

**Conditions de circulation sécuritaire
des
appareils de transport personnel motorisés (ATPM)
sur
les voies publiques**

Rapport présenté au
Ministère des Transports du Québec

Dossier 4502-07-RG02
Activité R634.1

par

Jean-François Bruneau, M. Sc., et Marcel Pouliot, Ph. D.
Coopératif de recherche en sécurité routière de l'Université de Sherbrooke,
Département de géomatique appliquée

Université de Sherbrooke
20 mai 2009

©

Comité de suivi

Voici les membres du comité de suivi du projet sur les ATPM :

Coordonnateur :

- Léandre Bernier, Direction de la sécurité en transport, MTQ

Membres :

- Mark Baril, Ingénierie des véhicules, SAAQ
- Gaétan Bergeron, Vice-présidence à la sécurité routière, SAAQ
- Jean-François Bruneau, Chercheur, Coopératif de recherche en sécurité routière de l'Université de Sherbrooke
- Christine Dupuis, Direction du développement en sécurité routière, SAAQ
- Paule Pelletier, Direction du développement en sécurité routière, SAAQ
- Lorraine Pilon, Direction de la sécurité en transport, MTQ
- Marcel Pouliot, Professeur associé, Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke
- Julie Simard, Direction de la sécurité en transport, MTQ

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
2	MÉTHODOLOGIE DU PROJET	3
2.1	Type d'appareils visés par le mandat.....	3
2.2	Recherche documentaire	4
2.2.1	Organismes (gouvernementaux, institutionnels ou corporatifs)	4
2.2.2	Répertoires.....	5
2.2.3	Congrès et colloques.....	5
2.2.4	Revue scientifique	5
2.2.5	Mots clés	5
2.2.6	Grille des thématiques.....	6
2.2.7	Classement des documents selon leur qualité / crédibilité.....	8
2.3	Enquête par voie de questionnaire.....	8
2.3.1	Double emploi du questionnaire	8
2.3.2	Organismes consultés.....	9
2.3.3	Répondants visés / classement des intervenants	11
2.3.4	Thématiques du questionnaire	13
2.4	Arbre-logique décisionnel	13
3	LES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE.....	14
3.1	Sommaire de la recherche bibliographique	14
3.2	Contenu des documents selon leur classement	15
3.2.1	Documents notés « 5 »	15
3.2.2	Documents notés « 4 »	15
3.2.3	Documents notés « 3 »	16
3.2.4	Documents notés « 1 » ou « 2 ».....	16
3.3	Projets-pilotes	17
3.4	Expérimentation en site fermé ou en laboratoire	18
3.4.1	Études de la FHWA.....	18
3.4.2	Étude de Sawatsky <i>et al.</i> (2007).....	20
3.4.3	Étude de Darmochwal et Topp (2006).....	20
3.4.4	Étude de Schoon <i>et al.</i> (2007).....	20
3.4.5	Étude de Lavallée (2004)	20
3.4.6	Étude de CEVEQ (2006)	21
3.4.7	Étude de Goodridge (2003).....	21
3.5	Expérimentation en conditions réelles d'opération	21

3.6	Enquête par questionnaire	23
4	CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES ET CLASSIFICATION DES ATPM	24
4.1	Types et modèles d'ATPM	25
4.1.1	Trotinettes électriques (Segway®, T3 Motion®, Easyglider® et autres)	25
4.1.2	Motocyclette et cyclomoteur électriques	31
4.1.3	Autres types d'ATPM	32
4.1.4	Types d'AMM : triporteur / quadriporteur / fauteuil roulant motorisé	32
4.1.5	Prototypes d'ATPM	33
4.2	Dimensions globales de l'appareil	35
4.2.1	Hauteur de l'appareil et position de l'utilisateur	35
4.2.2	Garde au sol	36
4.2.3	Largeur	37
4.2.4	Longueur	39
4.3	Poids	39
4.3.1	Risques pour autrui	39
4.3.2	Transportabilité	42
4.4	Vitesse	42
4.4.1	Vitesse minimale et maximale	44
4.4.2	Différentiel de vitesse	46
4.4.3	Accélération	46
4.4.4	Freinage et distance de freinage	46
4.5	Roues	47
4.5.1	Position des roues	47
4.5.2	Diamètre des roues et pneumatique	47
4.6	Moteur et autonomie	48
4.6.1	Force et puissance	48
4.6.2	Niveau sonore	48
4.6.3	Autonomie	48
4.7	Manoeuvrabilité	50
4.7.1	Stabilité et équilibre	50
4.7.2	Direction et contrôlabilité	50
4.8	Visibilité	50
4.9	Classification des appareils	51
5	MILIEUX D'USAGE	52
5.1	Chaussée routière	52
5.1.1	Centre de la voie de circulation	52
5.1.2	Extrême droite de la voie de circulation ou accotement pavé	53
5.1.3	Rues sans ligne médiane (absence de marquage)	54

5.1.4	Bandes cyclables (sur la chaussée routière)	54
5.2	Trottoir et zones piétonnières	55
5.3	Autres espaces.....	58
5.3.1	Piste cyclable ou multifonctionnelle en site propre (privée ou publique)	58
5.3.2	Autres espaces publics ou privés	58
6	FACTEURS DE RISQUES ET MESURES D'INTERVENTION	59
6.1	Impact de l'utilisation des ATPM sur la santé.....	59
6.2	Risques d'accident	59
6.2.1	Selon le type d'utilisateur	59
6.2.2	Selon l'âge	60
6.2.3	Selon les conditions climatiques et saisonnières	60
6.2.4	Port du casque	61
6.3	Mesures d'intervention pour contrer le risque d'accident.....	62
6.3.1	Mesures générales.....	62
6.3.2	Corridors dédiés.....	63
7	SYNTHÈSE DES AVANTAGES ET DES INCONVÉNIENTS	66
7.1	Avantages des ATPM.....	66
7.1.1	Pour l'utilisateur.....	66
7.1.2	Pour la sécurité	67
7.1.3	Pour l'environnement.....	67
7.2	Inconvénients des ATPM	67
7.2.1	Pour l'utilisateur.....	67
7.2.2	Pour la sécurité	68
7.2.3	Pour l'environnement, l'ATPM :	68
8	RÉGLEMENTATION RELATIVE AUX ATPM	69
8.1	Nature de la réglementation.....	69
8.1.1	Niveaux de réglementation.....	69
8.1.2	Variété des règlements ou confusion?	69
8.2	Portrait mondial de la législation.....	71
8.2.1	Au Canada	71
8.2.2	Aux États-Unis.....	72
8.2.3	En France.....	73
8.2.4	En Belgique.....	73
8.2.5	En Grande-Bretagne	73
8.2.6	En Australie.....	74
8.3	Restrictions aux usagers.....	74
8.3.1	Âge de l'utilisateur	74
8.3.2	Formation des usagers.....	75

8.3.3	Permis de conduire ou permis spécial	75
8.3.4	Équipements de sécurité pour l'utilisateur	75
8.4	Réglementation relative aux véhicules.....	76
8.4.1	Enregistrement des véhicules et immatriculation.....	76
8.4.2	Limitation de la vitesse	76
8.4.3	Équipement de sécurité obligatoire sur le vélo	77
8.4.4	Phares de jour.....	77
8.4.5	Système de freinage	77
8.4.6	Lumières et réflecteurs.....	78
8.4.7	Lumières de frein	78
8.4.8	Lumières latérales.....	78
9	RÉSULTATS DU QUESTIONNAIRE	79
9.1	Profil des répondants	79
9.2	Mesures liées aux usagers.....	80
9.2.1	Réglementation basée sur l'utilisateur ou le véhicule?.....	80
9.2.2	Statut de l'utilisateur ATPM.....	81
9.2.3	Capacité de l'utilisateur à conduire un ATPM	83
9.2.4	Âge minimal ou maximal pour conduire un ATPM	84
9.2.5	Formation obligatoire des utilisateurs d'ATPM.....	85
9.2.6	Permis de conduire / permis de compétence.....	88
9.3	Mesures véhiculaires (liées aux appareils).....	90
9.3.1	Immatriculation des ATPM	90
9.3.2	Limitation de la vitesse des ATPM.....	91
9.3.3	Normes de conception des ATPM	94
9.3.4	Équipement de sécurité des ATPM	96
9.3.5	Mécanisme de vérification technique des ATPM	97
9.3.6	Obligations des détaillants d'ATPM	99
9.4	Mesures liées à l'environnement routier	101
9.4.1	Infrastructures autorisées aux ATPM	101
9.4.2	Zones de vitesse affichée.....	102
9.4.3	Interdictions temporelles à la circulation des ATPM	103
9.5	Risques associés à l'usage ATPM	104
9.5.1	Risques personnels et sociaux associés à l'usage des ATPM.....	104
9.5.2	Usage du téléphone cellulaire sur un ATPM.....	106
9.6	Mobilité durable en lien avec les ATPM.....	107
9.6.1	Transferts modaux : automobilistes devenant utilisateurs ATPM.....	107
9.6.2	Transferts modaux : piétons devenant utilisateurs ATPM	108
9.6.3	Transferts modaux : effet global associé aux ATPM	109
9.6.4	Impacts écologiques des moyens de transport.....	110
10	ARBRE LOGIQUE DÉCISIONNEL.....	112
11	CONCLUSION.....	115

12	RECOMMANDATIONS	118
12.1	Processus décisionnel par étapes.....	118
12.2	Définition de la catégorie ATPM.....	118
12.2.1	Démarche d'homologation.....	119
12.3	Environnement routier et lieux d'usage	119
12.3.1	Chaussée routière (responsabilité du MTQ ou des municipalités)	119
12.3.2	Corridors dédiés	120
12.3.3	Bandes cyclables (sur la chaussée)	120
12.3.4	Pistes multifonctionnelles en site propre (à l'extérieur du réseau routier)	120
12.3.5	Autres espaces privés	120
12.3.6	Trottoir et espaces piétonniers	121
12.3.7	Possibilité d'ajustement ou d'interdiction	121
12.4	Aspects socio-réglementaires et liés aux utilisateurs	121
12.5	Recommandations pour certains appareils déjà disponibles	122
12.5.1	Trottinette électrique.....	122
12.5.2	T3 Motion®.....	123
12.5.3	Cyclomoteur électrique.....	123
12.5.4	Segway®.....	123
12.5.5	Triporteur et quadriporteur	123
12.6	Pistes de recherche	124
13	RÉFÉRENCES.....	125

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Critères préalables pour distinguer un ATPM (selon le devis du MTQ)	3
Tableau 2	Grille des thématiques	7
Tableau 3	Garde au sol (distance sol-plancher) des ATPM selon le modèle	36
Tableau 4	Largeur (partie la plus large) et empreinte au sol des ATPM selon le modèle.....	37
Tableau 5	Poids (avec batteries) et charge supportée des ATPM selon le modèle.....	41
Tableau 6	Puissance et vitesse des ATPM selon le modèle	43
Tableau 7	Vitesse de différents véhicules / appareils / usagers (milieu urbain)	45
Tableau 8	Autonomie des ATPM selon le modèle	49
Tableau 9	Durée de vie utile des interventions en sécurité routière	63
Tableau 10	Effet des bandes cyclables sur le taux d'accidents corporels	64
Tableau 11	Perception des élus et de la population pour certaines mesures.....	65

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Segway® Personal Transporter® : modèles i2 et x2	25
Figure 2	Segway® Robotic Mobility Platform® : modèles RMP 50, RMP 100 et RMP 400	25
Figure 3	Trottinettes électriques conventionnelles ou « de base »	26
Figure 4	Trottinettes électriques apparentées à des cyclomoteurs	27
Figure 5	Trottinettes électriques apparentées à des vélos : « avec » ou « sans » siège.....	28
Figure 6	Trottinettes à trois roues ayant l'aspect d'un Segway®	28
Figure 7	Trottinettes électriques à trois roues.....	29
Figure 8	Trottinette Easyglider®.....	30
Figure 9	T3 Motion® : T3 Series pour les policiers	30
Figure 10	Cyclomoteurs électriques	31
Figure 11	Exemples d'appareils hybrides difficiles à classer	32
Figure 12	La catégorie des AMM : appareils exclus de la présente étude	32
Figure 13	Toyota Winglet® : prototypes « L », « M » et « S »	33
Figure 14	Toyota i real® : prototype de fauteuil à empattement variable	33
Figure 15	Prototype « Yamaha Deus Ex Machina » de Jake Loniak	34
Figure 16	Types de répondants par catégorie d'emploi.....	79
Figure 17	Réglementation en fonction de l'utilisateur et/ou de l'appareil.....	80
Figure 18	Distinction entre les utilisateurs d'AMM et d'ATPM	81
Figure 19	Statut de l'utilisateur ATPM.....	82
Figure 20	Capacité de l'utilisateur à conduire un ATPM.....	83
Figure 21	Réglementation en fonction de l'âge (minimal ou maximal)	84
Figure 22	Âge minimal requis pour conduire un ATPM.....	85
Figure 23	Formation obligatoire des utilisateurs d'ATPM.....	86
Figure 24	Gestion des formations.....	87
Figure 25	Recours à un permis de conduire / de compétence	88
Figure 26	Réussite d'un examen pour obtenir le permis de conduire	89
Figure 27	Immatriculation des ATPM.....	90
Figure 28	Système de vignette	91
Figure 29	Limitation de la vitesse des ATPM par le fabricant	92
Figure 30	Vitesse maximale devant être fixée sur tous les ATPM	92
Figure 31	Moyen envisagé pour limiter la vitesse des ATPM.....	93
Figure 32	Applicabilité d'une mesure visant à limiter la vitesse des ATPM	94
Figure 33	Normes de conception des ATPM	95
Figure 34	Équipements de sécurité obligatoires sur les ATPM.....	96
Figure 35	Vérification technique obligatoire des ATPM	97
Figure 36	Prise en charge de la vérification technique des ATPM	98
Figure 37	Mécanismes de dépannage à prévoir en cas de panne	99
Figure 38	Obligations à imposer aux détaillants d'ATPM.....	100
Figure 39	Infrastructures autorisées aux ATPM.....	101
Figure 40	Zones de vitesse affichée autorisées aux ATPM	102
Figure 41	Interdictions temporelles à la circulation des ATPM.....	103
Figure 42	Risques personnels et sociaux associés à l'usage des ATPM.....	105

Figure 43	Usage du téléphone cellulaire sur un ATPM	106
Figure 44	Transferts modaux : automobilistes devenant usagers ATPM	107
Figure 45	Transferts modaux : piétons devenant usagers ATPM	108
Figure 46	Transferts modaux : effet global associé aux ATPM.....	109
Figure 47	Impacts écologiques des moyens de transport.....	110
Figure 48	Raisons pour expliquer l'impact écologique des moyens de transport.....	111
Figure 49	Critères techniques définissant la catégorie ATPM.....	113
Figure 50	Logique décisionnelle pour autoriser la circulation des ATPM	114

1 INTRODUCTION

Les appareils de transport personnels motorisés (ATPM) regroupent plusieurs types ou familles d'appareils qui peuvent être catégorisées en fonction de trois variables essentielles du point de vue de la sécurité routière. À ces trois niveaux, la sécurité est présente et questionne l'analyste et met au défi le preneur de décision garant de la sécurité publique.

La première variable à considérer, lorsqu'il est question de transport, est la nature de l'appareil, c'est-à-dire ses caractéristiques techniques et ses « capacités » comme appareil de transport. Autrement dit, l'appareil est-il techniquement sécuritaire à l'usage, freine-t-il efficacement, se renverse-t-il sur un plan incliné, son autonomie est-elle suffisante ...etc?

Le second point touche la fonction de l'appareil dans son environnement, sa finalité, qui est essentiellement d'assurer la mobilité des personnes. Ainsi, la mobilité des personnes se fait-elle dans un contexte sécuritaire en rapport avec l'infrastructure? L'utilisateur d'un ATPM, lors de son déplacement, est-il plus en sécurité en partageant la rue que la piste cyclable qui lui serait accessible?

En troisième lieu, il y a la personne, l'utilisateur. Celui-ci va exiger de l'appareil qu'il facilite sa mobilité pour diverses raisons. Il s'agit ici de la raison d'usage, c'est-à-dire des motifs de déplacement. Le but du déplacement peut être soit essentiel, et ainsi accomplir une fonction utilitaire (ex. aller au travail, étudier) ou bien il peut combler un besoin accessoire, ou ludique (ex. s'entraîner, se balader). À cet égard, on peut se poser la question : « Que la nature du déplacement soit primaire ou secondaire, l'utilisateur, de par l'usage qu'il fait de cet outil de déplacement, exerce-t-il un bon jugement et fait-il preuve d'un comportement sécuritaire, pour lui-même et pour les autres usagers du réseau? » Prend-t-il des risques inutiles, en somme, utilise-t-il l'outil de façon responsable?

Au cours des dernières années, le secteur du transport personnel à motorisation électrique a beaucoup évolué. Ainsi, on a vu se succéder plusieurs innovations technologiques, dont le but déclaré est de rendre les déplacements des personnes plus écologiques. Paradoxalement, ces appareils visent à constituer un nouveau marché, un nouveau créneau, caractérisés par des besoins de consommation. Malgré tout, ce développement se fait-il en ayant en tête l'aspect sécuritaire de ces véhicules?

Le développement des appareils de transport personnels, depuis l'invention du moteur à explosion, au début du siècle dernier nous apprend beaucoup sur l'évolution des appareils ATPM. Ainsi, la plupart des nouveaux ATPM ont été caractérisés dans un premier temps par l'ajout d'un moteur à essence sur des appareils déjà inventés, mais conçus pour la propulsion humaine. On peut entre autres penser aux patins à roulettes motorisés, à la planche à roulettes motorisée, à la trottinette motorisée et au vélo à assistance motorisée. Bref, tout ce qui pouvait faire l'objet d'un caractère nouveau se limitait alors à ajouter un moteur à essence à un véhicule déjà connu, hormis le Segway®. Assistes-t-on actuellement à une seconde génération de ce phénomène là, où les petits moteurs à essence sont remplacés par des moteurs électriques, plus propres, plus silencieux, donc plus à la mode du jour et de ses préceptes environnementaux, surtout s'ils sont constitués de matériaux haut de gamme, de batteries efficaces, etc.

Ce projet origine d'un mandat accordé par le Ministère des Transports du Québec (MTQ) à l'Université de Sherbrooke, et dont l'objectif est de mieux connaître et cerner les enjeux de sécurité routière associés aux appareils de transport personnel motorisés (ATPM), pour les appareils électriques uniquement, relativement à leur usage sur des infrastructures publiques sous la responsabilité du MTQ et des municipalités du Québec.

Les objectifs du projet sont :

- Éclairer, à l'aide d'une revue de la documentation scientifique, les facteurs d'encadrement à considérer pour l'usage sécuritaire des ATPM;
- Déterminer les lieux et les endroits où la circulation des ATPM est sécuritaire;
- Interroger les règles qui pourraient s'appliquer aux conducteurs des ATPM;
- Mettre en relation les règles de circulation envisageables pour les ATPM, avec celles qui existent déjà pour les autres types de véhicule;
- Détailler l'équipement de sécurité qui devrait équiper les ATPM et leurs usagers;
- Résumer les avantages et les inconvénients, en matière de sécurité routière, relatifs aux lieux, aux règles et aux équipements des appareils et à leurs usagers, ainsi qu'en regard des autres usagers de la route, notamment les piétons et autres usagers vulnérables;
- Soulever les effets potentiels de l'utilisation des ATPM sur la santé et l'activité physique

Le rapport présente tout d'abord la méthodologie de travail, qui comporte une revue de littérature. Cette section est suivie de la liste des caractéristiques des ATPM et de leur classification. Les questions relatives aux usagers et à leurs déplacements et des milieux d'usage sont ensuite abordées. Un compte rendu de la littérature scientifique pertinente est présenté, avec un résumé du bilan des avantages et des inconvénients des appareils. Une section est aussi consacrée aux différents types de réglementation applicables aux ATPM. Le document conclut en présentant le cadre logique de réflexion menant les auteurs à livrer leur constat final et leurs recommandations.

2 MÉTHODOLOGIE DU PROJET

La méthodologie du projet de recherche est essentiellement basée sur une revue de littérature et sur la valeur scientifique des documents répertoriés. La revue de littérature est complétée par une enquête réalisée au moyen d'un questionnaire.

2.1 Type d'appareils visés par le mandat

Un des objectifs du projet consiste à établir une taxonomie des ATPM. En effet, il est nécessaire de classer les ATPM en grandes familles d'appareils si on souhaite élaborer des grandes lignes directrices ou des recommandations quant à leur usage. Pour catégoriser de façon adéquate chaque type d'appareil et les ATPM au sens large, il faut se poser trois questions :

- Doit-on définir une catégorie unique, appelée « ATPM », et dans laquelle sont inclus tous les types d'appareil qui rencontrent certains critères ou spécifications techniques?
- Doit-on assimiler certains ATPM à des catégories de véhicules déjà existantes?
- Comment se définissent les aides à la mobilité motorisées (AMM) par rapport aux ATPM et quelle est l'interrelation à considérer?

Un certain nombre de critères ont été établis par le MTQ, dans le devis initial du projet, afin de définir globalement ce qu'est un ATPM (tableau 1). Ces critères permettent de faire un premier tri parmi ce qui pourrait être considéré comme ATPM ou non. Ils définissent les types d'appareils qui sont à étudier par rapport à ceux qui ne le sont pas. En d'autres termes, les appareils qui pourraient être inclus dans une éventuelle catégorie ATPM possèdent toutes les caractéristiques présentées dans la colonne du centre, tandis que les appareils à priori à exclure possèdent au moins une caractéristique dans la colonne de droite.

Tableau 1 Critères préalables pour distinguer un ATPM (selon le devis du MTQ)

Élément	= ATPM si tous ces critères rencontrés	≠ ATPM si un de ces critères rencontré
Usage	Civil (libre choix d'utiliser cet appareil)	Social (personne à mobilité restreinte)
Moteur	Électrique	À carburant
Occupant	Un seul occupant	Plusieurs occupants
Plancher	Avec plancher	Sans plancher
Direction	Volant / Guidon	Déplacement du poids / équilibre
Roue	2 à 4 roues	Une seule roue ou plus de 4 roues
Position	Assis ou debout	Couché

En appliquant les critères suggérés par le MTQ, on constate que les planches à roulettes ou à roues motorisées, les patins à roulettes motorisés et les monocycles motorisés sont exclus de la catégorie des ATPM. En effet, pour utiliser un ATPM, l'utilisateur ne doit pas employer sa propre force de propulsion, ni son centre de gravité pour diriger l'appareil. Sur un ATPM, tout est mécanique et motorisé.

2.2 Recherche documentaire

2.2.1 Organismes (gouvernementaux, institutionnels ou corporatifs)

Voici les centres de documentation et les sites Internet des organismes qui ont été visités dans le but de constituer un inventaire des publications disponibles et des recherches en cours.

