus, afin de permettre à tout un chacun de s’initier à la pratique du VAE. Un tel programme devrait faire l’objet d’une communication élargie à l’ensemble de la population.

A ce jour, certaines collectivités publiques engagées dans *NewRide*, le programme de promotion des vélos électriques promus par la Confédération, prévoient un système de subventionnement forfaitaire. C’est par exemple le cas de la ville de Lausanne.

### **Recommandation 4 – Choix du véhicule**

Le VAE permet d’exercer une réelle activité physique parce que le moteur ne fait qu’assister l’effort produit par l’individu. En revanche, les vélos à propulsion électrique (VPE) autorisent une mobilité complètement gérée par le dispositif électronique et n’offrent aucune garantie quant à l’effort physique produit par l’usager.

En conséquence :

Il est suggéré d’inciter, dans le cadre d’éventuels programmes de promotion du vélo électrique, à l’acquisition de VAE plutôt que de VPE. Dans le cas où un système d’encouragement financier serait mis en place, il serait utile d’évaluer l’opportunité d’une différenciation claire entre VAE et VPE, même si des impacts positifs (notamment en termes de réduction d’émissions nocives) peuvent aussi être attendus de la part des VPE.

## 7. Bibliographie

### Articles, ouvrages

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 (11):1621-8.

ARE, OFS. *La mobilité en Suisse. Résultats du microrecensement 2000 sur le comportement de la population en matière de transports*, ARE, OFS, Berne et Neuchâtel, 2001.

Australian Institute for Health and Welfare (AIHW). A Growing problem: Trends and Patterns in Overweight and Obesity Among Adults in Australia, 1980-2001. *Bulletin No.8. AIHW Cat. AUS 36. Canberra, Australia. Australian Institute of Health and Welfare (AIHW), 2003.*

Bernstein M, Costanza M, Morabia A, Physical activity of urban adults: a general population survey in Geneva. *Soz.-Präventivmed.* 46 (2001) 049-059.

Bauman AE. Updating the evidence that physical activity is good for health - an epidemiological review 2000 – 2003. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2004; 7 (1): Supplement 6-19.

Bauman A, Crawford D. Physical activity promotion as a public health strategy for obesity prevention. *In R Andersen (Ed). Obesity Etiology, Treatment, Management And Prevention. Illinois, USA. Human Kinetics Publishers. 2003 Chapter 16.*

Berlin J, Colditz GA. A meta analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am J Epidemiol* 1990;132:612-28.

Blair SN, Nichaman MZ. The public health problem of increasing prevalence rates of obesity and what should be done about it. *Mayo Clin Proc* 2002;77(2):109-13.

Boreham C. Training effects of accumulated daily stair-climbing exercise in previously sedentary young women. *Prev Med* 2000;30 (4):277-81.

Commonwealth Department of Health and Aged Care (DHAC). National Physical Activity Guidelines For Australians. Canberra, Australia. *Commonwealth Department of Health and Aged Care (DHAC). 1999.*

Courneya KC. Exercise interventions during cancer treatment:biopsychosocial outcomes. *Exerc Sport Sci Rev* 2001; 29 (2):60-4.

Crespo CJ, Palmieri MR, Perdomo RP, et al. The relationship of physical activity and body weight with all-cause mortality: results from the Puerto Rico Heart Health Program. *Ann Epidemiol* 2002:543-52.

DAEL, DEES, OTC. *Microrecensement transports 2000. Document de synthèse*, DAEL, DEES, OTC, Genève, 2003.

Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention of metformin. *N Engl J Med* 2002;346 (6):393-403.

Dunn AL, Trivedi MH, O'Neal HA. Physical activity dose-response effects on outcomes of depression and anxiety. *Med Sci Sport Exerc*, 2001;33 (Supplement), s587-97.

Erlichman J, Kerbey AL, James WPT. Physical activity and its impact on health outcomes. Paper 2: prevention of unhealthy weight gain and obesity by physical activity: an analysis of the evidence. *Obes Rev* 2002;3:273-87.