Au Québec et au Canada :

- Ministère des Transports du Québec et autres provinces (MTO, ICBC, etc.)
- Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ)
- Centre d'expérimentation des véhicules électriques du Québec (CEVEQ)
- Santé Canada
- Transport Canada (TC) et son Centre de développement des transports (CDT)

Aux États-Unis :

- Federal Highway Administration (FHWA)
- National Highway Transportation Safety Administration (NHTSA)
- US. Department of Transportation (USDOT and state DOT)
- National Center for Bicycling and Walking (BikeWalk.org)
- Pedestrian and Bicycle Information Center (PBIC)
- Consumer Product Safety Commission (CPSC)
- Society for Risk Analysis
- SAE Society of Automotive Engineers
- Institute of Transportation Engineers (ITE)

En Europe et ailleurs dans le monde :

- Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, Sécurité routière (France)
- Observatoire national interministériel de sécurité routière (ONISR) (France)
- Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS) (France)
- Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU)
- Commission de la Sécurité des Consommateurs (France)
- Institut Belge pour la Sécurité Routière (IBSR) (Belgique)
- Bureau suisse de prévention des accidents (BPA) (Suisse)
- Department for Transport (DfT) (G.-B.)
- Transport Research Laboratory (TRL) (G.-B.)
- Royal Society for the Prevention of Accidents (RoSPA) (G.-B.)
- Lund Institute of Technology (Suède)
- SWOV Institute for Road Safety Research (Pays-Bas)
- Austroads (Australie)
- Monash University Accident Research Center (MUARC) (Australie)
- Australian Road Research (ARRB) (Australie)
- Office of Road Safety; Road Safety Council (Australie)

2.2.2 Répertoires

Les répertoires (bases de données bibliographiques) suivants ont été consultés, avec la liste des mots-clés dressée aux fins de l'exercice (section 2.2.5) :

- CUBIQ (contient le répertoire du MTQ)
- TRIS Online
- Ingenta Connect
- Scirus
- ScienceDirect

2.2.3 Congrès et colloques

Puisque certains documents ne sont pas toujours indexés dès leur publication, et que le sujet en est un d'actualité, donc propice à faire l'objet de présentations lors des colloques et des congrès, le site Internet des événements suivants a été visité pour la saison 2008 :

- Pro Bike/Pro Walk
- TRB Annual Meeting
- Urban Street Symposium
- Australian Road Research Board Conference
- Europa - Road Safety

2.2.4 Revues scientifiques

Plusieurs revues scientifiques traitant de la sécurité routière sont indexées dans les moteurs de recherche tels que TRIS et Scirus. Voici quand même des exemples de périodiques couverts par cette recherche :

- Accident Analysis & Prevention
- Transportation Research Record/Circular
- ITE Journal
- Journal of Safety Research
- Journal of Transportation Engineering
- Canadian Journal in Civil Engineering
- Traffic Engineering & Control
- The Urban Transportation Monitor
- Public Road Magazine (FHWA)
- RTS Recherche – Transport – Sécurité
- Risk Analysis
- Safety Science

2.2.5 Mots clés

Voici les mots-clés en français utilisés pour la recherche de documents :

- Engin de déplacement / motorisé
- Planche à roulette / motorisée / à essence
- Quadricycle motorisé / à moteur
- Trottinette électrique / essence
- Véhicule miniature

Et la liste des mots-clés en anglais :

- Power mobility
- Motorized(sed) / electric scooter / skateboard / bike
- Assistive scooter / device / power
- Powered scooter
- Personal mobility device
- Mobility assistance / aid
- Three-wheeled / four-wheeled scooter
- Segway
- Human / Personal Transporter
- Alternative / miniature vehicle
- Nonmotorized facility(ies) / area(s)
- Pedestrian facility(ies) / area(s)

2.2.6 Grille des thématiques

Une grille des thématiques a été élaborée avant de procéder à la lecture des documents (tableau 2). Cette grille permet de classer les informations extraites des publications. Elle est également reproduite dans un chiffrier électronique, afin de faciliter le repérage et le traitement des informations textuelles. Dans le chiffrier, chaque paramètre ou thématique est en colonne, et chaque document occupe une ligne. Le contenu des documents est reproduit « tel quel ». La grille a été conçue avant le dépouillement des publications. Si de nouveaux paramètres importants à considérer sont identifiés, des nouvelles colonnes thématiques sont ajoutées au besoin, à mesure que progresse l'épluchage des documents.

Les législations sont évaluées dans la grille des thématiques. Parmi les sources d'information qui traitent de la législation en vigueur, il y a la compagnie Segway®, les articles d'auteurs ou d'organismes qui réalisent de telles compilations, dont le National Conference of State Legislatures (NCL) et le Governors Highway Safety Association (GHSA) pour les États-Unis, ainsi que les États et les provinces des juridictions considérées dans l'étude : Canada, États-Unis, Europe et Australie. Les ministères des transports sont également consultés pour établir le profil des législations.

Tableau 2 Grille des thématiques
(Thèmes principaux en caractères foncés; sous-thèmes en caractères réguliers)

Méthodologie / Expérimentation	
Projet-pilote	Questionnaire et focus-group
En laboratoire ou sur un site contrôlé	Forces et limites de la méthode employée
Sur le terrain / conditions réelles	Références et crédibilité scientifique
Auteur / titre / appartenance	Sources de subvention identifiées?
Technologie de l'appareil / Caractéristiques techniques	
Dimensions Hauteur / largeur / longueur	Vitesse maximum
Poids	Équilibre / direction
Roues	Position / agilité / manoeuvrabilité
Moteur / type	Visibilité
Source d'énergie/ autonomie	Coût d'achat / modèles / marché
Les milieux d'usage	
Chaussée (route et rue)	Trottoirs et zones piétonnière
Pistes cyclables	Bandes cyclables
Accotements pavés	Ville / rural
Les usagers et le comportement	
Objectifs de l'utilisateur (motifs de déplacement)	Conditions utilisation et usages potentiels
Automobilistes	Cyclistes
Utilisateurs d'ATPM	Autres usagers (ex. patineur, planchiste)
Piétons	Conflits entre usagers
Environnement / pollution	
Pollution atmosphérique / odeur / bruit	Avantages / inconvénients environnementaux
Circulation hivernale	Congestion urbaine et transfert modal
Santé des individus	
Avantages / désavantages	Accidents et blessures
Évaluation globale des appareils	
Avantages et qualités / désavantages et contraintes	Bilan + / - de toute caractéristique étudiée
Lois et règlements / Orientations	
Cadre général : loi, règle ou recommandation	Permis de conduire / formation
Milieu : chaussée, trottoir, pistes et bandes	Immatriculation
Équipement obligatoire	Assurance
Mesures / Solutions / Recommandations	
Environnement / réseau routier	Comportement / individus
Véhicule	Législatif / organisationnel

2.2.7 Classement des documents selon leur qualité / crédibilité

La plupart des documents pertinents à cette étude prennent la forme d'un article de périodique avec comité de révision, ou encore celle d'un rapport technique issu d'un organisme de recherche non subventionné par une corporation en lien avec le sujet d'étude. Pour les documents qui réfèrent au Segway® ou aux autres types d'ATPM, une critique commentée a été produite si le contenu argumentaire était lié à la sécurité routière. Les documents de seconde source et ceux se limitant à exposer des faits ont été intégrés à une réflexion élargie, comme par exemple l'analyse des réglementations actuelles et les principaux avantages et inconvénients de ces nouveaux appareils.

Globalement, la valeur relative du contenu de chaque document est évaluée en fonction de critères qui touchent, pour les documents d'information : l'origine, la qualité et la fiabilité de l'information. Pour les documents scientifiques, les critères sont la nature de la méthodologie utilisée, l'expression des limites de l'étude, le lien entre les constats, les conclusions et les recommandations, l'appartenance des auteurs (organisme), l'identification des sources de subvention et/ou de contribution, ainsi que la nature et l'origine des références citées. Chaque document évalué reçoit une note dont la valeur se situe de 1 à 5.

Les documents notés « 5 » sont crédibles et utiles pour étayer une opinion et d'éventuelles recommandations. Les documents cotés « 4 » éclairent intelligemment un segment de la problématique et permettent de construire une opinion. Quant aux documents de valeur « 3 », ils peuvent être en partie pertinents, mais ils présentent des lacunes qui empêchent de les amener en preuve. Avec certaines réserves, ils peuvent parfois permettre d'apporter des nuances sur une opinion. Les documents qui obtiennent en-deçà de « 3 » ne fournissent pas, sur une base rigoureuse, du contenu digne de mention, ni de références crédibles. Toutefois, certains documents sont utiles pour recouper d'autres publications ou pour constituer des inventaires.

L'annexe A présente un résumé détaillé de chaque document, lesquels sont classés en ordre décroissant, allant de la plus forte note attribuée à la plus faible, mais seulement pour les documents qui obtiennent la note 3, 4 ou 5. Le lecteur peut donc à tout moment consulter cette annexe, afin de prendre connaissance du fin détail des documents qui constituent la base de la revue de littérature.

2.3 Enquête par voie de questionnaire

Les organismes québécois qui sont en lien direct avec la problématique ont été consultés par voie de questionnaire. Un formulaire auto-administré fût acheminé à tous les répondants après que ceux-ci aient reçu une mise en situation (annexe B). Les personnes ciblées pour l'étude sont à la fois des experts et des groupes d'utilisateurs, ou des gestionnaires qui occupent des postes stratégiques dans le cadre de leur fonction. Les répondants ont été ciblés en raison de leur expérience en sécurité routière ou en transport des personnes.

2.3.1 Double emploi du questionnaire

Les ATPM sont très voisins, de par leurs caractéristiques, avec les aides à la mobilité motorisées (AMM). Les ATPM et les AMM sont deux types d'appareils qui motorisent le déplacement, mais dont la distinction tient parfois uniquement à l'individu qui l'utilise. En effet, des appareils comme les triporteurs et les quadriporteurs peuvent être considérés comme des

ATPM, même s'ils sont des AMM. Parfois, seul l'individu qui l'utilise permet de faire une distinction. Quant un appareil est acheté et utilisé par une personne qui peut marcher, ce choix est personnel, et non une incapacité reconnue. Mais lorsqu'une personne perd son autonomie, et qu'elle ne parvient plus à marcher pour assurer ses déplacements, l'appareil est considéré comme une AMM. Nos règles de circulation sont établies en fonction des appareils et non en fonction des individus. C'est donc dire que dans le contexte actuel, où l'on observe une double utilisation d'un même appareil (usage social vs usage civil), il y a matière à s'interroger globalement sur ces deux problématiques.

Puisque le but de la présente étude est de définir, pour les AMM et les ATPM, des avenues légales et leur place dans un tout cohérent, ces deux types d'appareils gagnent à être analysés conjointement. Puisque les AMM et les ATPM partagent des éléments en commun, et que deux projets similaires sont réalisés simultanément (un pour les AMM et un pour les ATPM), les deux Comités de suivi ont donc convenu de combiner leurs efforts, afin de produire et réaliser un questionnaire conjoint. Techniquement, le double emploi du questionnaire se traduit par des questions tout à fait identiques et auxquelles le participant peut répondre séparément : une réponse pour les AMM, et une réponse pour les ATPM. L'obtention de deux réponses distinctes, sur un même formulaire, permet de vérifier si les intervenants distinguent ou non les deux problématiques. Ceci permet de voir s'il y a un écart au niveau de l'intérêt porté à certains sujets, et si les opinions relatives aux AMM et aux ATPM sont comparables. La concertation entre les deux Comités de suivi permet d'augmenter la portée du questionnaire, en ajoutant une perspective aux résultats de part et d'autre. Cette concertation est fort utile à une meilleure compréhension des deux problématiques, dans la mesure où les résultats nous orientent sur les mesures d'intervention qui feraient consensus ou dissension.

2.3.2 Organismes consultés

Au Québec, la liste des organismes à consulter est longue. Dans un tel débat, il importe de s'assurer que tous les intervenants concernés sont invités à participer. Il est impossible, avec une problématique aussi délicate que la circulation des personnes âgées, à mobilité restreinte ou en perte d'autonomie, de choisir certains répondants plutôt que d'autres. Une stratification de l'échantillon, prévue à des seules fins statistiques, aurait eu pour effet de provoquer un mécontentement chez les organismes qui auraient voulu collaborer, mais qui n'auraient pas été invités en raison du type de sélection de l'échantillon. Le processus de sélection de l'échantillon est donc systématique. Dans un contexte où tous doivent pouvoir s'exprimer, la décision de consulter tous les organismes en lien avec le sujet, était la seule solution possible.

D'autre part, les organismes sollicités possèdent parfois des bureaux régionaux, des divisions, des directions et des services, qui remplissent chacun une mission ou un mandat particulier. Voyant l'intérêt du questionnaire dans le cadre de leurs fonctions, les président(e)s et les directeur(e)s général ont souvent suggéré que le questionnaire circule au-delà du bureau de la direction. La procédure alors employée consiste à faire circuler le questionnaire à l'intérieur de l'organisme, parmi les intervenants qui auraient un intérêt ou un certain degré d'implication face à la problématique développée dans le questionnaire. À titre d'exemple, la Fédération des commissions scolaires du Québec (FCSQ) a distribué le questionnaire à l'interne, à tous les directeurs généraux et les régisseurs du transport scolaires de la province, donc dans chaque commission scolaire. À terme du processus, les 62 commissions scolaires du Québec sont invitées à répondre. Cette démarche permet d'obtenir un échantillon régionalisé, qui vient enrichir les résultats d'une meilleure connaissance des problématiques régionales.

Voici les organismes québécois qui ont accepté de participer à l'étude :

- Agences de la santé et des services sociaux (ASSS)
- Agence métropolitaine de transport (AMT)
- Alliance des regroupements des usagers du transport adapté du Québec (ARUTAQ)
- Alliance des services de transport adapté du Québec (ASTAQ)
- Alliance québécoise des regroupements régionaux pour l'intégration des personnes handicapées (AQRIPH)
- Association des conseils intermunicipaux de transport (ACIT)
- Association des Directeurs de police du Québec (ADPQ)
- Association des directeurs généraux des municipalités du Québec (ADGMQ)
- Association des établissements de réadaptation en déficience physique du Québec (AERDPQ)
- Association des propriétaires d'autobus du Québec (APAQ)
- Association des réseaux cyclables du Québec (ARCQ)
- Association du Camionnage du Québec (ACQ)
- Association du transport écolier du Québec (ATEQ)
- Association du transport urbain du Québec (ATUQ)
- Association professionnelle des chauffeurs et chauffeuses de camions du Québec
- Association québécoise d'établissements de santé et de services sociaux (AQESSS)
- Association québécoise du transport et des routes (AQTR)
- Bureau d'assurance du Canada (BAC)
- CAA-Québec
- Centres de santé et de services sociaux (CSSS)
- Centres local de services communautaires (CLSC)
- Centre d'expérimentation des véhicules électriques du Québec (CEVEQ)
- Centre de développement des transports (CDT)
- CIMA+
- Conseil des aînés du Québec
- Équipes de recherche en sécurité routière (ex. CIRRELT)
- Ex aequo
- Fédération des commissions scolaires du Québec (FCSQ)
- Fédération Québécoise des Municipalités (FQM)
- Groupement des assureurs automobiles du Québec (GAA)
- Kéroul
- Ministère de la santé et des services sociaux du Québec (MSSS)
- Ministère des Transports du Québec (MTQ)
- Office des personnes handicapées du Québec (OPHQ)
- Quebec English School Board Association (QESBA)
- Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ)
- Regroupement des Organismes de Transport Adapté du Québec (ROTAQ)
- Regroupement des usagers du transport adapté (RUTA des municipalités)
- Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ)
- Sûreté du Québec
- Transport Canada (TC)
- Unités régionales de loisir et de sport (URLS)
- Vélo Québec

2.3.3 Répondants visés / classement des intervenants

Deux types de répondants sont ciblés pour l'étude. Ce sont soit des experts dans leur domaine, comme par exemple des spécialistes en transport des personnes ou en sécurité routière, ou encore des gestionnaires d'organismes reliés au transport. L'autre catégorie est composée d'utilisateurs qui ont de l'expérience avec la circulation des ATPM, ou qui ont un point de vue pertinent sur la question.

Il est nécessaire de catégoriser les intervenants en groupes relativement homogènes, car le questionnaire a été rempli par des intervenants aux domaines de compétence très variés. Cette catégorisation est d'autant plus requise que certains organismes ont répondu « en bloc » au questionnaire, venant ainsi gonfler le nombre de réponses pour un même type de répondant. Dans ce contexte, le classement des intervenants est la seule façon de garantir qu'un poids identique est accordé à chaque type d'intervenant. Les résultats du questionnaire sont donc ventilés sur une base relative à l'intérieur de chaque catégorie de répondant. De plus, certaines catégories sont hautement spécialisées dans le domaine des AMM, et ne peuvent donc pas être incluses dans l'analyse de la problématique des ATPM.

Voici donc le détail des catégories créées, avec des exemples d'organismes y étant rattachés :

- | | |
|-----------------------------------|--|
| • Expert sécurité – circulation : | ingénieur en transport / circulation, urbaniste |
| • Conduite professionnelle : | gestionnaire et conducteur (transporteur) |
| • Assurance civile et sociale : | administrateur, gestionnaire du risque, statisticien |
| • Santé : | ergothérapeute, médecin, ingénieur biomédical |
| • Gestionnaire réseau cyclable : | gestionnaire de réseau cyclable / de club de loisir |
| • Usagers : | personnes âgées ou à mobilité restreinte |
| • Milieu municipal : | employé municipal, élu |
| • Ordre public : | police municipale ou provinciale |

1. Expert sécurité – circulation

Ce groupe comprend les experts en transport et en sécurité routière dont la formation et/ou le domaine de compétence sont soit l'ingénierie au sens large, la circulation, la gestion des infrastructures publiques et tous les domaines reliés à la sécurité routière, autant au niveau des utilisateurs, que des véhicules ou des environnements. Ce groupe de répondants englobe les experts d'organismes tels que le MTQ, l'AQTR, l'AMT, le CDT, le CIRRELT et CIMA+.

2. Conduite professionnelle

Cet ensemble de répondants regroupe les différents groupes de conducteurs professionnels et leurs gestionnaires, dont la spécialité est le transport des personnes, que celles-ci soient à mobilité restreinte ou non. Parmi les organismes consultés il y a les sociétés urbaines de transport, sous l'égide de l'ATUQ, les transporteurs membres de l'APAQ, l'ASTAQ et la ROTAQ, les régisseurs du transport scolaire et les directeurs des commissions scolaires via la FCSQ et la QESBA, les transporteurs écoliers du Québec (ATEQ), et les compagnies de taxi adapté. Les camionneurs sont aussi consultés (ACQ).

3. Assurance civile et sociale

Le groupe assurance civile et sociale réfère aux organismes dont la fonction première est de s'occuper du risque sur le plan administratif et humain. Sont donc inclus dans cette catégorie la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), le CAA-Québec et le Groupement des assureurs automobiles du Québec (GAA), sous l'égide du Bureau des assurances du Canada (BAC). La Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) a été approchée pour participer à l'étude mais ne jugeait pas à propos d'y collaborer.

4. Santé

La catégorie « santé » regroupe les spécialistes du monde médical tels que les médecins et les ergothérapeutes qui travaillent dans les établissements comme les Centres de réadaptation membres de l'AERDPQ, les CSSS, les CLSC, les ASSS, les Directions de santé publique, le MSSS et la RAMQ. Toutefois, si un intervenant du milieu médical est spécialisé en sécurité routière, son formulaire est transféré dans la catégorie « expert sécurité – circulation ».

5. Sports et loisirs

La catégorie « sports et loisirs » inclut les organismes qui militent pour le transport actif et qui en font la gestion et/ou la promotion. Cette catégorie fait référence aux moyens de transport tels que la marche, le vélo et tout autre sport ou loisir pratiqué de façon active, de même que ceux accessibles aux personnes à mobilité restreinte. Parmi les répondants, il y a des organismes tel Vélo Québec, les gestionnaires associés à l'ARCQ, ainsi que les URLS de chaque région.

6. Usagers (personnes handicapées/âgées)

Les usagers d'ATPM, tel que le Segway®, sont encore marginaux et ils ne sont pas autorisés à circuler sur le réseau public. Or, les organismes qui défendent les droits des personnes handicapées représentent une voix pour les utilisateurs du réseau de transport, d'où l'appellation « usager » pour les répondants provenant d'organismes tels que l'OPHQ et l'AQRIPH, et les organismes indépendants tels que Kéroul et Ex aequo. Pour les personnes âgées, il y a le Conseil des aînés et les différentes tables de concertation de personnes âgées. Cette catégorie compte aussi des répondants d'associations et de regroupements d'usagers du transport adapté, ou qui le supervisent, tels que l'ARUTAQ et les RUTA des grandes municipalités (ex. Sherbrooke, Montréal).

7. Milieu municipal

Le milieu municipal est représenté par le personnel municipal et les élus qui ont une perspective politique ou technique sur les aspects liés à la circulation des ATPM. Deux grands organismes sont consultés, de façon à rejoindre la quasi-totalité des municipalités du Québec. L'ADGMQ sollicite 188 municipalités membres, celles de plus de 4000 habitants, et la FMQ représente la quasi-totalité des municipalités rurales ou de petite taille.

8. Ordre public

La catégorie « ordre public » inclut les policiers municipaux et provinciaux du Québec. L'ADPQ sollicite les 34 Corps policiers indépendants, municipaux ou interrégionaux, et la SQ participe aussi à l'étude. Les avocats et juristes des municipalités sont eux-aussi classés dans cette catégorie, puisqu'ils exercent une fonction « légale » associée à l'ordre public.

Parmi les huit catégories ici présentées, seulement quatre se qualifient pour l'analyse finale. Les raisons qui motivent ce choix sont expliquées à la section 9.1.

2.3.4 Thématiques du questionnaire

La plupart des questions visent à obtenir l'avis des experts quant à la nature et à la forme de l'encadrement qui est souhaitable à l'égard des ATPM. Il s'agit essentiellement de répondre aux questions suivantes :

- Quel type d'ATPM? (détail des familles d'ATPM ou regroupement unique)
- Utilisable par qui? (restrictions : âge, permis, immatriculation, formation, etc.)
- Utilisable où? (restrictions d'aménagements, de milieux, de vitesse affichée, etc.)
- Utilisable comment? (vitesse de l'ATPM, sens de circulation, etc.)
- Utilisable quand? (Saison, heure du jour, heure de pointe, etc.)
- Utilisable avec quel équipement? (réflecteurs, fanion, gilet auto-réfléchissant)

2.4 Arbre-logique décisionnel

La conclusion de cette étude s'appuiera sur les constats issus de la revue de littérature, et ceux issus de la consultation des organismes par voie de questionnaire. L'ensemble des résultats seront présentés de façon groupée dans un arbre-logique décisionnel. Il s'agit d'éclairer les décideurs en fonction des types d'ATPM définis, à savoir s'il est possible de répondre à quelques questions de base sur l'utilisation potentielle du réseau routier :

- Quel type d'ATPM? (détail des familles d'ATPM ou regroupement unique)
- Utilisable par qui? (restrictions selon l'âge, permis, immatriculation, etc.)
- Utilisable où? (restrictions d'aménagements, de milieux, de vitesse affichée, etc.)
- Utilisable comment? (vitesse de l'ATPM, sens de circulation, etc.)
- Utilisable quand? (Saison, heure du jour, heure de pointe, etc.)
- Utilisable avec quel équipement? (réflecteurs, fanion, etc.)

3 LES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE

3.1 Sommaire de la recherche bibliographique

Du fait que les ATPM soient récemment apparus sur le marché, et que la législation à leur égard est une nouvelle préoccupation, on relève très peu de publications scientifiques qui approfondissent la notion de sécurité propre à la circulation des ATPM sur le réseau routier.

La majorité des rapports font un examen des arguments rapportés par d'autres auteurs, tout en dressant une liste des avantages et des inconvénients inhérents à chaque type d'appareil. La recension des écrits fait état d'un très petit nombre d'études qui comportent une expérimentation réelle avec des sujets, que ce soit sur le terrain, ou en conditions contrôlées (ex. terrain privé), pour tester les appareils ou la conduite et le comportement des individus, de même que les conséquences potentielles tels que les accidents ou les « quasi-accidents ».

D'autre part, la très grande majorité des recherches portent sur le Segway®. Cet appareil est celui qui retient davantage l'attention des chercheurs car il est le seul ATPM à avoir bénéficié d'un lobby commercial si puissant, et d'une diffusion médiatique élargie. En fait, le Segway® a fait l'objet de réglementations, un peu partout dans le monde, mais surtout aux États-Unis, avant même que ne soient réalisées, par des organismes indépendants, des études de sécurité préalables et inhérentes à la circulation d'un nouvel appareil sur la voirie publique. Peu d'organismes ont produit à ce jour des expérimentations avec sujets qui utilisent le Segway®. À notre connaissance, il y a celle du *Centre d'expérimentation des véhicules électriques du Québec* (CEVEQ, 2004; 2006), celle du *Institute for Mobility & Transport*, rattaché à la *Kaiserslautern University of Technology*, en Allemagne (Darmochwal and Topp, 2006), et celle du SWOV aux Pays-Bas (Schoon *et al.*, 2007). Il y a aussi l'étude réalisée par un regroupement de chercheurs de la Colombie-Britannique, et parrainés par *In it for Life* (Sawatsky *et al.*, 2007), qui teste l'usage du Segway® auprès de personnes à mobilité réduite. Il y a enfin celle de la FHWA (Landis *et al.*, 2004), qui évalue les performances des usagers dits « émergents », lorsqu'en train d'utiliser leurs appareils « alternatifs », dont le Segway® et le vélo électrique font partie.

La quasi-totalité des documents disponibles sur Internet, ou dans des banques de documents et des bibliothèques, sont de courts articles, des notes succinctes et des résumés de projet en cours. Le plus souvent, cette littérature fait état de la législation en vigueur dans les différentes juridictions de la planète, et elle expose les développements technologiques et les caractéristiques propres au Segway®. Il y a quelques rares articles qui parlent des accidents impliquant des ATPM. Toutefois, la littérature est presque exclusivement axée sur la promotion du Segway® à différentes fins, essentiellement commerciales (tourisme, publicité) et institutionnelle (utilisation par des postiers et des policiers).

Une recherche Internet suffit pour démontrer la nature générale de la littérature disponible. En inscrivant « Segway® » sur Google®, un total de 4 650 000 liens apparaissent en date du 24 octobre 2008, tandis qu'en inscrivant ce terme sur un outil de recherche exclusivement consacré aux ouvrages scientifiques, tel que TRIS Online®, on obtient 33 résultats à la même date. Ce nombre limité de sources scientifiques est demeuré pratiquement inchangé, du début à la fin de la recherche, passant de 31 à 33 en 8 mois, tandis que pour la même période, des milliers de documents de promotion furent produits. Le même phénomène s'observe avec la banque de données Scirus®. En date du 24 octobre 2008, le terme Segway® génère 35 résultats scientifiques, 367 liens filtrés sur Internet, provenant d'associations officielles ou d'organismes gouvernementaux, tandis que 36 393 résultats réfèrent à tout type de page web.

Voici un résumé des constats de la revue littérature, relativement aux ATPM :

- Très peu d'ouvrages ont une nature scientifique
- L'information reliée aux ATPM est surtout factuelle (ex. fiches techniques) ou publicitaire
- Dans les articles et les rapports crédibles, les ATPM ne sont pas traités « en bloc », comme une famille, mais plutôt à la pièce. Chaque appareil est traité séparément
- La littérature liée aux ATPM est quasi exclusive au Segway®
- Peu de documents traitant du Segway® abordent la question de sécurité à l'aide d'une démarche scientifique. Les auteurs présentent plutôt une réflexion argumentative
- Un très petit nombre de documents proposent une expérimentation en conditions réelles

Pour toutes ces raisons, les documents considérés dans ce rapport sont ceux qui représentent un intérêt du point de vue expérimental ou argumentatif, ou qui exposent certains faits.

3.2 Contenu des documents selon leur classement

Au total, 43 documents sont analysés. De cet ensemble, trois sont mis de côté parce qu'ils sont la copie quasi conforme d'un document précédent ou subséquent. Ainsi, Litman *et al.* (2006) est remplacé par Litman *et al.* (2008), CEVEQ (2006) est préféré à son homonyme, Castonguay et Binwa (2006), et Do (2007) est intégré à Miller *et al.* (2008). Tous les documents cotés de 3 à 5 sont résumés à l'annexe A. Voici la ventilation des 40 publications en fonction des notes attribuées :

- Note « 5 » : 4 documents
- Note « 4 » : 6 documents
- Note « 3 » : 10 documents
- Note « 2 » : 14 documents
- Note « 1 » : 6 documents

3.2.1 Documents notés « 5 »

Les quatre documents qui sont classés « 5 » se démarquent par leur qualité et leur crédibilité. Il y a le document de la FHWA (Miller *et al.*, 2008) qui présente les résultats issus d'une expérimentation de l'utilisation du Segway® sur les trottoirs, lors de manœuvres de contournement d'obstacles ou de piétons. Les documents du Government of Western Australia (Office of Road Safety, 2007), du U.K. Department for Transportation (2006), et du Queensland Government (2007), sont des énoncés de réglementation applicables aux ATPM. Tous ces documents présentent de l'information issue d'organismes gouvernementaux crédibles ou de démarches expérimentales qui assurent au lecteur une bonne qualité d'information. Les constats qu'ils fournissent deviennent alors des pierres angulaires pour étayer l'argumentaire dans les sections thématiques qui vont suivre.

3.2.2 Documents notés « 4 »

Les documents qui obtiennent la note « 4 » (six au total) sont surtout des études ou des expérimentations réalisées par des chercheurs crédibles. Lin *et al.* (2008) comparent l'usage sur bandes cyclables de bicyclettes ordinaires avec des bicyclettes assistées. Sawatsky *et al.* (2007) testent en laboratoire l'usage du Segway® pour les personnes qui présentant un handicap physique, afin de vérifier si cet appareil peut servir d'AMM. Ulrich (2006) traite de

l'aspect technologique de l'ensemble des appareils de mobilité personnelle, autant les ATPM que les AMM. De leur côté, Darmochwal et Topp (2006) de la *Kaiserslautern University of Technology*, présentent les aspects de sécurité liés à la circulation du Segway® dans l'espace public, comme Schoon *et al.* (2007) du SWOV, qui évaluent les impacts routiers de l'usage du même appareil, sur la voirie publique, dans une perspective de sécurité. Enfin, Litman et Blair (2008) questionnent, par une revue générale, l'utilisation des appareils de mobilité personnels sur les infrastructures réservées à la circulation non motorisée (pistes et sentiers multifonctionnels). Ce document se démarque, car restant un texte de réflexion et d'opinions, il constitue un essai d'explication et de compréhension de la problématique des ATPM.

3.2.3 Documents notés « 3 »

Les dix documents qui obtiennent la note « 3 » font surgir des questions d'ordre méthodologique, de protocole de recherche ou encore de formulation de résultats. Sans affirmer que leur crédibilité soit faible, ces documents arrivent à leur manière à informer le lecteur sur des aspects pointus de la problématique à l'étude, mais ils laissent un doute sur une acceptation complète de leurs constats ou conclusions.

Par exemple, Liu et Parthasarathy (2003; 2002) tentent, en deux phases, d'expliquer aux professionnels du transport l'appareil Segway®, quant à ses caractéristiques et ses implications d'usage. Landis *et al.* (2004), qui se proposaient de faire l'analyse des caractéristiques opérationnelles de 14 types d'ATPM, se voient forcés de limiter leurs résultats quelque peu, faute d'observations suffisantes. Daniel *et al.* (2005) explorent les législations et réglementations des États américains et de certaines villes quant à l'usage des « scooters » motorisés (deux roues) et cherchent à établir des éléments de base d'appellation et des critères de caractérisation des appareils. Shaheen *et al.* (2002; 2003; 2005; 2008) ont publié quatre articles ou rapports relatifs au projet du BART, qui reprennent dans l'ensemble les mêmes lignes directrices. Porello et Jones (2006) abordent, dans un texte d'opinion, la question de l'interaction entre le Segway®, les cyclistes et les piétons. Le rapport CEVEQ (2006) se révèle un document présentant l'expérimentation de l'appareil Segway® en situation réelle, dans plusieurs types de milieux urbains. Marcy et Rutherford (2005) couplent des banques de données pour identifier le nombre de victimes et le type de traumatismes subies par des personnes impliquées dans des accidents de scooters motorisés. Goodridge (2003) se permet un texte d'opinion sur la vraie nature du Segway®, considéré à tort comme un piéton, par la législature de la Caroline du Nord, aux États-Unis. Enfin, Cassell et Clapperton (2006) font le point sur les accidents enregistrés dans l'État de Victoria, en Australie, et qui impliquent des AMM.

3.2.4 Documents notés « 1 » ou « 2 »

Les vingt documents ainsi notés sont souvent de nature informative ou journalistique, mais très rarement de nature scientifique. Leur contenu peut alors s'avérer questionnable soit par sa nature ou sa source. Les quelques documents de nature expérimentale ou scientifique qui sont notés 1 ou 2 présentent des failles diverses qui atténuent leur valeur.

Il est à noter qu'entre 2001 et 2006, un nombre important de textes est publié sur le sujet dans la revue « *The Urban Transportation Monitor* ». Ces très courts textes d'information présentent, la plupart du temps, les projets en cours de réalisation. On y retrouve un peu de tout, et nous avons relevé pas moins de 9 textes traitant du Segway® en solo ou avec des appareils électriques équivalents. Il s'agit dans la majorité des cas d'articles reprenant une information corporative. Une foule de documents relèvent du paradoxe ou de l'anecdote. Ainsi l'usage du

Segway® par les gardiens de sécurité dans les gares de train et métro permet de tripler leurs aires de patrouille, donc augmente la visibilité et l'efficacité des opérations de surveillance. Mais d'un même jet, on ajoute qu'on aurait en conséquence, moins besoin d'employés, ce qui constituerait une nette économie budgétaire. Enfin, le corps policier de Calumet City aurait remplacé l'usage des chevaux, pour ses patrouilleurs urbains, par des Segway®, car ce serait « moins salissant ».

3.3 Projets-pilotes

La revue de la littérature, les textes d'information divers et les documents accessibles sur Internet font une large mention de l'existence de projets-pilotes touchant l'usage des ATPM, principalement en ce qui a trait au Segway®. On peut supposer que ce nouvel appareil s'avère plus attirant à tester, vu d'une part, ses aspects technologiques originaux, et d'autre part, la stratégie proactive de la compagnie qui le produit en fournissant des appareils pour certains des projets-pilotes.

Avant d'énumérer ces expérimentations, il est utile de dire que ces « projets-pilotes » sont annoncés en grande pompe, surtout s'ils sont destinés à un usage professionnel, aux policiers, gardiens de sécurité ou postiers, en milieux publics ou privés. Ce qu'il faut également constater, c'est que ces projets ne sont pas clairement définis ni expliqués dans les publications facilement accessibles. Il s'avère impossible de retrouver les protocoles méthodologiques associés à chaque projet de recherche. De plus, les éventuels résultats de ces projets-pilotes ne sont pas présentés officiellement. Pour ces raisons, les projets-pilotes semblent avant tout être des pré-essais de mise en marché, où le volet sécurité est sans doute présent, sans être prédominant. Ces projets-pilotes diffèrent beaucoup des expérimentations en sites propres ou en conditions réelles d'opération, qui sont nettement mieux encadrés.

Porello et Jones (2006) rapportent un projet d'un an, dans la ville de Celebration, en Floride, pour les personnes ayant fait l'achat d'un Segway®. Dans le secteur public, on souligne que le *National Park Service* et le *United States Postal Service* ont doté certains de leurs employés de ces appareils, pour effectuer leur travail. On mentionne également que la compagnie GE Plastics mène un projet-pilote. Il y a aussi le projet du *Bay Area Rapid Transit* (BART) relié à Shaheen (2003).

La publication *The Urban Transportation Monitor* présente de fréquents et courts articles sur les projets-pilotes. En 2001, on mentionne le USPS à Tampa (Floride), à Concord (New Hampshire), à Washington (D.C.), et éventuellement à Boston (Massachusetts), Atlanta (Georgie), San-Francisco (Californie), et Manchester (New Hampshire). En 2002, la mention est refaite sur le USPS de la ville d'Atlanta, et aussi sur le Disney Cruise Line. En 2003, on mentionne le *Metropolitan Transport Authority* de Los Angeles, qui compte utiliser des Segway® pour les patrouilleurs des départements du *Sheriff Office* et de la police dans une gare ferroviaire, et enfin pour ses employés dans son centre d'entretien. Cette nouvelle est reprise deux mois plus tard, quasi-intégralement dans le « News Track » du *National Parking Association* (Metropolitan Transport Authority of Los Angeles, 2003). En 2006, la revue « UTM » revient avec le projet BART EasyConnect, au niveau du stationnement, et de l'approvisionnement. On y relate l'expérience de Lille, en France, avec le « Réseau Oxygène ». Celui-ci est destiné à fournir des véhicules électriques (bicyclettes et Segway®) aux clients du réseau de transport public qui souhaitent parcourir « le dernier mille » de leur déplacement vers le travail, à partir de la station Oxygène, le tout sous la responsabilité de l'organisme de transport Transpole et de la compagnie Kéolis.

Plus près de nous, et par voie de réglementation, le Gouvernement de l'Ontario (Government of Ontario, 2007), par l'entremise du Ministry of Transportation of Ontario (MTO), a statué d'un projet-pilote propre à l'introduction de l'appareil Segway®. Ce projet de 5 ans (octobre 2006 à octobre 2011) vise à recueillir de l'information pour mesurer l'impact de l'appareil sur la sécurité des piétons, et à analyser sa cohabitation avec tout type de trafic. Sans aller dans les détails, l'appareil est réservé d'usage aux policiers, aux postiers et aux personnes à mobilité restreinte qui en feraient la demande.

Il s'agit d'un projet de type « *monitoring* », où on attend d'observer des événements (incidents, accidents) de quelque nature que ce soit, impliquant la circulation des Segway®, et qui permettraient de bâtir une base de données. Ce projet-pilote, en autorisant l'utilisation de l'appareil sur le réseau public pour une très petite portion de la population, écarte du même coup la possibilité que l'appareil puisse être vendu au grand public. En d'autres termes, ce projet-pilote aurait « gelé » les ventes en Ontario, parce que les consommateurs doivent maintenant attendre les résultats du projet avant d'être renseignés sur la forme d'utilisation qui sera éventuellement autorisée. Effectivement, il est beaucoup moins attrayant d'acheter un appareil ne sachant s'il sera permis un jour, d'usage sur la route ou le trottoir. Donc, à ce jour, l'utilisation en Ontario se limite aux espaces privés, surtout les clubs de golf. Par ailleurs, Bill Brunton (2007), de l'organisation Bikerider, dans un texte publié sur Internet, attaque la décision du conseil municipal de London, Ontario, d'autoriser une jeune personne à utiliser un Segway® sans véritables lignes de conduite en ce sens.

3.4 Expérimentation en site fermé ou en laboratoire

Quelques documents font mention, directement ou indirectement, du recours à une expérimentation d'ATPM en site propre ou en laboratoire. Les appareils sont expérimentés en milieu fermé, afin d'éprouver leur maniabilité et la sécurité d'usage pour l'utilisateur, que celui-ci soit novice ou expérimenté. Certaines expériences visent à établir les capacités de l'utilisateur à conduire l'appareil dans des conditions simulées qui se rapprochent, de près ou de loin, aux conditions réelles de terrain. Dans quelques cas (ex. Darmochwal et Topp, 2006), cette étape en milieu fermé précède une expérimentation en conditions réelles, qui permet aux « cobayes » de mieux se préparer.

3.4.1 Études de la FHWA

La Federal Highway Administration (FHWA) évalue le comportement des conducteurs de Segway® à partir de deux projets distincts, résumés par Do (2007). Le premier porte sur les manœuvres d'arrêt et l'autre sur la circulation en présence d'obstacles.

Pour les manœuvres d'arrêt, on demande aux utilisateurs d'employer les 3 clés de vitesses maximales de l'appareil, soit 9,6 km/h, 12,8 km/h et 20 km/h, et des arrêts prévus et imprévus sont à faire durant le parcours. Les résultats montrent que les utilisateurs roulent très près de la vitesse limite imposée par la clé, c'est donc dire qu'ils cherchent à atteindre la vitesse maximale. Les utilisateurs mettent plus de temps à s'arrêter aux arrêts imprévus, qu'aux arrêts prévus. La distance d'arrêt s'allonge avec la vitesse de roulement. Les utilisateurs estiment avec justesse leur propre vitesse, quelle que soit la clé utilisée, mais ils sous-estiment la distance nécessaire pour effectuer un arrêt complet.

Pour l'étude de circulation, Miller *et al.* (2008) mesurent, lors d'une simulation, cinq aspects reliés à l'usage du Segway® sur le trottoir :

- À quelle vitesse l'utilisateur d'un Segway® approche-t-il un obstacle?
- Quel espace utilise-t-il pour circuler autour d'un obstacle?
- Comment dépasse-t-il un piéton plus lent, de face et de dos?
- Comment la largeur du trottoir modifie-t-elle sa performance?
- Quel est l'écart de performance si on est novice ou expérimenté?

L'expérimentation se fait à l'extérieur, sur un trottoir testé dans deux conditions spécifiques :

- a) Trottoir « large » (3,1 m) en forme de L (sections de 9,9 et 4,6 m de longueur)
- b) Trottoir étroit simulé : ruban à ne pas franchir collé au sol sur le trottoir « a ». Largeur de 1,3 m et 9,1 m de long, en ligne droite seulement

Les sujets circulent à travers 9 scénarios de trajets, autour d'obstacles fixes (barils, cônes) et mobiles (piétons), en utilisant la clé jaune du Segway® (maximum de 12,8 km/h). L'expérience compte 10 conducteurs expérimentés (plus de 6 mois d'usage), qui sont tous des hommes de 22 à 77 ans. Il y a aussi 10 conducteurs novices (moins de 10 minutes d'expérience), soit 4 femmes et 6 hommes âgés entre 35 et 68 ans. Tous les conducteurs sont en bonne forme physique et pèsent entre 46 et 114 kg. Les objets à contourner sont un baril central et un cône de coin et 4 garde-fous latéraux. Au total, 27 passages par conducteur sont captés par vidéo et analysés en laboratoire. Les résultats permettent d'établir les constats suivants :

- Vitesse moyenne d'approche : 7.2 km/h (4,3 à 10,9 km/h)
- Distance moyenne d'évitement des obstacles : 36,7 cm (8,4 à 110 cm)
- Vitesse moyenne de dépassement des piétons : 8,1 km/h
- Distance moyenne d'évitement des piétons : 91,2 cm
- Trottoir étroit : obstacles évités à une vitesse plus lente en moyenne (-0,8 km/h)
- Trottoir étroit : obstacles évités de plus près (-44,7 cm)
- Conducteurs expérimentés dépassent plus rapidement (+3,1km/h) que les novices

Les conducteurs novices, autant que les conducteurs expérimentés, sont capables, sans trop de difficultés, de circuler à travers les obstacles fixes. Les utilisateurs tendent à passer les objets un peu plus lentement et à frôler ces derniers sur les trottoirs exigus. Les utilisateurs expérimentés avaient tendance à contourner les objets à une plus grande distance et à une vitesse plus élevée que les novices. La distance de dépassement des piétons était plus grande que celle d'évitement des objets stationnaires, autant chez les expérimentés que les novices.

Plusieurs limites sont exprimées entre l'expérimentation en milieu fermé et la vraie vie. Tous les conducteurs avaient plus de 18 ans, laissant ainsi de côté la problématique des jeunes usagers. D'autre part, les obstacles sont des équipements de voirie (cônes, baril) non représentatifs du mobilier urbain. Les vrais objets du mobilier sont fixes et beaucoup plus menaçants, car ils ne se déplacent pas en cas de heurts. Aussi, les piétons sont des similis piétons, vêtus d'une veste rouge, et avertis du passage potentiel des appareils. Ils sont donc aptes et prêts à éviter toute collision éventuelle. De plus, lors de l'expérimentation, les piétons ne sont pas présents sur le trottoir étroit. Les auteurs associent cette contrainte au risque d'accident potentiel. De surcroît, le trottoir étroit est simulé, donc physiquement plus large qu'en réalité, ce qui empêche aux usagers de ressentir les « vraies » conditions d'un trottoir étroit. Enfin, le trottoir expérimental apparaît un peu court aux auteurs.

En réflexion finale, les auteurs soulignent que les résultats obtenus peuvent servir de base empirique à toute recherche future qui pourrait être effectuée en milieu plus « réel ». Les mêmes résultats caractérisent le fonctionnement de l'appareil Segway® quant aux vitesses de dépassement et d'évitement d'obstacles. Cette information peut être utile pour développer une approche rationnelle vis à vis la circulation du Segway® en termes de réglementation, planification, design et contrôle, tant sur les pistes multi-usages que les rues et les routes.

3.4.2 Étude de Sawatsky *et al.* (2007)

Pour Sawatsky *et al.* (2007), l'expérimentation du Segway® s'exécute dans un centre de réadaptation et vise à établir si des personnes aux prises avec des problèmes de mobilité ou de santé (ex. : sclérose en plaques, amputation, paralysie) peuvent utiliser ce type d'appareil pour se déplacer. On recrute vingt-trois sujets qui peuvent marcher au moins 6 mètres, et qui sont âgés de 19 à 65 ans. Des tests d'habiletés (circuler, virer, monter, descendre) sont effectués en trois sessions différentes.

3.4.3 Étude de Darmochwal et Topp (2006)

En prospection à leur étude principale réalisée en conditions réelles d'opération, Darmochwal et Topp (2006) conduisent une expérience préliminaire en milieu fermé. Les sujets doivent accomplir des tests de conduite et de freinage. Parmi les éléments de conduite vérifiés en circuit fermé, il y a la conduite sécuritaire et la capacité à réagir aux situations inattendues, par des manœuvres de freinage et d'évitement. Le circuit simule certaines conditions d'usage tel que le slalom, une situation de visibilité réduite, la présence d'obstacles et d'attroupement de piétons, l'ouverture de portière de véhicules stationnés, des changements de types de terrain et de dénivelés.

3.4.4 Étude de Schoon *et al.* (2007)

L'expérience de Schoon *et al.* (2007) examine l'usage du Segway® sur 2 circuits fermés. Le premier est similaire à un environnement piétonnier et le second à une piste ou une bande cyclable. Les utilisateurs ont des tâches de conduite à effectuer. En zone piétonnière, le Segway® est comparé au triporteur motorisé, la vitesse maximale de roulement étant de 6km/h. Sur la voie cyclable, la vitesse maximale est de 20 km/h, en relation avec la vitesse moyenne des bicyclettes.

3.4.5 Étude de Lavallée (2004)

Le document de Lavallée (2004) propose de multiples méthodes ou approches pour évaluer le Segway® et les trottinettes électriques : des expériences évaluatives, des études ergonomiques et des expérimentations techniques et opérationnelles en circuit fermé. L'essai du Segway® est réalisé par une seule personne, au niveau des éléments suivants : accélération, vitesse maximale, freinage, pentes et virages. L'évaluation ergonomique est confiée à un sous-traitant. Une expérimentation (essai) sur tracé est réalisée en laboratoire en milieu contrôlé par 40 utilisateurs de même que pour la trottinette.

3.4.6 Étude de CEVEQ (2006)

L'expérimentation du CEVEQ (2006) est un test du Segway® en situation réelle. Cependant, cette expérience est précédée d'une formation aux utilisateurs en laboratoire. Cette formation de la compagnie Segway® est d'une durée de 90 minutes, et comprend des documents guide à lire, et une période d'essais contrôlés de 120 minutes.

3.4.7 Étude de Goodridge (2003)

Goodridge (2003), dans un document argumentaire, s'attaque à la décision de l'État de la Caroline du Nord d'identifier le Segway® à un piéton, en ce qui a trait à son statut et aux conditions de circulation sur le réseau public. On y mentionne l'essai d'un Segway® à l'extérieur, dans un espace contrôlé, où on a testé, de façon artisanale, ses capacités de freinage sur une surface plane asphaltée (stationnement) et le tout ayant été enregistré sur vidéo.

3.5 Expérimentation en conditions réelles d'opération

Dans l'expérimentation terrain de Lin *et al.* (2008), on constate que les vélos à assistance électrique (VAE) sont de plus en plus populaires en Chine et que leur différence de vitesse d'opération avec les bicyclettes ordinaires, en de même lieux d'utilisation (pistes et bandes cyclables), suscite des problèmes de cohabitation. L'expérimentation de terrain vise à comparer la vitesse des VAE sur des bandes cyclables, dans la ville de Kunming, en Chine. Le passage de 3022 sujets est observé sur huit sections de bandes cyclables planes et droites, éloignées des intersections, et longues d'au moins 80 m. Les relevés, effectués par beau temps seulement, sont captés par vidéo et une analyse subséquente est réalisée en laboratoire, pour mesurer les temps de passage et calculer les vitesses. On note aussi le sexe du conducteur ou de la conductrice tout en estimant sa classe d'âge.

Darmochwal et Topp (2006) cherchent à déterminer si les normes propres aux véhicules routiers, celles relatives à la classe de véhicule, imputée par défaut au Segway®, est justifiée en regard de leur compatibilité avec cet appareil et son utilisateur. Ainsi, le Segway® peut être aussi bien classé en tant qu'automobile, que VAE, fauteuil roulant motorisé ou mobylette légère, sans toutefois correspondre parfaitement ni à l'un ni l'autre.

Les auteurs proposent une expérience de terrain, durant laquelle six appareils Segway® sont testés pendant trois mois, à la fois par le corps de police de Saarbrücken (3 Segway® et 8 participants) et par la municipalité de Neunkirchen (3 Segway® et 3 participants). Les appareils sont testés pendant plusieurs heures à chaque jour. Des caméras vidéo, placées dans les zones fortement achalandées, servent à saisir les données propres à la cohabitation des appareils avec les usagers qui circulent dans cet environnement. Une caméra est installée sur chaque Segway®, ce qui permet au conducteur de faire des commentaires et de rapporter les problèmes, les conflits ou autres points (via un microphone).

Landis *et al.* (2004) procèdent à l'étude des caractéristiques opérationnelles de 14 types d'ATPM qui sont tous identifiés et décrits. Lors de l'expérience de terrain, on procède à une cueillette de données par observation et en demandant à des usagers de pistes multifonctionnelles (811 répondants choisis au hasard) d'effectuer des routines. On mesure ainsi l'espace occupé, les virages, la vitesse maximale, les alignements horizontal et vertical, la distance d'arrêt, la présence d'un îlot central, l'intervalle des feux de circulation et le temps de

traverse des piétons, ainsi que la durée minimale du feu vert. On évalue aussi les caractéristiques des différents types d'appareils, et on compare les mesures effectuées aux normes de l'AASHTO pour vérifier si une révision de ces normes est à prévoir.