European Commission, *E-Tour: electric two-wheelers on urban roads*. Final report, 2003.

Fagard R. Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sport Exerc* 2001;33:Suppl S484-92..

Fox K. The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutr* 1999;2 (3a):411-8.

Friedrich R, *Recent European studies on transport externalities. New applications and findings in Germany*, Workshop "Externe kosten van transport", VITO, Bruxelles, 2003.

Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, et al. Interventions for preventing falls in elderly people (Cochrane Review). *Cochrane Library, Issue 2, 2002. Oxford:Uptade Software*.

Gregg EW, Cauley JA, Stone K, et al. Relationship of changes in physical activity and mortality among older women. *JAMA* 2003; 289 (18):2379-86.

Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: a review of the epidemiologic evidence. *J Am Geriatr Soc* 2000; 48 (8):883-93.

Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, et al. Effect of physical exercise on coronary endothelial function in coronary artery disease. *N Engl J Med* 2000;342:454-60.

Hambrecht R, Adams V, Erbs S, et al. Regular physical activity improves endothelial function in patients with coronary artery disease by increasing phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase. *Circulation*, 2003;1107 (25):3152-8.

Helmrich S, Ragland DR, Leung RW, et al. Physical activity and reduced occurrence of non insulin dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*, 1991;325:147-52..

Hu FB, Leitzmann MF, Stampfer MJ, et al. Physical activity and television watching in relation to risk for type 2 diabetes mellitus in men. *Arch Int Med* 2001; 161 (12):1542-8.

IARC Working Group on the Evaluation of Cancer-Preventive Strategies Weight control and physical activity. In H Vainio, F Biachini (eds). *IARC Handbooks of Cancer Prevention*. Volume 6. Lyon, France. IARC Press. 2002.

IFEN, *Le vélo pourrait gagner des parts de marché dans les villes*. Institut français de l'environnement (17 septembre 2003). <http://www.ifen.fr/actualite/presse/030917.htm>

Ivey FM, Womack CJ, Kulaputana O, et al. A single bout of walking exercise enhances endogenous fibrinolysis in stroke patients. *Med Sci Sport Exerc* 2003;35(2):193-8.

Kaufmann V, *Mobilités quotidiennes et dynamiques urbaines, la question du report modal*. PPUR. 2000.

Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Walking and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *Prev Med* 2001;33:120-7.

Lamy V, *Electric Bike 2000 project*. Prepared by the Centre for Electric Vehicle Experimentation in Quebec for the Transportation Development Centre, Transport Canada, 2001.

LASUR, *Microrecensement transports, Genève. Document de synthèse*. LASUR/EPFL, 2003. [http://lasur.epfl.ch/camus/download/MZ\\_GE\\_2000.pdf](http://lasur.epfl.ch/camus/download/MZ_GE_2000.pdf)

Lataire P et al. Electrically assisted bicycles: demonstration, characterisation, health benefit, *Revue E tijdschrift* 2003; 3: 32-39.

Lawlor DA, Hopker SW. The effectiveness of exercise as an intervention in the management of depression: systematic review and meta-regression analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2001;322 (7289):763-7.

Lee IM, Skerrett PJ. Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? *Med Sci Sports Exerc* 2001;33 (6 Suppl):S459-71; discussion S493-454.

Lee IM. Physical activity and cancer prevention-data from epidemiologic studies. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35 (11):1823-7.

Lee CD, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and stroke mortality in men. *Med Sci Sport Exerc* 2002; 34(4):592-5.

Lee CD, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and smoking-related and total cancer mortality in men. *Med Sci Sport Exercise* 2002;34(5):735-9.

Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, et al. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA* 1992; 268(1):63-7.

Martin BW, Mäder U, Calomnte R. Einstellung, Wissen und Verhalten der Schweizer Bevölkerung bezüglich körperlicher Aktivität. Resultate aus dem Bewegungssurvey 1999, *Schweiz Z Sportmed Sporttraumatol* 199, 47(4) 165-169.