Dans la suite des travaux antérieurs (CEVEQ, 2004), le CEVEQ (2006) effectue des essais du Segway® en conditions réelles, en milieu urbain, à : Saint-Jérôme, Laval, Chomedey et Québec. Le but du projet est d'évaluer la sécurité et l'acceptabilité du Segway® et d'en dégager les normes d'usage comme véhicule, en supposant que cet appareil puisse se substituer à l'automobile. Plusieurs modèles (antérieurs) du Segway® actuel sont testés, dont le *i Series*, le *i 180*, le *e Series* et le *p Series*, pour un total de 14 appareils.

Les documents Shaheen et Finson (2003), Shaheen, Rodier et Eaken (2005) et Shaheen et Rodier (2006) traitent du même sujet à des périodes différentes. Il s'agit d'un très vaste projet de recherche sur l'introduction et l'utilisation du Segway®, et à moindre titre d'autres ATPM, pour compléter les déplacements pendulaires banlieue-ville dans une station de transit du réseau BART à San-Francisco, en vue de compléter le « dernier mille du déplacement », d'où l'expression consacrée, « *bridging the last mile* ». Si le premier document fait la présentation du projet initial, les deux suivants en amènent quelques précisions, sans plus. Il faut consulter le document Shaheen et Rodier (2008) pour obtenir les résultats finaux du projet. Globalement, les auteures soulignent que les résultats ne correspondent pas à ceux anticipés originalement. Les résultats semblent plutôt démontrer que ces appareils sont surtout utiles pour des déplacements locaux, dans le quartier même, et à l'heure du midi, plutôt que pour des déplacements entre le domicile et le travail.

Dès lors, on peut être surpris de la « minceur » des résultats et du prudent doigté avec lequel ceux-ci sont présentés et interprétés. Cette étude a exigé beaucoup de préparation, des moyens techniques et technologiques importants, ainsi qu'une longue période d'expérimentation. Malgré cela, le nombre de participants (n=36) est trop limité pour permettre une solide analyse et une interprétation crédible.

L'idée originelle du projet visait à établir l'utilité des ATPM à « compléter le dernier mille du déplacement (*bridging the last mile*) ». Cependant, celle-ci semble avoir été égarée en fin de démarche. Or, si ce concept avait été formellement présenté comme hypothèse de travail, celle-ci devrait, à tout le moins, être infirmée à la seule lecture des résultats. Ceux-ci sont plutôt faibles en termes scientifiques. Quant au concept que les ATPM pourraient devenir un substitut à l'usage de l'auto dans les déplacements domicile-travail, cette idée tient encore moins la route après l'analyse du présent rapport de Shaheen et Rodier (2008).

Relevons enfin, qu'en début d'introduction, une remarque assassine vient en quelque sorte sceller le sort du Segway® dans une comparaison avec les bicyclettes électriques :

« The maximum distance for the electric bicycles on one charge is 28 miles. The maximum distance for the Segway HT® for a single charge is 4 miles under strenuous conditions, eight miles under good conditions, and 12 miles under test conditions. » (Shaheen and Rodier, 2008, p. 3, section 2.1).

3.6 Enquête par questionnaire

Plusieurs documents mentionnent le recours à un questionnaire comme outil principal ou secondaire de saisie de données ou d'interviews en parallèle avec des sessions de compte-rendu après expérimentation (« *debriefing* ») dans leurs démarche méthodologiques diverses. Cependant, la part exacte des ces dernières méthodes n'est pas toujours exprimée clairement, sinon qu'elles s'avèrent complémentaires aux questionnaires ou aux observations directes ou indirectes de terrain.

Lors de l'expérience de terrain du CEVEQ (2006), toutes les données de cette étude sont recueillies auprès de 128 utilisateurs (sur les 148 participants), par voie d'un long questionnaire, qui leur est administré à la fin de leur semaine d'utilisation. Les données de cette étude de terrain sont donc liées à la perception des participants, et non à une compilation faite par des observateurs indépendants. Au total, 16 mentions d'incidents sont rapportées par les répondants. Au moment de l'expérimentation, un court questionnaire est également administré à 360 personnes sur le réseau, nommés « *interacteurs* », tels que des piétons, des cyclistes et des automobilistes. Les policiers, avertis de l'expérience, pouvaient également remplir une fiche spéciale en cas d'événement amenant leur intervention (n=3).

Pour Miller *et al.* (2008), les conducteurs de Segway® sont soumis à un questionnaire après l'expérimentation de terrain, lors d'une session de débriefing.

Dans l'étude de Lin *et al.* (2008), un court questionnaire est administré à 552 conducteurs de VAE et à 232 cyclistes, relativement à la sécurité perçue de leur appareil, quant à la limite de vitesse imposée par la loi en Chine. Les questions concernent aussi leur implication dans des accidents et elles interrogent la menace des VAE versus les vélos conventionnels.

Sawatsky *et al.* (2007) font passer une série de six tests d'aptitudes et un questionnaire aux utilisateurs avant l'expérimentation, dans le but de sélectionner l'échantillon.

Dans la méthodologie de Darmochwal et Topp (2006), deux rondes d'interviews, avec tous les participants, sont réalisées après 3 semaines d'expérimentation, ainsi qu'à la fin de la phase pratique de terrain.

Schoon *et al.* (2007) consultent le milieu associatif (groupes et organisations), par voie de questionnaire, pour connaître leur position face à l'appareil Segway®.

L'étude de Marcy *et al.* (2005) porte sur les accidents de trottinettes et planches motorisées. À partir d'un système d'une banque de données d'une année sur les traumatismes, la *Consumer Product Safety Commission* reçoit des relevés de 100 unités d'urgence hospitalières. Les données sur les produits de consommation ayant fait des victimes sont codées de la sorte, et les victimes identifiées sont jointes au téléphone pour répondre à un questionnaire. Au total, 331 personnes sont abordées et 213 cas sont investigués par questionnaire.

Pour les différents documents impliquant Shaheen (2003; 2005; 2006), un questionnaire est prévu avant et après l'usage des appareils Segway®. Des forums de discussion (« *focus group* ») sont conduits avant et après l'expérience. On demande aux participants de remplir des carnets de déplacement. Une enquête est également menée auprès de non-participants, les piétons et les résidents des secteurs concernés.

4 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES ET CLASSIFICATION DES ATPM

Les ATPM sont caractérisés par un alliage de technologies existantes et de nouvelles technologies, qui sont parfois développées exclusivement pour les ATPM. La recherche et le développement est en constante évolution et les ATPM sont des appareils « à l'avant-garde ». Leurs fabricants font souvent valoir que leur véhicule est celui de l'avenir, ou le véhicule qui révolutionnera la mobilité personnelle. Une chose est sûre, c'est que le domaine des ATPM est appelé à se développer davantage au cours des prochaines années, et qu'il n'y a pas de limite à l'imagination pour conquérir ce créneau.

Une première clientèle à satisfaire est liée aux nouveaux besoins de mobilité : plus écolo et plus économique. Conditionnés par une conscience écologique et par la montée des coûts de consommation, tel que le prix de l'essence, les consommateurs sont friands de produits qui leur permettra d'apaiser leur conscience et de boucler le budget. Les concepteurs tentent donc de répondre à ce besoin en tentant de nouvelles applications en transport personnel, mais qui ne sont pas toujours adaptées aux besoins de sécurité dictés par la présence autour d'eux de véhicules beaucoup plus envahissants, tels que les voitures personnelles.

Un autre créneau qui prend de l'ampleur est le besoin ludique des jeunes consommateurs qui recherchent tantôt un moyen de se déplacer qui est à la fois accessible et motorisé, et tantôt un loisir qui pourra être pratiqué seul ou avec les pairs. Pour ces raisons, on voit aujourd'hui que tout ce qui existait autrefois sous une forme simple et liée à l'activité physique, est aujourd'hui proposé sous une forme motorisée (patin, planche, trottinette, vélo, etc.). Les fabricants tirent profit de la tendance à la sédentarité et ils offrent constamment de nouveaux appareils pseudo sportifs.

En ce sens, tout inventaire d'appareils qui pourraient entrer dans la catégorie des ATPM devra s'ajuster à l'arrivée de nouveaux modèles dans les semaines, les mois et les années suivant la publication du rapport, et ce, pour encore bien des années. Donc, pour éviter que de nouvelles zones grises soient créées dans le futur, comme c'est le cas actuellement avec le quadriporteur, il faut tenir compte des futures inventions qui pourraient voir le jour. Ces nouveautés peuvent à tout moment modifier les données de la mobilité dans un contexte de sécurité routière. En ce sens, une réglementation qui se veut « responsable et durable » doit assurer la sécurité sur le réseau en considérant les développements actuels, âprement soutenus par les fabricants. Il faut en effet prévoir des balises à la pratique de façon à « prévoir le futur », du moins, le mieux possible, en termes techniques et de classification des appareils.

Puisque la caractérisation des appareils est l'élément qui permet de distinguer les ATPM des autres types d'appareils ou de véhicules, et que c'est la seule façon de baliser une règle claire et facilement applicable, la présente section revêt une importance particulière. Elle propose, après l'exposition des différentes caractéristiques, une classification en familles d'appareils; une forme de taxonomie des appareils. Les caractéristiques techniques sont d'abord présentées à tour de rôle pour chaque type d'appareil, et par thématiques, tels que les dimensions et le poids des appareils, le type de roue, de moteur, et de source d'énergie, l'autonomie et la vitesse maximale, la visibilité, etc. Une généralisation des caractéristiques est ensuite tentée, de même qu'une définition d'un ATPM type.

4.1 Types et modèles d'ATPM

4.1.1 Trotinettes électriques (Segway®, T3 Motion®, Easyglider® et autres)

Le Segway® est un appareil classé parmi les trotinettes, mais ses deux roues parallèles et coaxiales ne sont pas alignées comme sur une trotinette conventionnelle, c'est-à-dire avant / arrière (figure 1). Les deux roues du Segway® peuvent tourner indépendamment dans les deux directions, ce qui permet à l'appareil de pivoter sur lui-même. L'utilisateur se tient debout sur une plate-forme, et l'appareil perçoit la distribution du poids à l'aide de capteurs. L'appareil est dirigé par le déplacement du poids, et non par la seule force appliquée sur le guidon. Comme le mentionne Roulet (2005), le Segway® est donc « bio-inspiré »; il redéfinit la relation homme-machine quant à la façon de diriger un appareil. Le Segway® calcule en continu le déplacement du poids de l'individu sur l'appareil, et il applique les forces correspondantes aux moteurs. Ainsi, pour avancer, l'utilisateur doit se pencher vers l'avant. La compagnie Segway® propose aussi des modèles de plateforme sans guidon (figure 2).



Figure 1 Segway® Personal Transporter® : modèles i2 et x2



Figure 2 Segway® Robotic Mobility Platform® : modèles RMP 50, RMP 100 et RMP 400

Les trottinettes électriques sont parfois difficiles à classer. La trottinette « de base » est souvent combinée à d'autres formes de technologies ou d'appareils. Certains modèles ressemblent aux trottinettes classiques, qui sont propulsées avec la force du pied et freinées avec une pression exercée sur la roue arrière (figure 3). Toutefois, cette analogie existe pour un nombre limité de modèles. Les trottinettes électriques, en plus d'être motorisées, possèdent des caractéristiques qui en font tantôt des hybrides, que ce soit entre la trottinette et le cyclomoteur, ou entre la trottinette et le triporteur, bref, la trottinette est parfois inclassable, ce qui n'est pas sans compliquer la réflexion sur la place qu'on pourrait lui accorder sur le réseau.



Figure 3 Trottinettes électriques conventionnelles ou « de base »

Le frein de la trottinette peut être placé aux pieds ou à la main. Le diamètre des roues peut lui-aussi varier, comme le démontre le modèle de Goped® illustré ci-haut (figure 3). Certaines trottinettes ont des roues similaires à celles retrouvées sur les patins à roues alignées. Dans ce cas, la jante de plastique est surmontée d'un faux pneu, composé d'un matériau dur et très rigide, de type uréthane. L'absence de suspension, la rigidité du contact et le faible diamètre de la roue rendent l'appareil inconfortable, mais ce contact « direct », avec les obstacles, accroît également le risque de perdre le contrôle de l'appareil à mesure qu'augmente sa vitesse.

Les modèles plus sophistiqués possèdent des roues de plus grand diamètre, des pneus gonflés à l'air, une ou deux suspensions et des freins à disque. Plusieurs modèles sont aussi munis d'une selle, laquelle est généralement montée sur une tige amovible, et qui s'enlève à la base du plancher, ce qui fait de ces appareils des hybrides, apparentées à des cyclomoteurs (figure 4). Ainsi, l'utilisateur peut choisir de rouler avec ou sans siège, donc de faire une trottinette à position debout, ou un cyclomoteur en position assis. Les trottinettes se démarquent également par la diversité des équipements de sécurité présents sur les modèles de base, qui vise à satisfaire les besoins de la clientèle cible (ex. freins à disque, roues avec pneus larges et à grand diamètre, miroirs, réflecteurs, lumières, porte-bagages, etc.).

D'autres trottinettes récupèrent les composantes du vélo, et ne gardent de la trottinette que le plancher (figure 5). Sur ce genre de trottinette, le tube avant est plus long que sur une trottinette conventionnelle, comme sur un vélo, et les autres tubes du cadre sont remplacés par le plancher. Le reste de l'équipement ressemble à celui d'un vélo, tels que les roues profilées à grand diamètre, munies de rayons, et un guidon large.



Figure 4 Trottinettes électriques apparentées à des cyclomoteurs



Figure 5 Trottinettes électriques apparentées à des vélos : « avec » ou « sans » siège

Il existe plusieurs modèles de trottinettes à trois roues, sur lesquelles l'utilisateur prend place debout ou assis. La compagnie Zhejiang Longwise Technology® propose une imitation du style développé par Segway®, sans que ne soient présentes les propriétés intrinsèques à la motion de l'appareil, et à la différence qu'une petite roue arrière est ajoutée aux deux grandes roues parallèles situées à l'avant (figure 6). Certains modèles de trottinettes à trois roues évoquent le tricycle pour enfants, avec deux petites roues arrières et une grande roue avant, tandis que d'autres ressemblent étrangement à un triporteur conventionnel, qui est davantage une AMM (figure 7).



Figure 6 Trottinettes à trois roues ayant l'aspect d'un Segway®



Figure 7 Trottinettes électriques à trois roues

Certains appareils sont uniques en leur genre et plutôt difficiles à classer. C'est notamment le cas de l'Easyglider®, tracté par la roue avant, à grand diamètre, et qui est raccordée au plancher et au guidon par deux longs tubes relativement minces (figure 8). L'utilisateur prend place debout, sur un plancher étroit, qui se trouve assez éloigné de la roue avant.



Figure 8 Trottinette Easyglider®

Le T3 Series®, fabriqué par T3 Motion®, est une trottinette « géante », qui ressemble à un triporteur sans siège, mais qui peut aller beaucoup plus vite (figure 9). Lourd, large et rapide, le T3 a des caractéristiques qui le rapprochent davantage des cyclomoteurs ou autres véhicules routiers que des ATPM (ex. vitesse de 40 km/h et poids de 135 kg).



Figure 9 T3 Motion® : T3 Series pour les policiers

4.1.2 Motocyclette et cyclomoteur électriques

Cette famille d'appareils est mieux définie en termes de caractéristiques, car ces véhicules sont identiques aux appareils à essence. La seule différence est leur fonctionnement à l'électricité. La principale variation, d'un modèle à l'autre, est la puissance du moteur, donc la vitesse maximale de l'appareil. La quasi-totalité des modèles ont deux roues, certains en proposent trois, et on retrouve aussi des versions épurées au niveau de la silhouette, telle que la « e-Solex® », qui est une réplique du Solex® classique à essence (figure 10).

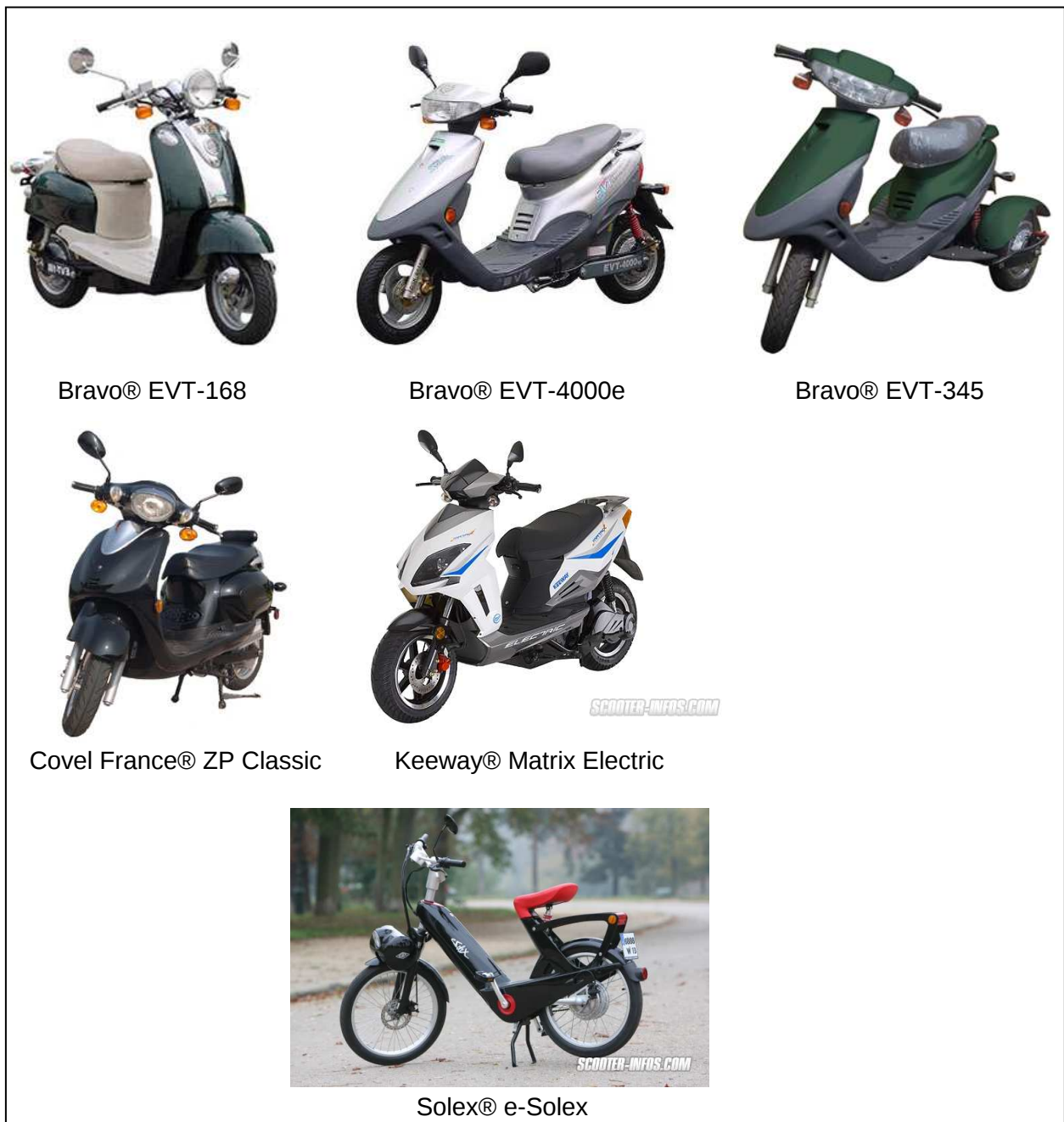


Figure 10 Cyclomoteurs électriques

4.1.3 Autres types d'ATPM

Les sections précédentes illustrent quelques types d'ATPM actuellement disponibles mais cet inventaire est incomplet, et plusieurs nouveautés seront bientôt offertes, fruit de l'hybridation ou de nouvelles technologies. Par exemple, le HCF-301, de Hecheng®, ressemble à un triporteur conventionnel, mais il est muni d'une quatrième roue à l'arrière (figure 11). L'appareil n'est donc pas un quadriporteur, mais un triporteur « quadriporté ». Un autre exemple est le Twosome de Palmer®, qui est un tricycle motorisé avec une structure et un plancher très larges (90 cm), et dont le banc est remplacé par une banquette, pour accueillir deux occupants. Dans la présente étude, cet appareil n'est donc pas considéré comme un ATPM.

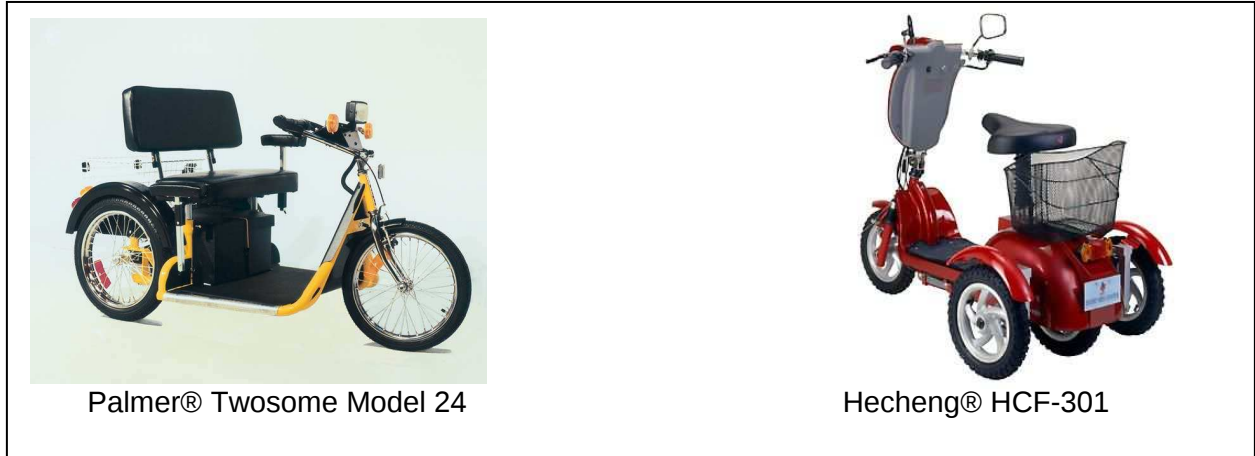


Figure 11 Exemples d'appareils hybrides difficiles à classer

4.1.4 Types d'AMM : triporteur / quadriporteur / fauteuil roulant motorisé

Il importe aussi de mentionner que les triporteurs, les quadriporteurs et les fauteuils roulants motorisés, même s'ils sont parfois employés à titre d'ATPM, sont destinés à un usage par des personnes à mobilité restreinte (figure 12). En ce sens, ces appareils constituent des AMM, et ne sont pas traités comme des ATPM dans le présent rapport.



Figure 12 La catégorie des AMM : appareils exclus de la présente étude

4.1.5 Prototypes d'ATPM

Le développement des appareils de mobilité personnelle est sans cesse croissant en raison de l'attrait pour les sources d'énergie moins polluantes et pour accélérer les trajets de courte distance en milieu urbain. Le Winglet®, un appareil récemment développé par Toyota (Toyota, 2008; Physorg, 2008), est une version minimaliste des produits développés par Segway (figure 13). Le Winglet® est effectivement plus petit, plus léger et plus lent qu'un Segway®. Sur les modèles S et M, les jambes sont appuyées sur l'appui-jambes, tandis que le modèle L propose un appui-main.



Figure 13 Toyota Winglet® : prototypes « L », « M » et « S »

Toyota a aussi développé un fauteuil roulant motorisé qui combine les avantages de deux positions différentes, obtenues à l'aide d'un empattement variable (figure 14). L'empattement « court », qui place l'utilisateur « à la verticale », procure un meilleur champ de vision et une agilité accrue à basse vitesse. L'empattement long, qui met l'utilisateur en position un peu plus inclinée, donne de la stabilité à l'appareil de même qu'une meilleure direction, lors des déplacements à plus grande vitesse.



Figure 14 Toyota i real® : prototype de fauteuil à empattement variable

D'autres prototypes beaucoup plus puissants, tels que le « Yamaha Deus Ex Machina », de Jake Loniak, ont été développés pour repousser les limites du concept de mobilité personnelle (figure 15). Encore là, l'empattement variable est un atout pour donner de la stabilité à haute vitesse. Bien qu'un tel prototype soit beaucoup trop volumineux pour pouvoir être considéré comme un futur ATPM, il montre qu'il n'y a aucune limite à l'imagination et qu'à peu près n'importe quoi peut être inventé, d'où la nécessité d'établir des balises inclusives à une nouvelle catégorie qui s'appellerait ATPM, et qui regrouperait tous les appareils personnels de transport.



Figure 15 Prototype « Yamaha Deus Ex Machina » de Jake Loniak

4.2 Dimensions globales de l'appareil

La dimension d'un appareil joue un rôle fondamental sur l'espace consommé et sur l'occurrence de conflits entre les utilisateurs qui entrent en compétition pour un même espace. Les dimensions peuvent également influencer l'agilité de l'appareil. Un appareil plus volumineux protège mieux son occupant, mais expose autrui à davantage de risques. Les dimensions ont une foule d'impacts qui sont détaillés dans les aspects liés à la hauteur, la longueur et la largeur.

4.2.1 Hauteur de l'appareil et position de l'utilisateur

La hauteur totale de l'appareil détermine sa visibilité pour les autres usagers de la route, tandis que la hauteur du siège, ou la hauteur de l'utilisateur en fonction de sa position, debout ou assis, conditionne la visibilité de l'utilisateur sur l'environnement routier. L'idéal est de combiner le maximum de hauteur dans les deux situations, donc que l'appareil soit suffisamment haut pour être bien perçu, et que son usager ait une vue en hauteur, pour bien repérer la circulation.

Les appareils où l'utilisateur est couché ou très penché, sont problématiques sur le plan de la visibilité. Un bon exemple est le vélo couché (« *recumbent bicycle* »), propulsé par traction manuelle ou traditionnelle. Sur ces engins, l'utilisateur est placé trop bas pour surveiller la circulation, et il se retrouve en position précaire pour « voir venir le danger ». Dans le même esprit, l'appareil lui-même est trop bas pour être bien aperçu.

La position debout procure un meilleur champ de vision, mais ceci va de pair avec des éléments tels que le confort, la fatigue et l'équilibre, la capacité à rester debout, etc. La position assise n'est pas nécessairement mauvaise pour la visibilité, et cela varie en fonction de l'ajustement et de la hauteur du siège. Dans une voiture, l'œil du conducteur est en moyenne situé à 1,05 m du sol (MTQ, 2008). Sur un vélo classique ou à assistance électrique, le cycliste est placé plus haut, pour dégager le pédalier du sol, ce qui améliore son champ de vision. En fait, même en selle, un cycliste est presque à la même hauteur qu'un piéton debout. Pour sa part, le siège des quadriporteurs est placé plus bas, de même que celui des cyclomoteurs et mobylettes.

En somme, la position de l'utilisateur et sa hauteur sur un ATPM sont liées aux éléments suivants :

- La position « debout » procure un champ de vision idéal et une visibilité accrue
- En position « assise », un siège plus haut assure un meilleur champ de vision et une visibilité accrue, mais placé trop haut, peut nuire à la stabilité
- La position « couchée » est déconseillée, pour des raisons de vision et de visibilité

Voici les principaux éléments à considérer sur le plan de la hauteur de l'appareil :

- Les appareils petits ou bas posent un problème, car ils sont mal perçus. Il est important de songer à fixer une hauteur minimale
- En-deçà d'une certaine limite de hauteur, les appareils devraient être munis d'un fanion pour être mieux aperçus par les autres usagers du réseau. La hauteur du mât devrait être de 1,75 m

4.2.2 Garde au sol

La garde au sol correspond au dégagement entre le plancher de l'appareil et le sol, en dehors de la zone occupée par les roues et les pneus (tableau 3). Cet élément est à considérer pour l'évitement des obstacles. Sur les appareils à roues alignées (une en avant et une en arrière), comme sur un VAE ou une mobylette, la garde au sol est plus importante que sur d'autres types d'appareil à plancher, et la capacité d'éviter les obstacles est fortement accrue par la présence d'une trace presque linéaire au sol. Sur les appareils à plancher bas, comme les Segway® et les trottinettes, la garde au sol est faible. La trottinette, avec une trace au sol presque linéaire, comme les bicyclettes, permet d'éviter les obstacles ponctuels de très près, ses deux roues étant alignées sur un axe avant/arrière. Par contre, sur un appareil comme le Segway®, ou tout autre appareil munis de roues latérales (gauche/droite), l'absence ou la faiblesse de la garde au sol, implique une bifurcation complète de trajectoire pour éviter les obstacles. En effet, une faible garde au sol amène l'utilisateur à contourner les obstacles, car l'appareil ne peut passer par-dessus ceux-ci sans s'y accrocher. Or, bien que contourner un obstacle soit une manœuvre facile à accomplir, les ATPM à roues latérales consomment beaucoup d'espace pour le faire.

Tableau 3 Garde au sol (distance sol-plancher) des ATPM selon le modèle

Modèle ou type d'appareil	Garde au sol (cm)
Tel que présenté dans les spécifications techniques du fabricant	
Segway i2 / x2	9 / 11
Segway Robotic Mobility Platform (RMP 50)	0
Segway Robotic Mobility Platform (RMP 100)	7
Segway Robotic Mobility Platform (RMP 200 / ATV / RMP 400)	11
T3 Motion	23
Trottinette élect. : EV Rider Stand-N-Ride SNR-1000	8
Mobylettes électriques : ZP Classic / ZP Fun / S3E IO e-scooter / EVT 4000e	
Toyota Winglet "S" / "M" / "L"	
Triporteur Orthofab Star 3	10
Quadriporteur Orthofab Titan	11
Fauteuil roulant motorisé Orthofab Oasis	9

4.2.3 Largeur

La largeur de l'appareil est une caractéristique déterminante pour l'utilisation potentielle des infrastructures publiques. La largeur prédispose les accrochages, les collisions latérales et les tamponnages arrière qui résultent du manque d'espace sur certaines infrastructures. D'autres paramètres, en lien avec la largeur, influent sur le risque de collision et sur la capacité d'éviter d'autres véhicules ou usagers en cas de rencontre, soit l'empreinte au sol et la quantité de l'espace vertical consommé.

La largeur moyenne des ATPM est d'environ 60 à 80 cm (tableau 4), dépendamment du type d'appareil et de sa capacité de support, les appareils larges ayant généralement une plus grande capacité. Le problème de la largeur se pose en premier lieu sur les trottoirs, car les trottoirs sont très souvent étroits. Au Québec, la largeur disponible sur les trottoirs est-elle toujours compatible avec la largeur de certains appareils, tels que le Segway®?

Tableau 4 Largeur (partie la plus large) et empreinte au sol des ATPM selon le modèle

Modèle	Largeur (cm)	Empreinte au sol (cm)
Toyota Winglet "S" / "M" / "L"	47	?
Trottinette élect. Hecheng HCF-301	64	64
Trottinette élect. Zappy 3 Pro	68	68
Trottinette élect. EV Rider Stand-N-Ride SNR-1000	64	64
Trottinette élect. Motorino Triscooter	70	70
Segway i2 / x2	64 / 77	64 / 77
Segway RMP 50 (Robotic Mobility Platform)	71	71
Segway RMP 100 / RMP 200 / RMP 200 ATV	61	61
Segway RMP 400	112	112
T3 Motion	88	88
Cyclomoteur Bravo EVT-168	74	8 (pneu)
Triporteur Orthofab Star 3	61	?
Quadriporteur Orthofab Titan	63	?
Fauteuil roulant motorisé Orthofab Oasis	61	?

Pour vérifier cette hypothèse, il faut référer à l'étude de Miller *et al.* (2008). Ces chercheurs déduisent que la distance moyenne de dépassement, d'un objet ou d'une personne, est de 90 centimètres pour un Segway®. Si le Segway® i2 est large de 64 cm, et que le piéton a lui-même une largeur similaire (ex. 60 cm), ceci veut dire qu'un dépassement typique (moyen) exige en tout (incluant l'espace inter-véhiculaire) une largeur d'à peu près 2,1 m. Ces auteurs

concluent que cette situation cause des problèmes potentiels pour les dépassements en ville et en banlieue, aux États-Unis, car les trottoirs sont bâtis selon la norme minimale de l'AASHTO ou de l'ADA. Aux États-Unis, l'AASHTO suggère des largeurs de 2,4 m ou plus seulement pour certains lieux commerciaux. En prenant pour acquis les résultats de la recherche, des largeurs de 2,4 m ou plus devraient être en mesure de permettre les dépassements sécuritaires entre un Segway® et un piéton.

Or, au Québec, les trottoirs sont loin de mesurer 2,4 m, tel que suggéré pour permettre une cohabitation acceptable entre les ATPM et les piétons. Partant du constat de Miller *et al.* (2008), et du fait que la largeur des trottoirs au Québec se situe entre 1,25 et 1,75, plutôt que les 2,4 m suggérés, on peut facilement constater que la présence des ATPM est inconcevable sur les trottoirs. Les conflits de cohabitation qui seraient causés par une telle situation affligeraient autant les piétons que les usagers ATPM entre eux.

Même si on suppose que la distance d'évitement mesurée par Miller *et al.* (2008) est un peu trop grande, et que les usagers pourraient peut-être passer plus près l'un de l'autre, la largeur moyenne des ATPM est telle que la rencontre entre deux ATPM est carrément impossible. Prenons l'exemple de deux Segway® x2, qui font 76 cm de large chacun, et qui se rencontrent sur un trottoir de 1,5 m de largeur. Bien que ce trottoir soit considéré comme moyennement « large », il n'en demeure pas moins qu'il manque quand même 2 cm pour permettre la rencontre. Il n'y a aucune marge de manœuvre pour que les deux engins puissent s'éviter. Ajoutant à cela la présence du dénivelé en bordure de trottoir, et le dilemme de savoir quel usager acceptera de longer celle-ci, en prenant le risque de chuter en bas. Donc, il n'y a pas de place pour deux ATPM sur un même trottoir, ni pour un ATPM et un piéton, il est donc impossible d'envisager de forcer un des deux à quitter le trottoir pour laisser l'autre passer. Cette situation, qui rend la circulation impossible sur le trottoir, est un non sens, car elle se répéterait chaque fois qu'un usager ATPM arriverait à la rencontre d'un piéton ou d'un autre usager.

La largeur des appareils est aussi un problème sur les aménagements cyclables, surtout s'ils sont achalandés ou qu'il est difficile d'y effectuer des dépassements. En théorie, il n'y a pas de problème lorsque le dépassement est possible, parce que même le plus large des appareils peut se contenter de sa propre voie de circulation. Le problème survient surtout en contexte d'achalandage et/ou lorsque c'est impossible d'effectuer un dépassement, car le véhicule lent et large bloque les autres derrière.

Sur la chaussée, la largeur des appareils implique une autre problématique, mais qui est tout aussi importante à considérer que celle du trottoir. La principale difficulté vient de la compétition pour l'espace avec les voitures et les camions. La cohabitation des ATPM avec les cyclistes, à même la chaussée, est probablement possible sans problèmes de sécurité majeurs. On peut toutefois prévoir que les usagers ATPM ou les cyclistes se ralentiront l'un l'autre, dépendamment de la vitesse des appareils en cause, mais l'enjeu de sécurité est plus important au niveau de la cohabitation entre les ATPM et les véhicules moteurs.

On peut émettre l'hypothèse que les ATPM « larges », dont ceux munis de deux roues latérales arrière (ex. tricycle), pourraient difficilement éviter un obstacle sans empiéter la voie de circulation. L'impact sur la sécurité est important si on pense aux rues et aux routes étroites et achalandées. Le vélo, de par sa conception, peut facilement éviter un obstacle au sol sans changer radicalement sa trajectoire et sans modifier l'espace vertical consommé. Ainsi, dans le pire des cas, le contournement d'un obstacle sur la chaussée implique approximativement un déport de la moitié de sa largeur.

Le guidon est une limite de largeur à considérer, mais la plupart des obstacles se trouvent au sol, et non dans l'espace vertical (ex. grille de puisard mal alignée, trou, fendillement de la chaussée, chaîne de trottoir, etc.). Puisque l'empreinte au sol d'un vélo ou d'un VAE est quasi nulle, le cycliste évite la majorité des obstacles sans modifier sa trajectoire. Avec des appareils comme le Segway® ou le quadriporteur, l'évitement provoque un empiètement important sur la voie de circulation, car il faut souvent dégager les deux roues au complet afin d'éviter l'obstacle. Cette situation est encore plus problématique avec un Segway® car pour éviter un obstacle vers la gauche, il faut se pencher vers la gauche, ce qui accroît substantiellement l'espace vertical consommé.

Voici les principaux constats sur la largeur de l'appareil, en lien avec la disposition des roues :

- Un engin à roues alignées (avant / arrière), tel qu'un vélo, consomme moins d'espace en largeur, garde une meilleure trajectoire, et ne pose pas les risques spécifiques des appareils à roues latérales
- Un appareil à roues latérales consomme plus d'espace en largeur
- Les ATPM à roues latérales sont incompatibles avec la largeur des trottoirs, pour la rencontre, le dépassement et l'évitement
- Les ATPM larges et/ou à roues latérales posent une contrainte pour le dépassement et l'évitement d'obstacle s'ils circulent à droite de la chaussée

4.2.4 Longueur

La longueur de l'ATPM ne pose pas de véritable enjeu pour la sécurité, si ce n'est qu'elle influe sur la direction de l'appareil, et sur son caractère plus ou moins facile à piloter. Un empattement long est plus confortable et il procure une meilleure direction, car il permet de conserver la trajectoire. Toutefois, la longueur de l'empattement provoque l'effet contraire sur l'agilité et la capacité à évitement des obstacles.

Le Segway® possède un avantage unique, celui de pivoter sur lui-même. Ceci est possible non seulement à cause de l'inversion des moteurs, mais en raison du positionnement gauche / droite des deux seules roues de l'appareil, qui limite au strict minimum sa longueur. En fait, la longueur du Segway® est très courte (48 cm sur un i2), soit l'équivalent du diamètre du pneu. Toutefois, cet avantage, lié au positionnement gauche / droite des roues, s'inscrit en tant que facteur problématique pour les situations de dépassement.

4.3 Poids

4.3.1 Risques pour autrui

Parallèlement à la vitesse, le poids de l'appareil détermine en grande partie la gravité des collisions qui pourraient survenir. D'une part, l'occupant d'un appareil lourd (ex. T3 Motion®) serait beaucoup mieux protégé, en cas d'impact, qu'un usager sur un Segway®. Pour les piétons et les usagers non motorisés qui entreraient en collision avec un ATPM, c'est l'inverse. Plus lourd est l'ATPM qui le heurte, plus importante est la conséquence pour l'utilisateur non motorisé. Schoon *et al.* (2007) mentionnent à cet égard que les éventuelles collisions impliquant des Segway® seraient plus graves que celles impliquant des cyclistes, à une même vitesse donnée, car le poids de cet appareil est plus élevé.

Autrement dit, bien qu'il soit inévitable que des accidents surviennent entre un ATPM et d'autres types d'engins ou d'usagers, il est essentiel de réduire le risque de gravité de ces collisions au strict minimum. Il faut donc réglementer le poids des ATPM de sorte que la cohabitation soit la moins problématique possible, quant à la gravité des éventuelles collisions.

Actuellement, le poids des appareils est très variable d'un type à l'autre, également selon le modèle (tableau 5). Il est à noter que la plupart des appareils étudiés ont un poids supérieur à celui des vélos. L'analogie entre les ATPM et les vélos fait souvent surface, mais en considérant le poids des appareils, cette comparaison ne tient plus.

De surcroît, la charge totale supportée par l'appareil peut être questionnée comme variable problématique, car la limite de charge suggérée pour l'appareil, telle que spécifiée par le fabricant, est un paramètre qui s'additionne au poids de l'appareil lui-même. Autrement dit, le risque de gravité lors d'une collision n'est pas tant dû au poids de l'appareil qu'à la « masse totale » du tandem usager-véhicule.

Tableau 5 Poids (avec batteries) et charge supportée des ATPM selon le modèle

Modèle	Poids (Kg)	Charge maximale (Kg)
Toyota Winglet “S” / “M” / “L”	10 / 12 / 12	?
Trottinette GOPED sport	9	180
Trottinette EV Rider Stand-N-Ride SNR-1000	57	136
Trottinette BLADEZ Ion 150	14	56
Trottinette GOPED ESR750H	18-21	113
Trottinette BLADEZ eLite 250 / eLite 300s	19	90 / 113
Trottinette Motorino Triscooter	36	90
Trottinette BLADEZ XTR SE 450 / Street II / Comp II	25	124
Trottinette Easyglider Light	25	80
Trottinette BLADEZ XTR HD 550	43	135
Trottinette HEVGO	50	114
Trottinette Hecheng HCF-301	52	264
Trottinette Zappy 3 Pro	36	?
Segway i2 / x2	48 / 54	118
Segway RMP 50 (Robotic Mobility Platform)	32	34
Segway RMP 100 / RMP 200 / RMP 200 ATV	57 / 64 / 71	68 / 91 / 91
Segway RMP 400	109	181
VAE : Easy bike - Easy street / Eazy Mouv' EMC 102	25 / 35	100 / 120
VAE : Velodoo mini CITTA / CAMPO (pliables)	22	?
VAE : Velodoo Tricydoo (tricycle) / Elektroon	30 / 44	?
T3 Motion	135	203
Mobylette élect. ZP Classic / Fun	130	143
Mobylette élect. S3E IO e-scooter	126	140
Mobylette élect. EVT 4000e	127	150
Triporteur Orthofab Star 3	47*	135
Quadriporteur Orthofab Titan	74*	158
Fauteuil roulant motorisé Orthofab Oasis	59*	113

* sans les batteries

4.3.2 Transportabilité

La transportabilité de l'appareil est un aspect lié au poids qui n'influe pas directement sur la sécurité, mais qui joue un rôle majeur sur l'utilisation potentielle de l'appareil, en fonction du milieu. Certains appareils sont spécifiquement conçus pour être démontés et transportés en pièces détachées. Les compagnies fabriquent même des quadriporteurs qui peuvent être transportés dans le coffre d'une petite voiture. La transportabilité de l'appareil est une caractéristique qui permet de distinguer deux catégories d'appareils.

La première catégorie est celle des appareils non transportables. Les appareils qui ne peuvent être manipulés « à bout de bras », en raison d'un poids et/ou du manque de prise pour les soulever, imposent des contraintes aux propriétaires. Un appareil ne pouvant être mis dans le coffre de l'auto fait en sorte que les trajets doivent nécessairement débuter et terminer au domicile, ou au lieu d'entreposage de l'appareil. Bien qu'il soit toujours possible d'embarquer un tel appareil avec de l'aide, les ATPM difficilement transportables s'accommoderont mal d'une réglementation qui les autoriserait seulement en des lieux isolés, tels que les pistes cyclables. Il y a ici une analogie avec les véhicules hors route (VHR), qui commandent l'utilisation d'une remorque. Autrement dit, l'interdiction d'accès aux chaussées et aux trottoirs aurait un impact direct sur les appareils difficilement transportables, car le propriétaire devra alors utiliser une remorque ou circuler illégalement sur le réseau pour se rendre au lieu d'utilisation.

En contrepartie, un appareil très léger, et facilement transportable, comme une petite trottinette ou un prototype Winglet®, de Toyota®, peut facilement se transporter dans le coffre de la voiture. Ce genre d'appareil, léger et transportable, est beaucoup plus enclin à être utilisé sur des espaces isolés, advenant qu'ils y seraient acceptés.

4.4 Vitesse

La vitesse est une variable clé de cette analyse. Elle l'est d'ailleurs pour la plupart des problématiques de sécurité routière. On sait que la gravité des collisions augmente parallèlement à l'accroissement de la vitesse pratiquée, et cette notion est en lien très étroit avec celle du « différentiel de vitesse », abordée dans la prochaine section.

La vitesse théorique, sur le plat et par beau temps, est fonction de la puissance du moteur et du poids de l'appareil et de son conducteur (tableau 6). Un moteur puissant, installé sur un appareil léger, développe une plus grande vélocité qu'installé sur un appareil lourd. La plus grande crainte exposée par les chercheurs, en relation avec la vitesse des ATPM, est le risque imminent pour la sécurité des piétons, si ces appareils venaient à être autorisés de circuler sur les trottoirs. La vitesse de la grande majorité des ATPM est trop élevée (ex. 15 km/h et plus) pour leur permettre de cohabiter avec les piétons, qui eux, circulent à une vitesse se situant entre 4 et 6 km/h. En effet, Do (2007) souligne que les utilisateurs de Segway® roulent toujours à, ou près de la vitesse limite imposée par la clé. On peut donc mettre en doute l'autodiscipline des conducteurs, peu importe le type d'ATPM utilisé.

En fait, la vitesse de la plupart des ATPM est au moins aussi élevée que celle des cyclistes, qui eux, sont interdits de circuler sur les trottoirs. De plus, la vitesse des ATPM pose une nouvelle contrainte que les moteurs thermiques ne posent pas. Les moteurs électriques étant presque inaudibles, la vitesse des ATPM est particulièrement préoccupante dans les situations où un usager arrive par l'arrière et qu'il n'est pas escompté par les piétons.

Tableau 6 Puissance et vitesse des ATPM selon le modèle

Modèle	Puissance (W)	Vitesse maximale (km/h)
Toyota Winglet “S” / “M” / “L”	?	6
Segway i2 / x2	2 x 1500	20
Segway Robotic Mobility Platform (RMP 50 / RMP 100)	?	6 / 10
Segway Robotic Mobility Platform (RMP 200 / ATV)	?	16
Segway Robotic Mobility Platform (RMP 400)	?	29
Trottinette HEVGO	300	16
Trottinette Motorino Triscooter	260	20
Trottinette EV Rider Stand-N-Ride SNR-1000	500	24
Trottinette SpeedXtreme	100	12
Trottinette BLADEZ Ion150 (PB-SM812)	150	16
Trottinette BLADEZ eLite 250 (PB-SM815)	250	19
Trottinette BLADEZ eLite 300s (PB-SM825)	300	20
Trottinette BLADEZ eX 350 (PB-SM83)	350	22
Trottinette Hecheng HCF-301	350	26
Trottinette BLADEZ XTR HD 550 (PB-SM809i)	550	26
Trottinette BLADEZ XTR Comp II (PB-SM818)	500	28
Trottinette GOPED ESR750	750	32
Trottinette Easyglider Light	750	15
Trottinette A-PRO Transit S245	450	20
Trottinette Zappy 3 Pro	350	21
T3 Motion	?	32-40 ¹
Cyclomoteur Covel France ZP Classic / ZP Fun	2000	45-50
Cyclomoteur S3E IO e-scooter / Bravo EVT 4000e	1500-2000	45-50
Triporteur Orthofab Star 3	600	8
Quadriporteur Orthofab Titan	1100	13
Fauteuil roulant motorisé Orthofab Oasis	300	12
Fauteuil roulant motorisé Quickie P-222 SE	?	17

4.4.1 Vitesse minimale et maximale

La vitesse minimale et la vitesse maximale des appareils sont elles aussi très reliées à la sécurité inhérente à la circulation des ATPM. Puisque la présente recherche vise à identifier la possibilité d'autoriser un lieu pour la circulation des ATPM, les notions de minimum (plancher) et de maximum (plafond) de vitesses doivent être mises de l'avant. Ainsi, la vitesse minimale des appareils doit être considérée au même titre que la vitesse maximale, car les vitesses trop élevées ou trop faibles sont toutes deux associées à des problématiques de sécurité.

La vitesse maximale correspond à un plafond au-delà duquel on peut appréhender des conséquences accidentologiques inhérentes à la vitesse excessive ou inadaptée au milieu. La vitesse maximale « minimum » correspond à un plancher de vitesse. En deçà d'un certain seuil, un usager trop lent devient gênant, et il pose des risques aux autres utilisateurs qui sont dans le même corridor que lui.

Ces deux notions s'assemblent pour former le concept de la « niche routière » des ATPM. Il s'agit ici de déterminer quel type d'environnement est le mieux adapté à ce genre d'appareil, le plus propice à sa circulation, autant pour la protection de l'utilisateur que celle des usagers du réseau. Le tableau 7 présente la vitesse de différents types de d'appareils, de véhicules et d'usagers, afin d'aider à mieux situer le créneau des ATPM sur le réseau. Dans l'ensemble, les appareils qui s'apparentent le plus aux ATPM, et qui sont étudiés dans ce rapport, ont des vitesses maximales situées entre 15 et 30 km/h. Ce créneau de vitesse est similaire à celui du vélo. D'autre part, les usagers non motorisés (ex. marcheur et joggeur) adoptent une vitesse de beaucoup inférieure à celle des ATPM, ce qui rend leur cohabitation problématique.