OBSAN, *Activité physique au travail et durant les loisirs (indicateur 3.2.4)*, Traitement des résultats de l'Enquête suisse sur la santé 2002, Neuchâtel, 2004.

OFS, *Enquête suisse sur la santé 2002. Premiers resultats*, Neuchâtel, 2003.

Parker AA, The electric powered assisted bicycle: a clean vehicle to enhance the mobility of the able, the elderly and people with disabilities. *Proc. NZ Cycling Conference*, Auckland, 2003.

Powell KE, Thompson PD, Caspersen CJ, et al. Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Annu Rev Public Health* 1987;8:253 – 87.

Presidents Council on Fitness and Sport. Physical activity protects against the healthy risks of obesity. G. Welk, SN Blair (eds). 2000;December 3:12..

Rose G, Cock P, *Encouraging e-bike use: the need for regulatory reform in Australia*, Institute of Transport Studies, Monash University, 2003.

Saris WH, Blair SN, van Baak MA, et al. How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight again? Outcome of the IASO 1<sup>st</sup> Stock Conference and consensus statement. *Obes Rev* 2003;4(2):101 – 14.

Smith KR, Corvalan CF, Kjellström T. How much global health is attributable to environmental factors ?, *Epidemiology* 1999, 10(5): 573-584.

Smala A, Beeler I, Szucs T, *Die Kosten der körperlichen Inaktivität in der Schweiz*, Institut für Sozial- und Präventivmedizin des Universitätsspitals Zürich, 2001.

Thune I, Furberg AS. Physical activity and cancer risk:dose response and cancer, all sites and site-specific. *Med Sci Sport Exerc* 2001;33:S530-50.

Transports Canada, *Projet vélos électriques 2000* (TP 13732F), 2001.  
[www.tc.gc.ca/cdt/sommaire/13700/13732f.htm](http://www.tc.gc.ca/cdt/sommaire/13700/13732f.htm)

Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson J, et al. Prevention of Type 2 Diabetes Mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344(18):1343-50.

United States Department of Health and Human Services. Physical Activity and Health: A Report of The Surgeon General. Atlanta, GA. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention. *National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. The President's Council on Physical Fitness and Sports. 1996.*

Véhicules propres, 2002.

[www.ulb.ac.be/ceese/nouveau%20site%20ceese/documents/Resumes\\_des\\_WP\\_vehicules\\_propres.pdf](http://www.ulb.ac.be/ceese/nouveau%20site%20ceese/documents/Resumes_des_WP_vehicules_propres.pdf)

Vuori IM. Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Med Sci Sport Exerc* 2001;33 (6 Suppl):S551-86.

Wannamethee SG, Shaper AG, Walker M. Physical activity and mortality in older men with diagnosed coronary heart disease. *Circulation* 2000; 102(12):1358-63.

Wannamethee SG, Shaper AG, Walker M. Physical activity and risk of cancer in middle-aged men. *Br J Cancer* 2001;85:1311-6.

Williams PT. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:754-61

WHO. *World Health Report 2002*. Geneva. World Health Organisation. Retrieved in January 2004 from <http://www.who.int/whr/2002/en/>.

WHO. *Social determinants of health. The solid facts*, WHO, 1998.

## **Sites internet**

[www.newride.ch](http://www.newride.ch)

[www.mobilitedouce.ch](http://www.mobilitedouce.ch)

[www.nfp41.ch](http://www.nfp41.ch)

## **Textes législatifs**

OAC Ordonnance réglant l'admission des personnes et des véhicules à la circulation routière

OAV Ordonnance sur l'assurance des véhicules

OETV Ordonnance concernant les exigences techniques requises pour les véhicules routiers

OMoD Ordonnance sur le mouvement des déchets

ORT Ordonnance sur la réception par type des véhicules routiers (ORT)

OTD Ordonnance sur le traitement des déchets

VRV Ordonnance sur le code la route