Tableau 7 Vitesse de différents véhicules / appareils / usagers (milieu urbain)

Véhicule / appareil / usager	Vitesse (km/h)
Véhicule ou appareil motorisé (<i>vitesse maximale</i>)	
Toyota Winglet	6
Fauteuil roulant motorisé : limitation de vitesse imposée par la RAMQ	10
Fauteuil roulant motorisé : modèles disponibles sur le marché	6-17
Quadriporteur : modèles disponibles sur le marché	6-16
Triporteur	6-12
Segway	20
Trottinette électrique	12-32
Vélo à assistance électrique (Canada : sur le plat et sans assistance)	32
T3 Motion	32-40
Véhicule à basse vitesse (VBV)	40
Mobylette électrique	45-60
Mobylette à essence	>60
Motocyclette électrique	>60
Voiture à essence	>60
Usager non motorisé (<i>vitesse moyenne</i>)	
Fauteuil roulant manuel	3-4
Piéton	6
Joggeur	10
Skieur de fond	10
Patineur (patin à roues alignées)	12
Vélo (non assisté)	20-25

4.4.2 Différentiel de vitesse

Lors d'un accident, plus grand est le différentiel de vitesse, plus graves sont les conséquences. Prenons l'exemple d'une collision entre deux véhicules : un qui circule à 70 km/h et un autre qui circule à 50 km/h. S'ils circulent l'un devant l'autre en même direction, l'impact sera moins violent que si la collision survient avec un véhicule immobile. Dans le premier cas, le différentiel de vitesse est de 20 km/h, mais avec le véhicule stationnaire, l'écart de vitesse est de 70 km/h, ce qui est élevé. Le choc sera encore plus brutal advenant une collision frontale, car la vitesse du véhicule heurté sera alors additionnée à celle du premier. Voici une autre façon d'exprimer cet exemple et visualiser l'impact du différentiel de vitesse :

<u>Situation</u>	<u>Différentiel</u>
• Véhicule à 70 km/h heurte véhicule à 50 km/h même direction :	20 km/h
• Véhicule à 70 km/h heurte un véhicule immobile (0 km/h) :	70 km/h
• Véhicule à 70 km/h heurte véhicule à 50 km/h contresens :	120 km/h

4.4.3 Accélération

L'accélération d'un engin à moteur est importante car elle permet à l'utilisateur de manœuvrer son appareil dans un flux de véhicules, comme le ferait un automobiliste. Dans certaines situations, il peut être utile, voire essentiel, d'accélérer de façon à ne pas gêner la circulation, ce qui aurait pour effet d'induire des dépassements à risque de la part des automobilistes.

Un bon exemple est le départ suite à un arrêt, que ce soit à un feu de circulation qui tourne au vert, ou encore à un arrêt obligatoire. S'il advient que l'on permette aux ATPM d'occuper la partie à l'extrême droite de la chaussée, la question du virage à gauche devient problématique. Faudrait-il exiger que l'utilisateur ATPM traverse l'intersection en croisant la rue deux fois, à la façon d'un piéton, ou s'il faudrait autoriser aux ATPM de virer à gauche en diagonale, comme pour les véhicules routiers?

La question de l'accélération est dans ce cas cruciale, car un ATPM dont le couple moteur et l'accélération sont trop faibles ralentirait la circulation et pourrait s'exposer aux dépassements et aux manœuvres précipitées. De même, aux intersections munies de feux verts permissifs, plutôt que des flèches directionnelles, l'utilisateur pourrait rester coincé face aux véhicules qui vont tout droit, et qui ont priorité sur ceux qui virent à gauche.

4.4.4 Freinage et distance de freinage

La distance de freinage est déterminante lorsqu'il est question d'éviter les collisions ou les obstacles. Deux études nous éclairent sur les distances de freinage propres aux ATPM. L'étude de Schoon *et al.* (2006) établit qu'à 6 km/h, la distance de freinage du Segway® est plus longue de 0,7 m que celle d'un triporteur. À 20 km/h, il n'y a pas de différence significative dans la distance de freinage entre un Segway® et une bicyclette. L'expérience du FHWA porte exclusivement sur le Segway® (Do, 2007). Dans un parcours expérimental, les conducteurs de Segway® ont mis plus de temps à s'arrêter aux arrêts imprévus qu'aux arrêts prévus. La distance d'arrêt s'allonge avec la vitesse de roulement. Les utilisateurs arrivaient à estimer avec justesse leur vitesse de roulement quelle que soit la clé utilisée. Toutefois, sans tenir compte des différences de vitesse, tant pour les arrêts prévus qu'imprévus, les utilisateurs sous-estimaient la distance nécessaire pour effectuer un arrêt complet.

4.5 Roues

4.5.1 Position des roues

Sur un ATPM, la position des roues détermine souvent la largeur de l'appareil et elle conditionne d'autres paramètres, tels que l'agilité et la capacité à éviter des obstacles. La présence de roues doubles (parallèles), à l'avant et / ou à l'arrière modifie le degré d'agilité de l'appareil, sa capacité à faire des virages serrés. À l'extrême, les appareils « trop agiles » augmentent le risque de « barrer » la roue directionnelle lors d'un braquage excessif, et ainsi de propulser l'utilisateur en avant et par-dessus l'appareil (« *flip over the bar* »).

4.5.2 Diamètre des roues et pneumatique

La plupart des véhicules routiers comme les mobylettes ont des roues d'un minimum d'environ 25 centimètres (10 pouces). Ce diamètre correspond aussi aux roues des fauteuils roulants et des quadriporteurs, ainsi qu'à de nombreux autres types d'appareil. Les vélos sont équipés de roues beaucoup plus grandes (ex. jante de 70 cm sur un vélo de route), ce qui leur confère une meilleure direction et un meilleur contrôle, gage de sécurité. Au niveau du matériel qui recouvre la jante, deux grandes catégories sont identifiées : les roues composées d'uréthane (rigide ou flexible) et les pneumatiques, avec ou sans chambre à air.

Dans son texte, Ulrich (2006) souligne deux notions importantes relatives aux roues. Premièrement, le type de matériel recouvrant la jante est relié au diamètre. Ainsi, pour un petit diamètre, les roues d'uréthane sont tout indiquées, mais au-delà d'un certain diamètre, elles opposent trop de résistance au sol, d'où l'intérêt de les substituer par des pneumatiques. D'autre part, l'auteur souligne qu'un pneu large est plus performant qu'un pneu étroit. Voici le classement des roues qu'il propose :

- Diamètre très petit (200 mm) uréthane flexible
- Diamètre petit (250 mm) pneumatique (3 bar)
- Diamètre petit (250 mm) uréthane rigide
- Diamètre moyen (400 mm) pneumatique (5 bar)
- Diamètre large (550 mm) pneumatique (5 bar)

Par rapport aux ATPM, on peut dégager une logique de ces constats. Le seuil de 25 cm apparaît un diamètre de roue minimum adéquat pour absorber efficacement tout impact, et permettre à l'utilisateur de garder un meilleur contrôle de son véhicule. De plus, l'ajout d'un pneumatique améliore le contrôle, puisqu'il permet de négocier avec aisance les irrégularités de la chaussée, et conséquemment, accroît la sécurité.

4.6 Moteur et autonomie

4.6.1 Force et puissance

De façon générale, les ATPM présentent une grande diversité de technologies mécaniques et de motorisation. Ce domaine est très complexe et le type de moteur n'influe pas directement sur la sécurité routière, hormis bien entendu sa puissance, qui détermine la vitesse maximale de l'appareil. Ulrich (2006) et Roulet (2005) abordent cet aspect en détails.

4.6.2 Niveau sonore

Les ATPM ont un niveau sonore tellement bas qu'ils sont pratiquement inaudibles lorsqu'ils circulent. Plusieurs auteurs mentionnent les risques inhérents à la présence d'appareils munis d'un moteur électrique sur le trottoir, car étant presque inaudibles, ils posent un problème de sécurité important pour les piétons, qui par exemple, ne peuvent les entendre arriver par l'arrière. Cette caractéristique est soulignée pour le moteur du Segway® par Shaheen *et al.* (2005), et par Darmochwal et Topp (2006).

4.6.3 Autonomie

L'autonomie n'exerce pas une grande influence sur la sécurité de l'utilisateur, sauf de façon très ponctuelle, telle qu'une panne « sèche ». L'impact d'une batterie épuisée peut placer l'utilisateur dans une situation problématique, tel qu'une difficulté de retourner au point d'origine, mais elle peut aussi survenir lors de situations beaucoup plus inquiétantes (ex. en traversant une intersection achalandée). L'indicateur du niveau de la batterie peut aider en ce sens, mais tous les appareils n'en sont pas munis.

Le tableau 8 présente l'autonomie de différents appareils électriques. L'autonomie d'un VAE s'échelonne entre 25 et 60 km, et peut atteindre 100 km sur les derniers modèles (EME, 2008). C'est un peu la même chose pour les mobylettes électriques, qui peuvent couvrir en moyenne entre 30 et 65 km sur une même charge (EME, 2008), à la différence que pour les mobylettes, il n'y a pas d'assistance par pédalage, donc les batteries ont en fait une autonomie beaucoup plus grande. Il faut dire que l'autonomie est très variable, pour une même charge de batterie, selon l'usage qui est fait de l'appareil (ex. poids de l'utilisateur, vitesse pratiquée, conditions climatiques, pentes, etc.).

Tableau 8 Autonomie des ATPM selon le modèle

Modèle ou type d'appareil	Autonomie (km)
Toyota Winglet "S" / "M" / "L"	5 / 10 / 10
Trottinette BLADEZ Ion 150 / eX 350 / XTR Comp II	10 / 11 / 12
Trottinette SpeedXtreme	12
Trottinette BLADEZ eLite 250 / XTR SE 450 / XTR Street II /	13
Trottinette BLADEZ eLite 300s	14
Trottinette Easyglider Light	15
Trottinette GOPED ESR750 mode turbo / mode écono	11 / 19
Trottinette Motorino Triscooter	20
Trottinette BLADEZ XTR HD 550	21
Trottinette A-PRO Transit S245	25-30
Trottinette HEVGO / Hecheng HCF-301	36 / 35
Segway RMP 50 (Robotic Mobility Platform)	8-10
Segway RMP 100	10-19
Segway RMP 200 / RMP 200 ATV / RMP 400	13-24
Segway x2	16-22
Segway i2	26-39
T3 Motion (4 options de batteries : A, B, C, D)	24 / 120
Vélo à assistance électrique (moyenne)	25 / 60
Cyclomoteur électrique (moyenne)	30 / 65
Fauteuil roulant motorisé Orthofab Oasis	67
Triporteur Orthofab Star 3	45-78
Quadriporteur Orthofab Titan	35-70

4.7 Manoeuvrabilité

4.7.1 Stabilité et équilibre

La plupart des études expérimentales réalisées sur le Segway® ont porté sur cet aspect technique. Les observations effectuées en conditions réelles ou contrôlées permettent d'affirmer que le Segway® est stable et sécuritaire pour l'utilisateur (CEVEQ, 2004; CEVEQ, 2006; Darmochwal and Topp, 2006; Sawatsky et al., 2007). Toutefois, si on compare les ATPM entre eux, et principalement la position assise avec la position debout, on peut noter que :

- En position « debout » ou lorsque l'usager doit adopter une conduite active (se pencher en avant ou en arrière comme sur un Segway®), ceci augmente l'instabilité de l'appareil
- Sur les ATPM en général, la position « assise » est plus stable
- Les ATPM à quatre roues sont généralement plus stables que les ATPM à trois roues (une seule roue en avant), ce qui a amené la présence des roues anti-versement

4.7.2 Direction et contrôlabilité

La colonne de direction d'un ATPM joue un rôle sur l'agilité de l'appareil. Un appareil dont l'angle de la colonne avoisine 90°, comme une trottinette classique, est extrêmement nerveux. Une colonne quasi verticale donne la possibilité d'effectuer des virages très brusques, mais elle augmente le risque pour l'usager de passer par-dessus le guidon (« *flip over the bar* »). Inversement, plus l'angle de la colonne est réduit (<90°), meilleures sont la direction et le contrôle de l'appareil. Un bon exemple est la colonne de direction d'un vélo conventionnel (route ou montagne), qui présente des angles, pour le tube de direction, qui avoisinent les 65° à 75°.

4.8 Visibilité

La visibilité est un paramètre important de sécurité routière, qui est déterminé par deux éléments distincts : le champ de vision de l'usager et la perceptibilité de l'appareil par les autres usagers. La visibilité de l'appareil et/ou de son usager est conditionnée par les dimensions physiques de l'appareil et par la position du conducteur (section 4.2).

Différents équipements de sécurité peuvent être installés sur un appareil aux dimensions trop modestes, afin de suppléer leur manque de visibilité et de capter l'attention des autres conducteurs, comme par exemple une lumière rouge ou un fanion en hauteur. En plus des dimensions physiques de l'appareil, la position de l'usager est déterminante sur la visibilité. Un conducteur assis voit moins bien le trafic, qui en retour, le voit moins bien également. Un usager debout voit loin, et il est mieux perçu par les autres. Enfin, la position couchée offre une visibilité quasi nulle (ex. « *recumbent bicycle* »), car cette position entraîne l'impossibilité de surveiller les aléas de la circulation, les véhicules routiers étant toujours plus hauts que l'œil du conducteur.

Pour augmenter la vision et la visibilité nocturnes, il apparaît incontournable qu'un ATPM, comme c'est actuellement le cas pour un vélo au Québec, soit obligatoirement équipé de lumières à l'avant (blanche) et à l'arrière (rouge). Plusieurs auteurs recommandent la même chose pour les ATPM, dont Darmochwal et Topp (2006) pour le Segway®. D'autre part, la ROSPA (2003) propose que les usagers ATPM portent le jour des vêtements clairs ou fluorescents. Certains auteurs recommandent le port d'une veste réfléchissante.

4.9 Classification des appareils

La classification des appareils personnels, tel que définie dans le devis initial du projet (section 2.1), présente une série de caractéristiques identifiant globalement les ATPM. Bien que certains appareils puissent à première vue être assimilés aux ATPM, les sections précédentes mettent en évidence la grande diversité des appareils et de leurs caractéristiques techniques. Ainsi, les appareils visés par le présent mandat sont si différents qu'il est impossible de tous les inclure dans une catégorie homogène et cohérente. De fait, il est inconcevable de réunir dans une même catégorie des véhicules ou des appareils qui ont un poids, une vitesse maximale ou une largeur très différents les uns des autres. Autrement dit, s'il est illogique et non sécuritaire de faire cohabiter les cyclistes et les piétons sur les trottoirs, à cause du différentiel de vitesse trop élevée, il en va de même pour les ATPM entre eux. Pour leur assurer une niche sur le réseau qui soit cohérente, les ATPM devraient partager des similitudes et les mêmes caractéristiques de base. Les ATPM devraient donc être définis comme une nouvelle catégorie de véhicule au Code de la sécurité routière.

Cet encadré donne une définition technique de ce que pourrait être la catégorie des ATPM.

Définition technique d'un ATPM

« Un appareil de transport personnel (un seul occupant) motorisé à l'énergie électrique, sur lequel le conducteur prend position assis ou debout, muni d'un plancher, qui se dirige au moyen d'un volant ou d'un guidon, qui est doté de 2 à 4 roues sur pneumatique, d'un minimum de 25 cm chacune, et qui est d'une largeur hors-tout inférieure à 80 cm, d'un poids maximal net n'excédant pas 45 kg, et dont la vitesse maximale sur le plat est d'au moins 15 km/h, et d'au plus 32 km/h.

L'ATPM doit être muni de l'équipement de sécurité suivant : bande réfléchissante jaune de chaque côté de l'appareil, un réflecteur rouge à l'arrière et un blanc à l'avant, ainsi qu'un phare blanc à l'avant et une lumière rouge à l'arrière, un fanion sur un mât de 1,75 m, un triangle orange réfléchissant à l'arrière, de même qu'un klaxon, un frein à commande manuelle en bon état, agissant sur les roues (avant et /ou arrière) ou l'équivalent en frein moteur. »

Bien entendu, comme énoncé précédemment, les appareils étudiés dans le présent mandat ne rencontrent pas tous ces critères, dont plusieurs modèles de trottinettes électriques.

5 MILIEUX D'USAGE

La circulation des ATPM est envisagée presque à 100 % dans les limites urbaines des municipalités. On sait aussi qu'il n'y a que trois ou quatre lieux possibles où la circulation est possible : au centre de la voie de circulation, à la droite de la chaussée, sur le trottoir, et enfin sur les aménagements spécifiques tels que les bandes cyclables ou les corridors dédiés.

Les prochaines sections exposent en détails la problématique de ces quatre catégories d'environnement routier. Indépendamment du milieu dans lequel la circulation des ATPM est envisagée, il faut définir un espace précis sur lequel on autorise l'usager à circuler.

5.1 Chaussée routière

5.1.1 Centre de la voie de circulation

Si on se demande : « est-ce que les ATPM pourraient utiliser la chaussée, en circulant au centre de la voie de circulation », il faut considérer les caractéristiques des utilisateurs actuels de cet espace et de leurs véhicules, soit les camions, les voitures, les motos et les cyclomoteurs, et tout récemment, les véhicules électriques à basse vitesse (VBV).

Le seul véhicule qui partage des similitudes avec les ATPM, et qui a le droit de circuler au centre d'une voie de circulation, est la mobylette. La différence majeure entre un ATPM et une mobylette, ou un cyclomoteur, tient au type de moteur (à carburant vs électrique). Dans bien des cas, la puissance est supérieure sur les modèles à carburant. La mobylette pose une problématique particulière en ce sens que sa vitesse est amplement suffisante pour la circulation au centre de la chaussée dans une zone à 50 km/h. Cependant, la vitesse des mobylettes est souvent insuffisante pour une cohabitation avec les autres véhicules routiers si les routes affichent 70 km/h ou 90 km/h.

D'un autre point de vue, il serait difficile de permettre aux mobylettes de circuler à l'extrême droite de la chaussée, peu importe la zone de vitesse, car leur vitesse est trop élevée par rapport à celle des cyclistes. À tout le moins, la cohabitation entre ces deux types d'utilisateurs posera des risques majeurs à la sécurité. En somme, la permission donnée aux mobylettes, de circuler en plein centre de la voie de circulation, est justifiée par leur vitesse, qui est trop élevée par rapport à celle des cyclistes pour que ces deux usagers puissent réussir à cohabiter dans la même section de route, soit à l'extrême droite de la chaussée.

Les VBV doivent eux aussi circuler au centre de la voie de circulation, et non à la marge comme les cyclistes. Mais contrairement aux mobylettes, une route qui affiche plus de 50 km/h est interdite aux VBV. En théorie, un VBV ne peut pas aller à plus de 40 km/h. Il serait donc difficile, dans les faits, de permettre aux VBV de rouler sur les routes à 60 km/h et plus. Il en résulterait un manque de protection des usagers à l'intérieur des VBV. Ces véhicules se déformeraient facilement sous les contraintes physiques exercées lors d'une collision. De plus, le risque de collision et le risque de gravité sont accrus entre un VBV et un autre véhicule routier sur les routes à grande vitesse car le différentiel de vitesse est important entre une voiture et un VBV sur une route à 70 km/h, et encore plus sur une route à 90 km/h. D'autre part, on peut difficilement imaginer un VBV circuler à la façon d'un cycliste, à droite de la chaussée, car il est beaucoup trop large et rapide pour le faire. Sa largeur augmenterait le risque d'accrochage avec les voitures, et aussi avec les cyclistes. De plus, un VBV dans le corridor du cycliste, à 40 km/h, pose des risques importants en termes de sécurité. Premièrement à cause du poids, mais

aussi parce qu'un usager VBV ne peut pas éviter un cycliste sans empiéter dans la voie de circulation. Ces raisons font en sorte que la place d'un VBV est au centre de la voie de circulation, mais sur les rues et les routes à 50 km/h ou moins.

En ce qui concerne les motos, les automobiles et les camions, aucune analogie n'est possible avec les ATPM. Ces véhicules routiers sont trop pesants, rapides ou larges pour cohabiter avec les ATPM. Comme il a été démontré, seule la mobylette à carburant, de par sa puissance, peut trouver sa raison d'être sur la voie de circulation. C'est donc dire que si un fabricant souhaite obtenir, pour un certain modèle d'ATPM, le droit d'employer le centre de la voie de circulation, il devra notamment agir sur la vitesse de l'appareil afin d'obtenir le statut de véhicule routier. Le privilège d'avoir le statut de véhicule routier vient aussi avec des obligations, telle que la conformité aux normes CMVSA.

5.1.2 Extrême droite de la voie de circulation ou accotement pavé

On peut émettre l'hypothèse que le corridor actuellement réservé au cycliste, à l'extrême droite de la chaussée, est un espace qui permet l'utilisation sécuritaire de la route par les ATPM, à condition que les ATPM puissent être assimilés aux cyclistes et que soit garantie la sécurité des cyclistes, de même que la fluidité de la circulation. En fait, il faut se poser trois questions :

- « Est-ce que les usagers ATPM peuvent être assimilés aux cyclistes »?
- « Les usagers ATPM seraient-ils en danger à l'extrême droite de la chaussée »?
- « Les ATPM représentent-ils un trop grand risque pour les cyclistes à cet endroit »?

Dans bien des cas, les appareils qui pourraient être considérés comme des ATPM ne peuvent pas être assimilés aux bicyclettes, car ils font encourir à leurs usagers de plus grands risques. Nombre d'appareils sont trop lourds, vite ou lents, ou encore trop larges ou consommateurs d'espace pour que leur soit accordé le privilège de circuler dans le corridor du cycliste. Par exemple, les véhicules munis de roues latérales, plutôt que de roues alignées, posent un problème de sécurité s'ils doivent contourner des obstacles ou effectuer des dépassements.

Pour qu'un ATPM soit assimilé à une bicyclette, les critères techniques les plus importants à rencontrer sont la vitesse et la largeur moyenne, le poids et la visibilité entre usagers. Pour être assimilé à un cycliste « moyen », l'ATPM devrait procurer à son utilisateur un excellent champ de vision, et aussi être visible par l'ensemble des usagers de la route. Il doit circuler à une vitesse qui se situe entre 12 et 25 km/h, et occuper un espace vertical qui n'excède pas, ou très peu, la largeur des épaules d'un adulte moyen. L'ATPM doit aussi demeurer « léger ». Les bicyclettes conventionnelles pèsent toujours moins de 20 kg, sans bagages, tandis que les VAE pèsent entre 20 et 40 kg.

Quant aux risques potentiels encourus par les usagers ATPM, s'ils circulaient à l'extrême droite de la chaussée, il faut regarder du côté de l'accidentologie des cyclistes. L'abondante littérature à ce sujet démontre que le risque dominant, pour le cycliste est son propre non respect des règles de circulation et de priorité (arrêt, feu rouge). Pour le cycliste, la position à l'extrême droite de la chaussée n'est pas un risque en soi, car les vélos sont très profilés, c'est plutôt la circulation en sens inverse qui pose un risque majeur, de même que la circulation sans lumières dans l'obscurité (Bruneau, 1998). En fait, si on écarte les problèmes liés aux manœuvres, à la prise volontaire de risques et aux aspects de tolérance et de courtoisie de part et d'autre des conducteurs et des cyclistes, la position « légale » du cycliste, sur la route, est rarement en cause dans les accidents de vélo. Cross et Fisher (1977) avaient déjà établi, dans une typologie pionnière des accidents de vélo, ventilée en fonction des causes premières et indirectes

d'accident, que la proportion des accidents où le cycliste est heurté à l'arrière, par un véhicule routier, est très faible. Ce phénomène est corroboré par Bruneau (1998), sur le territoire de la ville de Sherbrooke, où seulement 3 % de tous les accidents de vélo, enregistrés en présence de véhicules routiers, surviennent de cette façon. Autrement dit, les accidents que les usagers craignent davantage ne sont pas toujours ceux qui se produisent. Croyance populaire, perception du risque et risque réel ne sont pas toujours en adéquation. Les principales difficultés surviennent lors des manœuvres. Le virage à gauche est un bon exemple. Étant donné la position à la droite de la voie de circulation, les cyclistes moins expérimentés ou moins à l'aise virent à gauche en traversant l'intersection en deux temps, plutôt qu'à la diagonale.

En somme, si des critères techniques étaient posés, il est plausible de croire que les ATPM pourraient circuler dans le même espace que celui des cyclistes, soit l'extrême droite de la chaussée, sans que cela pose trop de risques aux usagers.

5.1.3 Rues sans ligne médiane (absence de marquage)

L'autorisation pour les ATPM de circuler à l'extrême droite de la chaussée serait encore plus sécuritaire si elle s'accompagnait d'une mesure supplémentaire, soit de restreindre l'usage aux rues non munies d'une ligne blanche centrale. Cette idée est entre autres mise de l'avant au Queensland et en Australie-Occidentale, qui réglementent ainsi la présence des scooters et des VAE sur le réseau public (section 8.2.6). L'absence de ligne médiane ou de terre-plein central est un signe visuel facile à repérer, ce qui est un avantage pour toutes les parties impliquées. Le concept fait preuve de simplicité et de logique. Il est facile à comprendre pour les usagers et il facilite l'application de la réglementation par les officiers de police. L'absence de ligne médiane confirme automatiquement à l'utilisateur qu'il circule en milieu autorisé. Inversement, en présence d'une ligne médiane, c'est la notion d'interdiction qui s'applique.

D'autre part, la municipalité n'a pas à ajouter de signalisation supplémentaire. L'absence de signalisation constitue un cas de non investissement et de non entretien, chose rare en gestion municipale.

Les rues non marquées au sol sont généralement situées en secteur résidentiel, où le débit est faible. En contrepartie, les rues et les routes munies d'un marquage central correspondent à des voies collectrices et des artères, qui ont souvent plus de deux voies en chaque direction. Il y a donc une corrélation entre le marquage et l'achalandage. Sachant qu'il y a aussi un lien entre l'achalandage et le risque d'accident, recourir au marquage, comme facteur d'autorisation à faire circuler les ATPM, apparaît approprié du point de vue de la sécurité routière.

5.1.4 Bandes cyclables (sur la chaussée routière)

La circulation sur les bandes cyclable est probablement l'endroit où la circulation des ATPM serait le moins à risque pour les usagers ATPM. Mais encore faut-il évaluer le risque engendré par la présence des ATPM pour les cyclistes et les autres usagers tolérés sur les bandes cyclables, tels que les AMM.

L'autre aspect à considérer est la rareté des bandes cyclables. Bien qu'il semble concevable que des ATPM assimilables techniquement aux vélos puissent cohabiter avec ceux-ci sur les bandes cyclables, encore faut-il que celles-ci existent dans les faits. S'il est facile d'imaginer que les voies cyclables juxtaposées au réseau routier constituent l'endroit idéal pour les ATPM, il n'en demeure pas moins que leur discontinuité et leur rareté causerait des problèmes d'application de la loi si les ATPM n'étaient autorisés que sur les bandes cyclables seulement.

Autrement dit, les bandes cyclables étant relativement rares et discontinues, peu d'usagers pourraient s'y déplacer s'ils se voyaient contraints à n'utiliser qu'elles seules. Permettre les ATPM sur les bandes cyclables est une avenue possible, si cette option est combinée à d'autres types d'infrastructures.

Un usage ATPM confiné aux bandes cyclables serait problématique pour les policiers. Ceux-ci se feraient sans doute servir toutes sortes d'arguments et de raisons valables, par les usagers ATPM, qui auraient à expliquer leur présence « temporaire » sur le réseau, que ce soit sur la route ou sur le trottoir, pour accéder ou sortir de la bande cyclable. En fait, limiter l'usager des ATPM aux voies cyclables revient à ignorer un problème « conceptuel », et à en créer un d'ordre « légal », en mettant le policier dans l'embarras, dans une situation où sa tolérance sera étirée à l'extrême limite.

D'autre part, pour que l'usage des ATPM ne pose pas de problème de sécurité aux cyclistes et aux autres utilisateurs des voies cyclables, les normes de largeur de ces aménagements devraient être revues à la hausse. La largeur minimale devrait permettre aux cyclistes et aux usagers ATPM de cohabiter sans heurts et sans risques. Toutefois, la présence d'appareils motorisés sur les aménagements cyclables peut être questionnée, comme le font Lin *et al.* (2008). En Chine, 60 % des cyclistes s'opposent à la présence des VAE sur une même bande ou piste qu'eux. On constate que les conducteurs de VAE ne connaissent pas la loi nationale de vitesse maximale en vigueur.

5.2 Trottoir et zones piétonnières

Si on se demande : « est-ce que les ATPM pourraient utiliser le trottoir? », il faut considérer les caractéristiques des utilisateurs actuels, qui sont les piétons et les usagers AMM, soit des personnes à mobilité restreinte qui se déplacent en fauteuil roulant ou en quadriporteur. Les principaux éléments à considérer à l'égard de la sécurité des usagers AMM et des piétons est leur vitesse de déplacement et leur degré de protection face aux ATPM.

Il va sans dire que si l'on considérait uniquement la protection de l'usager ATPM, le trottoir serait l'endroit idéal pour le laisser circuler, car il serait ainsi isolé du trafic motorisé. Or, l'impact sur la sécurité doit d'abord être envisagé pour autrui, car on introduit ici une nouvelle forme de cohabitation, s'additionnant à celles qui existent déjà sur le réseau.

Le piéton partage actuellement le trottoir avec les usagers AMM (incluant les fauteuils roulants motorisés ou à propulsion humaine, ainsi que les triporteurs et les quadriporteurs), qui par définition, sont considérés par la SAAQ, depuis 1975, comme des piétons.

Le piéton se déplace sans aucune propulsion mécanique, donc à très basse vitesse, soit en deçà de 6 km/h. Cette dernière valeur correspond à un marcheur qui avance à grande allure. Autre caractéristique des piétons, ils peuvent s'immobiliser à tout moment, sans préavis. Le fait que les piétons arrêtent ou changent de direction, sans que cela ne soit anticipé, pose des problèmes de sécurité advenant qu'un usager ATPM ne dispose pas d'une distance de freinage suffisante pour éviter la collision à une certaine vitesse. Effectivement, les piétons peuvent déambuler, s'amuser et se promener sans avoir de but précis autre que de faire une ballade. Ils ne se déplacent pas nécessairement dans une logique de « circulation », comme le font presque toujours les automobilistes, du point A au point B. La circulation piétonnière n'en est pas toujours une de « transit », comme le serait par exemple celle d'un usager ATPM qui troquerait sa voiture pour un « scooter ».

Le trottoir est, par définition, un espace réservé aux usagers qui se déplacent à une vitesse qui n'excède pas le « trot ». C'est un lieu où l'usager peut aller sans craintes, en marge de la circulation motorisée. La bordure des trottoirs a même été surélevée dans le but d'en faire un lieu protégé. Le trottoir est ainsi conçu car les piétons sont les usagers les plus vulnérables du réseau. Leur manque de protection fait en sorte qu'on cherche, par tous les moyens, à les isoler de la route.

Les piétons sont si mal protégés que des dispositifs spéciaux sont utilisés pour contrôler les flux de circulation, et dont la fonction est de bloquer tout le trafic pour permettre aux piétons de traverser la route. Deux bons exemples sont les phases prioritaires, prévues aux feux de circulation, et aux feux pour piétons, de même que les passages pour piétons, marqués sur la chaussée, et auxquels les conducteurs doivent obligatoirement céder le passage. Dans ces deux contextes, tous les véhicules à proximité du piéton sont immobilisés, afin de lui permettre d'emprunter « temporairement » l'espace réservé aux véhicules motorisés. Ces principes d'aménagement, développés pour protéger les piétons, témoignent, de par leur nature, de l'impossibilité à faire cohabiter les piétons et les véhicules dans sur un même espace, une même infrastructure. La cohabitation est parfois possible, entre les piétons et les cyclistes, mais sur des aménagements beaucoup plus larges et fonctionnels que les trottoirs actuels. On fait ici référence aux sentiers multifonctionnels, suffisamment larges, mais qui d'autre part, ne sont pas toujours sans risques, en fonction de l'achalandage et des autres conditions retrouvées sur le site.

Il faut également se demander, du fait que la réglementation actuelle interdise aux cyclistes d'aller sur le trottoir :

- « Sur quelle prémisses de sécurité le trottoir pourrait-il être permis aux ATPM »?
- « Pourquoi jugerait-on un appareil non motorisé plus à risque qu'un motorisé »?

En effet, donner le trottoir aux ATPM apparaît illogique, considérant que la plupart des ATPM peuvent actuellement aller à des vitesses équivalentes ou supérieures à celles d'une bicyclette. De surcroît, les ATPM sont beaucoup plus pesants qu'une bicyclette, et plus larges, donc plus à risque de causer des accidents avec les piétons, et plus dangereux advenant une collision.

Certains auteurs, comme Darmochwal et Topp (2006), seraient prêts à accepter un ATPM comme le Segway® sur les trottoirs, à condition que l'usager circule à 6 km/h ou moins. Or, il y a lieu de se questionner sur la rigueur d'une telle éventualité car on sait maintenant que les usagers circulent toujours à la limite, ou près de la limite de l'appareil (Do, 2007). De fait, comment s'assurer que les usagers s'auto-disciplineront? Ce type de permission, qui fait appel à la bonne volonté des usagers, est facile à évoquer, mais impossible à contrôler par les policiers. Techniquement, le radar ne capte pas les vitesses à moins de 20 km/h. Dans ce contexte, amener en preuve un excès de vitesse sera impossible, ce qui compromet toute forme de répression du comportement, pour assurer la sécurité des piétons.

Une solution alternative consiste à demander aux fabricants de limiter leurs appareils à un maximum de 6 km/h. Une telle avenue, bien que techniquement faisable, est difficilement acceptable par l'industrie, car les ATPM perdraient ainsi leur attrait aux yeux des consommateurs. Et même si la limitation de vitesse était obligatoire et suivie par l'industrie, débrider un appareil est devenu presque aussi facile que limiter l'appareil. De ce fait, prouver la vitesse excessive d'un ATPM débridé serait difficile. Autrement dit, fixer une limite « théorique » aussi basse que 6 km/h, pour des véhicules qui ont « techniquement » la capacité d'aller beaucoup plus vite, revient à penser naïvement que « toutes » les voitures roulent à 50 km/h

lorsque la vitesse affichée est de 50 km/h. En somme, ce qui risque d'arriver concrètement, dès qu'on aura donné aux ATPM la possibilité de circuler sur le trottoir, c'est que plus rien ne pourra être fait pour contrôler leur vitesse « réelle ». Un règlement inapplicable revient souvent, en bout de piste, à l'absence de règlement.

Du fait qu'il n'est pas possible de contrôler la vitesse des cyclistes, ni la vitesse des usagers ATPM, et que leur présence sur le trottoir soit tout aussi dangereuse pour les piétons dans les deux cas, il est souhaitable que les décideurs aillent dans le sens de la loi actuelle, et qu'en plus de continuer d'interdire le trottoir aux cyclistes, que celui-ci soit interdit à toute forme de circulation motorisée, hormis bien sûr les AMM.

Ce principe est fondamental et sans doute non négociable pour la sécurité: le trottoir est un lieu qui doit demeurer exclusif aux piétons. Aucun outil ou moyen de transport à propulsion, motorisée ou humaine, ne devrait être permis sur le trottoir, à moins que ce soit pour permettre à une personne qui a des limitations à la marche de pouvoir se déplacer. Cette exception fait référence aux personnes qui ont des problèmes de mobilité, et non celles qui choisissent d'utiliser un appareil pour éviter de marcher.

D'autre part, le trottoir implique des contraintes physiques liées à la largeur des appareils. Au Québec, les municipalités aménagent les trottoirs en fonction de normes de largeur, qui varient entre 1,25 et 1,75 m. Dans la plupart des municipalités, les trottoirs ont une largeur de 1,2 m, parfois un peu moins. Il faut considérer que les trottoirs datent souvent de plusieurs années, voire de trente à quarante ans. Il faut aussi considérer que les vieux trottoirs sont souvent plus étroits que les nouveaux, construits ou réaménagés en fonction de nouvelles normes.

Autre aspect à considérer, une municipalité ayant des ressources limitées pour aménager des trottoirs peut décider d'en installer seulement là où les rues sont très étroites, donc là où il est impossible de les élargir. Dans les nouveaux développements résidentiels, un trottoir est rarement installé, car on prévoit suffisamment d'espace pour que les piétons puissent circuler en marge de la chaussée, sans craindre les véhicules routiers. Dans les anciens secteurs, où les rues sont étroites, il y a souvent un trottoir, mais celui-ci peut difficilement être élargi, car la voie de circulation est trop étroite. C'est donc dire que dans bien des cas, il faut « faire avec » les trottoirs existants, même s'ils sont étroits, car ils ne peuvent être élargis.

Du côté des métropoles achalandées, comme Montréal, qui comptent un fort achalandage piétonnier, les trottoirs sont plus spacieux que dans les petites et moyennes villes, où le ratio piéton / auto est beaucoup moins élevé. Il faut donc reconnaître que les trottoirs n'ont pas toujours la même largeur, d'une municipalité à l'autre, ce qui complique un éventuel choix d'utiliser le trottoir comme infrastructure pour les ATPM.

Enfin, Schoon *et al.* (2007), mentionnent une autre contrainte relative aux trottoirs. En se basant sur un questionnaire administré à des utilisateurs, le Segway® pose des problèmes avec les chaînes de trottoir. Sur le terrain, ces appareils et bien d'autres ne peuvent enjambrer ou sauter ces dernières.

5.3 Autres espaces

5.3.1 Piste cyclable ou multifonctionnelle en site propre (privée ou publique)

La circulation en site propre, que ce soit sur une piste cyclable, une piste multifonctionnelle ou sur tout autre espace privé ou public situé à l'extérieur du réseau routier, doit être laissée à la discrétion des propriétaires ou des gestionnaires (ex. associations, clubs, MRC, municipalités, etc.).

Malgré tout, il apparaît évident que certaines lignes directrices devraient être proposées en fonction de critères de sécurité, tels que la largeur, la vitesse et le poids des appareils, ainsi que les caractéristiques de l'aménagement cyclable ou multifonctionnel (nature et volume du débit, largeur de l'emprise, etc.) :

- La vitesse maximale d'un ATPM devrait être de 20 km/h
- Le différentiel de vitesse entre les ATPM et les cyclistes, de même qu'avec les autres utilisateurs, est l'élément clé à considérer pour anticiper d'éventuels problèmes de sécurité avec les ATPM
- Une exclusion des ATPM trop volumineux ou trop lourds est à prévoir, car ils entraînent un risque élevé en cas de collision avec les usagers non motorisés

5.3.2 Autres espaces publics ou privés

La circulation des ATPM sur tout espace situé à l'extérieur du réseau routier, qu'il soit privé ou géré par un organisme public, devrait être laissée à la discrétion des propriétaires ou des gestionnaires (DfT, 2006b). À titre d'exemple, sur les espaces du *Zoo de Granby* ou du *Vieux-Port de Montréal*, la circulation des ATPM pourrait être permise, notamment à des fins touristiques (ex. location).

6 FACTEURS DE RISQUES ET MESURES D'INTERVENTION

6.1 Impact de l'utilisation des ATPM sur la santé

L'utilisation d'un ATPM pour se déplacer entraîne son lot d'impacts sur l'activité physique, et conséquemment, sur la santé des individus qui les emploient. Des bénéfices globaux sur la santé pourraient être mesurés avec l'introduction des ATPM, si ceux-ci contribuaient à générer davantage de transports « actifs ». Or, ces appareils ne modifient d'aucune façon le niveau d'activité physique chez l'utilisateur, car le déplacement est motorisé. Au lieu de créer de nouveaux adeptes de la marche à pied ou du vélo, l'ATPM peut, dans le meilleur des cas, procurer des bénéfices qui sont d'ordre environnemental. Ces appareils n'augmentent pas la locomotion physique; ils substituent un type de déplacement motorisé par un autre, ce qui affaiblirait le niveau de santé des gens (Heller, 2005).

Cependant, il y a beaucoup plus à craindre au niveau des impacts négatifs sur la santé des utilisateurs, surtout si les piétons et les cyclistes venaient à troquer leur mode de déplacement actuel pour un ATPM. Autrement dit, l'ATPM n'est associé à aucun gain potentiel sur la santé des individus, mais à de forts risques de nuire à celle-ci (Litman and Blair, 2006), notamment en raison de pratiques et d'un mode de vie sédentaires (Porrello and Jones, 2006). En effet, le TRB (2005) identifie les différentes technologies qui permettent d'économiser les efforts, dont celles liées aux déplacements des individus, comme principaux responsables de la réduction de l'activité physique dans la population.

Si on déborde du cadre de l'activité physique pour explorer les vertus des appareils sur les aspects psychologiques, on peut présumer que l'utilisation de certains appareils, dont les AMM et possiblement certains ATPM, procurent des bienfaits pour les personnes à mobilité restreinte ou en perte d'autonomie (Sawatsky *et al.*, 2007). De fait, ces appareils leur procurent la liberté de se déplacer, donc une meilleure qualité de vie en général.

6.2 Risques d'accident

6.2.1 Selon le type d'utilisateur

Les cyclomotoristes sont les usagers du réseau les plus à risque d'être blessés lors d'un accident, avec un taux d'accident corporel 35 à 40 fois plus élevé, par kilomètre parcouru, que les automobilistes (Elvik and Vaa, 2004). Selon les mêmes auteurs, les motocyclistes sont eux-aussi très à risque, de 20 à 25 fois plus que l'automobiliste, et les piétons (7 : 1) et les cyclistes (8 : 1) constituent les autres groupes d'usagers à risque d'être blessés sur la route. Ces données mettent en évidence la très grande vulnérabilité aux blessures que présentent les usagers sur deux roues, surtout s'ils sont motorisés.

L'étude de Thulin et Nilsson (1994, dans Elvik and Vaa, 2004) est intéressante, puisqu'elle compare le risque d'être blessé ou tué selon que l'utilisateur est protégé ou non, comme par exemple un automobiliste en comparaison avec un piéton. En se basant sur les distances parcourues par ces deux types d'utilisateur, les auteurs évaluent qu'en Suède, les usagers non protégés sont 7,6 fois plus à risque d'être blessés, et 9,6 fois plus à risque d'être tués.

Ces constats rappellent non seulement la grande vulnérabilité des piétons et des utilisateurs d'engins à deux roues, à l'égard des véhicules motorisés, mais aussi la vulnérabilité potentielle des ATPM sur le réseau. Ces appareils fournissent, si ce n'est une absence complète, une très mauvaise protection au conducteur, et ils partagent des caractéristiques qui les assimilent en partie aux usagers vulnérables et aux deux roues.

Schoon *et al.* (2007) ont consulté le milieu associatif (groupes et organisations) à l'aide d'un questionnaire, afin de connaître leur opinion de l'appareil Segway®. Les cyclistes ont des réserves quant à l'introduction du Segway®, et ils questionnent son utilité véritable, en mentionnant qu'il provoque de nouveaux types de conflits. Cet appareil serait aussi une nouvelle source de conflits avec les piétons.

Quant au comportement d'éventuels utilisateurs d'ATPM sur le réseau routier, il est impossible actuellement d'en connaître les caractéristiques, car cette catégorie d'usagers n'est pas encore définie clairement, ni autorisée à circuler sur le réseau, et plusieurs types d'appareils différents pourraient la composer.

6.2.2 Selon l'âge

De façon générale, l'expérience de conduite va avec l'âge, et le manque d'expérience est associé au risque d'accident. D'une part, l'inexpérience traduit un manque de pratique pour accomplir certaines manœuvres de façon sécuritaire, et d'une autre, il faut considérer le phénomène de la prise de risque chez les jeunes usagers. La relation entre l'âge, l'expérience de conduite et le risque d'accident est bien étayée dans la littérature, mais peu définie dans le cas précis des ATPM. À cet égard, le SWOV (Schoon *et al.*, 2007) recommande que l'âge minimal pour conduire un Segway® soit de 16 à 18 ans, en Hollande. Aux États-Unis, cet âge varie de 14 à 16 ans dans treize États ayant déjà légiféré (GHSA, 2008).

6.2.3 Selon les conditions climatiques et saisonnières

L'obscurité est associée à une augmentation significative du taux d'accidents corporels, non seulement pour l'ensemble des véhicules impliqués, pour surtout pour les piétons. Elvik et Vaa (2004) rapportent qu'en Norvège, dans l'obscurité, la variation du taux d'accidents corporels est de 1,5 : 1 par rapport aux conditions diurnes, et ce, pour l'ensemble des accidents. Le taux d'accidents corporels est cependant accentué par un facteur de 2,1 : 1 pour les accidents qui impliquent des piétons. Les piétons sont donc très affectés par la condition d'obscurité et il y a lieu de croire que la mauvaise visibilité joue un rôle sur cet accroissement du risque d'être frappé la nuit.

Les conditions routières sont elles aussi en lien avec un accroissement du taux d'accidents corporels. En prenant comme mesure de base une route sèche, Elvik et Vaa (2004) évaluent que le taux d'accidents corporels augment par un facteur de 1,3 : 1 sur une route mouillée, de 1,5 : 1 sur une surface couverte de neige mouillée, et de 2,5 : 1 lorsqu'elle est recouverte de glace ou de neige durcie.

Quelques auteurs dont Sawatsky *et al.* (2007), Ulrich (2006) et Heller (2005) abordent brièvement la question de l'influence des conditions météorologiques sur l'utilisation des ATPM. Ils mentionnent qu'il s'agit d'un facteur nettement limitatif en se référant entre autres aux températures froides et aux précipitations. Dans les situations d'expérimentation en conditions réelles d'opération, ce facteur peut avoir été effleuré dans la présentation des résultats ou des limites des études recensées, sans plus de commentaires.

L'expérience tirée de l'usage de la bicyclette et de la motocyclette peut être d'une certaine pertinence ici. Les ennemis météo des usagers de ces véhicules sont entre autres le froid, les précipitations et le vent, pris singulièrement ou en combinaison. Voilà des facteurs qui peuvent d'une part rendre la pénibilité d'un déplacement considérable, sinon insupportable, ou d'autre part, décider l'usager à ne pas l'entreprendre du tout. Le froid et les précipitations exigent des vêtements appropriés, souvent dispendieux et spécifiques à un type de véhicule (patins alignés, bicyclette ou moto). Pour une exposition relativement courte, ces vêtements sont efficaces, mais lors d'un long trajet, ils atteignent parfois leur limite de protection. Il existe cependant des éléments de différenciation importants. Le cycliste, par le fait qu'il pédale génère sa propre chaleur et peut, s'il est suffisamment bien vêtu, circuler sur de longues distances à condition qu'il se nourrisse en conséquence. Le motocycliste, face au froid et à la pluie, est plus exposé à une perte de chaleur car son cardio-vasculaire n'est pas vraiment sollicité. Ses options sont alors, de s'arrêter pour se nourrir et se réchauffer, ou de s'équiper de vêtements imperméables ou chauffants ou d'équipements véhiculaires appropriés (siège et poignées chauffantes, pare-brise surélevé). Contre le vent, le cycliste n'a qu'à s'accrocher et lutter et le motocycliste qu'à « tordre » la poignée des gaz, ce qui augmente sa consommation et réduit son autonomie d'action.

Par transposition aux ATPM, on peut présumer que l'influence de conditions météo défavorables constitue un des facteurs limitatifs à leur usage, et ce, pour tout type de déplacement ou d'engin. Toutefois, le conducteur du Segway® est le plus exposé aux intempéries à cause de sa position debout. Les bourrasques et forts vents pourraient importuner ce dernier de façon plus importante que pour les autres types d'ATPM, vu son mode de direction faisant appel au principe d'équilibre et de positionnement du corps. Les combinaisons à craindre sont le vent avec la pluie ou le froid. Une alliance froid, vent et précipitations constitue certainement un obstacle extrême à la circulation des ATPM. Les effets d'un tel mélange, tant sur le conducteur que sur l'appareil lui-même, devient alors une garantie de non-usage ou d'entreposage plus ou moins long. En conséquence on peut poser comme hypothèse que les facteurs météorologiques imposeraient de sévères limites à l'usage des ATPM, lorsque le froid, la pluie et le vent se manifestent. Durant ces périodes, ou ces saisons, les lieux d'usage (rue, bandes, pistes) qui auraient pu leur être consacrés ou réservés, en site commun ou en site propre, seraient peu ou pas utilisés. Il apparaît alors conséquent de poser la question : l'usage civil des ATPM devrait-il être perçu, et conséquemment réglementé sur une base saisonnière, comme certaines bandes cyclables? Ces aspects devraient faire l'objet d'une recherche plus approfondie.

6.2.4 Port du casque

Même s'il n'est pas obligatoire au Canada, le port du casque protecteur est très répandu chez les cyclistes, pour des raisons évidentes de sécurité. Le risque d'être blessé à la tête, lors d'une chute ou d'une collision (traumatisme crânien ou autre) est très élevé pour les usagers qui se déplacent sur le réseau routier tout en étant exposés aux dangers, tels que les cyclistes, et par extension, les usagers ATPM, car ceux-ci adoptent très souvent une position debout, ou en hauteur, qui augmente le risque de chutes et de heurts sur la tête.

L'impact bénéfique du casque protecteur est démontré hors de tout doute, dans plusieurs études internationales. Aux États-Unis, Wasserman et Buccini (1990), à l'aide d'un questionnaire adressé à 191 cyclistes, notent que les cyclistes casqués subissent très peu de fractures du crâne en comparaison avec les cyclistes non-casqués (1 % vs 11 %). Les lésions faciales sont également réduites lorsqu'un casque est porté (5 % s 18 %).

Toujours aux États-Unis, l'étude de Thompson *et al.* (1996), effectuée auprès de 3390 cyclistes blessés, livre trois constats importants : le casque réduit les blessures à la tête d'environ 70 %, l'efficacité du casque est aussi importante chez les adultes que chez les enfants, et elle est significative aussi bien pour les accidents qui impliquent des véhicules moteurs que pour tout autre type d'accident. L'étude australienne de Thomas *et al.* (1994), réalisée sur un échantillon de 230 enfants cyclistes blessés à la tête, arrive à un chiffre similaire. Selon ces auteurs, le port du casque réduit de 63 % le risque de blessure à la tête, et de 86 % celui de perdre connaissance des suites de l'impact. Selon eux, une loi obligeant le port du casque chez les enfants devrait donc être mise en place.

De son côté, l'enquête hospitalière de Spaite *et al.* (1991) révèle que les cyclistes non-casqués sont plus souvent impliqués dans des accidents violents que les cyclistes casqués. Les auteurs font cette découverte en observant que les non-casqués subissent davantage de blessures importantes aux autres parties du corps qu'à la tête, en comparaison avec les cyclistes casqués. Ce résultat suggère que le port du casque est lié à des habitudes de conduite sécuritaires, un constat également soulevé dans l'étude québécoise de Bergeron *et al.* (1992). À tout le moins, ce résultat va à l'encontre de l'assomption selon laquelle un cycliste casqué serait plus téméraire, du fait qu'il se sentirait davantage protégé ou en confiance.

Daniel *et al.* (2005) recommandent le port d'un casque cycliste approuvé pour conduire une trottinette, et cette obligation devrait s'appliquer aux utilisateurs en dessous ou au dessus d'un certain âge.

À cause des vitesses d'usage, les utilisateurs devraient porter un casque de moto et des vêtements anti-abrasion (ROSPA, 2003).

6.3 Mesures d'intervention pour contrer le risque d'accident

6.3.1 Mesures générales

Elvik et Vaa (2004) présentent une synthèse intéressante de la durée de vie de différents groupes de mesures d'intervention en sécurité routière (tableau 9). Les mesures les plus durables à long terme sont les interventions qui portent sur les infrastructures, notamment les investissements pour de nouveaux aménagements plus sécuritaires (25 ans), mais aussi les correctifs mineurs apportés aux routes et à leurs caractéristiques (1 à 10 ans). Les mesures qui ont trait aux véhicules ont elles-aussi une longue durée de vie (15 ans), laquelle est coupée de moitié si les mesures s'appliquent à des véhicules déjà en circulation. Enfin, les mesures qui ont trait à l'individu sont à très court terme, c'est-à-dire qu'elles sont toujours à refaire si on souhaite conserver leur niveau d'efficacité.

Tableau 9 Durée de vie utile des interventions en sécurité routière

Groupe de mesures	Durée de vie (ans)
Investissements sur le réseau routier (aménagement et réaménagement)	25
Correctifs mineurs apportés au réseau routier, signalisation	10
Marquage au sol	1 à 10
Ajout de pavage et repavage	1 à 10
Entretien hivernal	1
Équipements de sécurité obligatoires sur les véhicules neufs	15
Équipements de sécurité obligatoires ajoutés aux véhicules existants (<i>retrofit</i>)	7,5
Inspection des véhicules	1
Formation des conducteurs	1 à 3
Éducation des enfants à la circulation	1 à 3
Campagnes d'information	1
Répression policière et sanctions (infractions, emprisonnement)	1
Retrait du permis de conduire	Durée du retrait

Tiré de : Elvik and Vaa (2004) The handbook of road safety measures

6.3.2 Corridors dédiés

Une mesure qui commence à gagner la faveur des planificateurs, et qui ferait sans aucun doute le bonheur des utilisateurs, est le concept des « corridors dédiés ». Les corridors dédiés font référence à des pistes cyclables élargies, qui, en plus de satisfaire les exigences des cyclistes en milieu urbain, pourraient accomplir une vocation de transport utilitaire pour une clientèle élargie. Effectivement, les bandes cyclables sont aujourd'hui très prisées, non seulement par les cyclistes, mais aussi par des nouveaux usagers qui, parfois, peuvent poser problème à ces derniers. Les nouveaux appareils que les gestionnaires voient apparaître sur les voies cyclables sont larges, conduits différemment, ou tout simplement interdits de circulation, du moins, à l'heure actuelle.

Or, bien que la légalité et la légitimité de ces nouveaux appareils puisse être questionnée, il n'en demeure pas moins que la notion de transport actif et alternatif gagne du terrain. Les aménagements cyclables sont dans la mire des décideurs et des planificateurs municipaux, car on observe de plus en plus la nécessité d'aménager de tels corridors, pour satisfaire la clientèle émergente. Les corridors dédiés permettent d'offrir une alternative à l'automobile, car certains déplacements de courte distance pourraient être réalisés, moyennant leur présence, dans un esprit écologique et respectueux des usagers non motorisés.

Les corridors dédiés semblent avoir des retombées positives sur le plan de la sécurité routière, car ces aménagements, en plus de fournir un espace exclusif, peuvent être conçus de façon à protéger « physiquement » les usagers du trafic motorisé. Pour apprécier l'impact des corridors dédiés sur la sécurité des usagers, on peut simplement mettre en contexte les gains potentiels apportés par les voies cyclables, et par extension, les appliquer aux corridors dédiés. La méta-analyse d'Elvik et Vaa (2004) récupère les résultats de 32 études réalisées presque exclusivement en Europe. Les bandes cyclables sont associées à une légère réduction de 4 % des accidents, mais celle-ci est significative (tableau 10).

Tableau 10 Effet des bandes cyclables sur le taux d'accidents corporels

Mesure d'intervention	Type d'accident affecté	Variation (%)
Bande cyclable	Accidents de piéton	- 5
	Accidents de vélo	- 2
	Accidents de véhicules	- 5
	Tous les accidents	- 4

Adapté de : Elvik and Vaa (2004) The handbook of road safety measures, p. 273.

Les avantages apportés par les corridors dédiés sont également observables au niveau de l'activité physique, puisque l'augmentation du nombre de kilomètres de voies cyclables, que celles-ci soient exclusives ou réservées au vélo, est un incitatif à l'utilisation de ce moyen de transport actif. Les études de Nettelblad (1987), Wheeler and Morgan (1987) et Gabestad (1989), rapportées par Elvik et Vaa (2004), démontre à cet effet que la marche et le vélo augmentent suivant la construction de voies pour la marche et le vélo. Les corridors dédiés peuvent aussi comporter des avantages propres aux ATPM. Si la circulation des ATPM était permise dans les corridors dédiés, les gains se situeraient surtout au niveau de l'écologie et du respect de l'environnement, et à travers les impacts économiques de la R/D liée aux nouveaux appareils personnels. Or, ce n'est pas tout de reconnaître les avantages liés aux corridors dédiés, encore faut-il que ces corridors puissent voir le jour.

La première difficulté consiste à faire accepter aux usagers « actifs » la présence d'usagers motorisés, mais non actifs, dans le même corridor qu'eux. Il n'est pas simple de favoriser la cohabitation entre ces deux clientèles, qui ont parfois des motivations différentes, mais qui pourtant, se rejoignent quelque part. On reproche aux usagers « alternatifs » de ne pas faire de déplacements actifs, en remplaçant la voiture personnelle par un plus petit engin, certes, mais qui est tout de même motorisé. Les cyclistes ont la perception d'être envahi dans un endroit qui devrait normalement leur être réservé, puisqu'ils en sont les concepteurs et initiateurs.

En deuxième lieu, les corridors dédiés, bien qu'idéaux sur papier, souffrent du syndrome « pas dans ma cour ». Combien de projets de bandes cyclables ne verront jamais le jour puisqu'ils impliquent d'enlever le stationnement d'un des deux côtés de la rue. Les corridors dédiés étant généralement requis sur les grands axes commerciaux, la grogne se fait vite sentir chez les commerçants, lorsqu'on cherche à amputer le stationnement sur rue, utile à la clientèle. Les résidents eux aussi peuvent tenir mordicus à leur stationnement sur rue.

À cet égard, une étude norvégienne, réalisée pour le compte du Norwegian Association of Public Transport Companies et du Oslo Tram Company (Stangeby, 1994, dans Elvik and Vaa, 2004) met en relation ce phénomène avec la perception des pouvoirs publics. À Oslo, les élus sont majoritairement favorables à limiter la circulation urbaine, à aménager des rues piétonnières, et à interdire le stationnement à certains endroits. Or, ces derniers croient aussi que la population n'est pas favorable à de telles mesures. L'étude démontre le contraire; les élus croient à tort que ces mesures sont impopulaires, alors qu'en réalité, elles le sont suffisamment (tableau 11). Par exemple, près de la moitié de la population (43 %) est d'accord avec l'interdiction de stationnement, alors que les élus croient que cet appui n'est que de 31 %.

Tableau 11 Perception des élus et de la population pour certaines mesures

	Pourcentage en faveur de la mesure (%)		
	Politicien municipal	Perception du politicien municipal de la volonté populaire	Population
Interdiction de stationnement	61	31	43
Rues piétonnières	68	38	53
Réduire la circulation urbaine	72	24	64

Tiré de : Stangeby (1994); dans Elvik and Vaa (2004) The handbook of road safety measures, p. 164.

7 SYNTHÈSE DES AVANTAGES ET DES INCONVÉNIENTS

Ce chapitre résume les avantages et les inconvénients propres aux ATPM, tels qu'illustrés dans la littérature ou par les réponses obtenues par voie de questionnaire. Les listes qui suivent présentent les avantages et les inconvénients des ATPM de façon thématique, soit en fonction de l'utilisateur, de la sécurité routière en général, et de l'environnement.

Le principal constat est que les bénéfices potentiels, associés aux ATPM, sont surtout attribuables aux utilisateurs eux-mêmes et à l'environnement. Si l'usager d'un ATPM effectue des déplacements utilitaires, l'ATPM procure l'avantage d'une mobilité accrue et diversifiée, et qui peut s'avérer économique si l'ATPM substitue ou remplace la voiture personnelle. Toutefois, bien que les ATPM soient potentiellement profitables sur le plan économique, il n'en va pas de même pour la sécurité des utilisateurs et pour la sécurité routière en général. Les inconvénients en termes de sécurité sont nombreux, ce qui justifie la nécessité du présent mandat d'étude.

D'autre part, les ATPM, avec leur taille réduite et leur moteur électrique, sont associés à des bénéfices environnementaux. Il y a cependant des nuances importantes à apporter. En premier lieu, qu'est-ce qui permet de croire que davantage d'automobilistes troqueront leur voiture pour un ATPM, en comparaison aux marcheurs et aux cyclistes qui délaisseront le transport actif pour un moyen de transport motorisé, si celui-ci est à première vue abordable et écolo? D'autre part, est-ce que les automobilistes québécois délaisseront réellement leur voiture pour un engin exposé aux intempéries, qui est utilisable seulement quelques mois par année? En fait, les bénéfices environnementaux escomptés par les concepteurs des ATPM sont valables dans un lieu idéal, où il fait beau et chaud à l'année, et où l'environnement est vaste, et sans poser de risque majeur en lien avec la circulation. Or, c'est loin d'être le cas au Québec. Quant à l'argument écologique (électricité plutôt que carburant), on doit se demander pourquoi les documents qui font la promotion des ATPM ne livrent pas les coûts liés à la production d'appareils qui ont une durée de vie limitée, et qui consomment des batteries dont la disposition est problématique. Quant à l'électricité, celle-ci est rarement produite de façon « verte » comme au Québec, mais plutôt avec des centrales nucléaires ou fonctionnant au charbon. En somme, une évaluation rigoureuse des bénéfices pour l'environnement devrait considérer le transfert modal dans son ensemble, et vérifier s'il y a de véritables gains en termes de transport utilitaire, plutôt qu'un simple ajout d'offre pour des nouveaux types de divertissements et de loisirs.

7.1 Avantages des ATPM

7.1.1 Pour l'utilisateur

- Mobilité, autonomie et indépendance des utilisateurs
- Amélioration de la qualité de vie de certains utilisateurs (ex. problèmes de mobilité)
- Solution de rechange : offre une alternative aux déplacements de courte distance
- Économie de temps : accélère les petits déplacements saisonniers en milieu urbain
- Utile pour certains travaux et métiers (ex : patrouille policière, usines et entrepôts)
- Moins d'efforts qu'à bicyclette et plus rapide qu'à pied
- Peut être utilisé en milieu plus ou moins accessible
- Dans certains cas, donne accès aux infrastructures récréatives
- Appareil ludique, offre un loisir additionnel
- Peu coûteux par rapport à une voiture
- Demande peu d'entretien

7.1.2 Pour la sécurité

- Risques minimaux lorsque bridés à 6 km/h
- Déplacements sécuritaires si effectués en milieu restreint
- Faciles à manœuvrer, stables

7.1.3 Pour l'environnement

- Diminution des émissions de CO₂ et réduction des GES (moins de pollution)
- Économie d'énergie
- Économie d'espace (routes et stationnement)
- Réduction potentielle (à long terme) de la circulation automobile, donc fluidité accrue
- Justification pour plus de voies cyclables, et pour des élargissements de voies existantes
- Peu bruyant
- Compatibilité potentielle avec le transport en commun

7.2 Inconvénients des ATPM

Un certain nombre d'inconvénients rapportés dans la littérature et le questionnaire ont trait aux lacunes actuelles de la réglementation à l'égard des ATPM. De façon générale, les intervenants et les auteurs déplorent qu'actuellement, et en raison de l'absence de réglementation :

- Tout le monde peut se procurer un ATPM, mais personne ne sait où il peut circuler
- Aucune règle de sécurité ou de circulation n'est en place
- C'est l'anarchie sur la voie publique, les ATPM circulent partout (trottoir, piste, rue, parc)
- Aucun critère d'attribution n'est prévu, comme c'est le cas pour les AMM subventionnées
- Aucune condition minimale à la conduite
- Lors de la vente, on ne tient pas compte des limites fonctionnelles de l'individu
- Absence d'enregistrement (certificat ou plaque)
- N'importe qui ou à peu près peut se procurer et conduire un ATPM
- L'utilisation non encadrée peut être problématique pour les utilisateurs eux-mêmes et pour les autres usagers sur les infrastructures publiques
- L'utilisation dans des espaces privés doit être autorisée par les propriétaires

7.2.1 Pour l'utilisateur

- L'ATPM encourage à ne pas faire d'effort physique; il remplace des déplacements actifs
- Sédentarité des jeunes et sédentarité précoce des gens plus âgés
- Manque de protection : aucune protection aux utilisateurs en cas de collision
- Problème en cas de panne, surtout en milieu rural ou isolé
- Difficulté à couvrir de moyennes et grandes distances (ex. milieu rural)
- Autonomie énergétique plus ou moins grande (poids, pente, conditions météo, etc.)
- Demande un ravitaillement fréquent et un accès à une borne électrique
- Usage restreint par la température et la saison (pluie, neige, glace, etc.)
- Difficile de transporter des objets
- Risques de vol accrus étant donné la difficulté à entreposer / sécuriser
- Coût d'achat et d'entretien plus élevés que pour le transport actif (ex. vélo, marche)

7.2.2 Pour la sécurité

De façon générale, avec les ATPM, on note sur le plan de la sécurité que :

- Le risque d'accident est plus élevé, selon la nature de l'appareil et le lieu d'utilisation
- Le moteur est facilement débridé, le respect de la vitesse réglementaire dépend alors de la bonne volonté de l'utilisateur
- Le potentiel de vitesse est élevé sur certains modèles
- La vitesse est difficile à gérer, vu l'impossibilité de contrôler par radar (si < 20 kmh)
- Sur les réseaux cyclables en zone urbaine (ex. Canal Lachine, Riveraine sur la rive-nord de Montréal, Boul. de Maisonneuve), les risques de conflits et d'accidents sont élevés
- ATPM = jouet : propension des usagers à la témérité et au non respect des règles
- Certains ATPM sont destinés aux jeunes utilisateurs (ex. trottinette)
- Les risques sont parfois accrus pour les femmes enceintes (ex. Segway®)
- Certains sont instables, difficiles à manœuvrer, ou requièrent des habiletés accrues
- Certains sont peu visibles la nuit, à cause du manque d'éclairage

Et en ce qui concerne la chaussée (route ou rue), de façon spécifique :

- Les ATPM sont assez lents, donc suivent difficilement la circulation
- Le partage de la route est difficile avec les automobiles et les cyclistes
- Les risques aux non motorisés (ex. vélo) sont importants en raison du poids des ATPM
- Il n'est pas démontré qu'actuellement, c'est une pratique sécuritaire à même le trafic
- Certains modèles sont peu visibles pour les autres usagers
- Des comportements téméraires sont à prévoir : ex. se faufiler, zigzaguer

Et sur le trottoir ou les voies cyclables :

- Gabarit pas toujours compatible avec les trottoirs existants
- Dangereux pour les piétons en raison de : poids / taille / vitesse
- Inaudible donc peu repérable par les piétons (surtout les non voyants)
- Encombrement de réseaux déjà sur-utilisés par les non motorisés et les AMM
- Cohabitation difficile avec les vélos et les piétons
- Occupent beaucoup d'espace, surtout en largeur

7.2.3 Pour l'environnement, l'ATPM :

- S'avère moins pratique, écologique et santé que le vélo
- Peut augmenter les coûts de santé, suite à la réduction de l'exercice physique
- Favorise la surconsommation (fin de vie utile des équipements)
- Présente des composantes de batterie difficiles à recycler ou polluantes
- Consomme l'électricité pas nécessairement produite de façon « verte » (ex. nucléaire)
- Difficile à intégrer dans une chaîne multimodale de transport
- Les infrastructures actuelles (routes, trottoirs et voies cyclables) ne sont pas aménagées pour les ATPM
- Requiert l'aménagement de voies réservées ou de corridors dédiés
- Abîme les pistes cyclables en criblure de pierre
- Diminue la demande de transport en commun
- Transporte un seul utilisateur (pas de passagers)
- Nécessite un remisage mais s'avère difficile à entreposer

8 RÉGLEMENTATION RELATIVE AUX ATPM

La revue de la littérature fait largement état de la réglementation des ATPM. Au total, 26 documents de nature générale abordent ce sujet d'une façon ou d'une autre. Les documents de nature « strictement » juridique ne sont pas analysés car leur contenu est déjà résumé dans les ouvrages généraux. Ce que les textes révèlent clairement, c'est qu'il existe une très grande variété de lois et de règlements, passés, présents ou en gestation, relativement aux appareils dits « ATPM ». En effet, plusieurs auteurs rapportent cette grande diversité (Daniel *et al.*, 2005), d'autres la dénoncent, en donnant des exemples spécifiques et en illustrant le processus de décision qui a pu engendrer des lois ou des règlements (Goodridge, 2003; Brunton, 2007).

Pour la réglementation relative à l'environnement, Daniel *et al.* (2005) recommandent que toute mesure de sécurité imposée aux trottinettes (*scooters*) soit plus exigeante que celle des bicyclettes, mais moins exigeante que celle des cyclomoteurs ("*mopeds*"). Pour les auteurs, un niveau de sécurité « plus élevé », quant aux scooters et aux planches motorisées, consiste à « les interdire sur les routes, les rues et les trottoirs. » Par ailleurs, un niveau « moyen » de sécurité pourrait être atteint si on les autorise seulement sur les infrastructures à vitesse réduite.

Les règlements qui portent sur l'autorisation de circuler en fonction de l'environnement ou de l'infrastructure sont détaillés dans le portrait mondial des législations (section 8.2).

8.1 Nature de la réglementation

8.1.1 Niveaux de réglementation

La plupart des pays possèdent une législation à plusieurs niveaux, comme le Canada avec ses pouvoirs fédéraux, provinciaux et municipaux. Dans cette perspective, les lois et règlements propres aux véhicules, aux usagers et à l'environnement routier sont délégués à l'une ou l'autre de ces autorités, d'où la nécessité de mettre en marche un processus législatif hiérarchisé respectant une logique allant du pouvoir général vers le pouvoir spécifique. Autrement dit, avant que plusieurs municipalités aient adopté des règlements pour solutionner des problèmes liés aux ATPM dans leur propre milieu de vie, il faudrait que les pouvoirs supérieurs statuent préalablement, dans leurs champs de compétence, pour éviter tout imbroglio.

8.1.2 Variété des règlements ou confusion?

Dans bien des cas, la prise de conscience de l'existence des ATPM origine de la démarche de mise en marché de l'appareil Segway®. Au départ, cet appareil n'avait pas « naturellement » sa place dans l'espace public, mais il a suscité l'attention des législateurs des États-Unis parce que des lobbyistes ont comparu devant la quasi majorité des législatures avec des projets de loi types (anonyme, 2002a, 2002b, dans UTM).

Par ailleurs, pour rendre la situation encore plus compliquée, à la marge même de la confusion, il semble apparaître sur le marché de plus en plus d'appareils pouvant se prétendre une ATPM. La section de ce rapport qui illustre les différents types et modèles d'ATPM (section 4.1) en témoigne. On peut spéculer qu'avec le temps, de plus en plus de modèles, de copies de véhicules et d'appareils expérimentaux vont poindre, à court et moyen termes. Il semble que le génie imaginatif des inventeurs et des constructeurs ne se fixe aucune limite, et que la multiplication des d'appareils répond essentiellement à l'ouverture de marchés prônant l'usage d'appareils à façade verte et écologique, mus par des moteurs électriques dits propres.

Daniel *et al.* (2005) notent que la confusion vis-à-vis les scooters motorisés à essence et électriques (trottinettes), se trouve au niveau étatique ou municipal. Les éléments qui portent à confusion sont l'usage sur le réseau public, l'enregistrement du véhicule, l'âge minimum du conducteur, le port du casque et les amendes aux contrevenants. La problématique est telle que parfois on assimile, dans les lois ou la réglementation, les scooters aux motocyclettes, aux bicyclettes ou aux bicyclettes électriques. Pour illustrer cette situation cacophonique, les auteurs tentent d'intégrer un concept commun, pour l'appellation (type de véhicule) et la caractérisation (homologation) de ce véhicule. Les auteurs illustrent la confusion dans un tableau synthèse qui regroupe 13 paramètres qui définissent les scooters dans 36 États américains.

Darmochal et Topp (2006) ATPM 040 abordent la réglementation internationale (p. xiv), et formulent leurs propres recommandations. Les États américains permettent le Segway® sur la route, le trottoir, les bandes cyclables et les terrains privés, mais les municipalités peuvent en surplus créer des règlements spéciaux limitant ou augmentant ces lieux d'usage.

L'étude du CPSC (Marcy and Rutherford, 2005), citée par le UTM (Anonyme, 2005), souligne la confusion qui entoure le terme « scooter » dans certaines législations américaines. La confusion existe entre les scooters « jouets », qui peuvent néanmoins rouler jusqu'à 55-65 km/h, et les scooters motorisés « plein format », qui sont en fait des cyclomoteurs. Cette confusion engendrerait un certain nombre de traumatismes, puisqu'ils sont observés en des lieux inadéquats du réseau.

Dans le UTM (Anonyme, 2002c), on rapporte qu'en novembre 2002, le président des États-Unis a signé une loi qui transfère le contrôle réglementaire des bicyclettes électriques du NHTSA au *Consumer Product Safety Commission* (CPSC). La législation édicte que la loi fédérale supprime toute mesure législative des États qui pourrait être plus stricte que la loi fédérale ou la réglementation du CPSC. La définition légale de l'appareil est alors :

"two-or three wheeled vehicle with fully operable pedals and an electric motor of less than 750 watts whose max speed on a paved level surface, when powered solely by such a motor while ridden by an operator who weighs 170 pounds, is less than 20 mph".

On peut se demander à quelle notion de sécurité on réfère, d'appareil ou d'usage routier, car les missions sécuritaires de ces deux agences réglementaires sont totalement différentes.

Dans un article traitant de la sécurité de la circulation et de santé publique, Savage *et al.* (2004) font un bilan de l'action législative des États américains pour l'année 2004. La section propre aux appareils dits « scooters » illustre une situation paradoxale. Ces appareils sont de plus en plus utilisés, souvent par des jeunes qui sont surreprésentés au niveau des traumatismes en salle d'urgence, de sorte qu'ils soulèvent l'intérêt des législateurs. Deux problèmes se posent de façon avec acuité. D'une part, la vitesse de pointe de certains de ces appareils peut atteindre 55 à 65 km/h, alors qu'ils sont légalement considérés comme des « véhicules jouets », ce qui provoque une nette confusion d'identification. D'autre part, leur définition pose problème car ils sont associés, par homonymie, aux scooters (« mopeds ») qui sont eux-mêmes considérés comme des motos, donc des véhicules routiers. Les auteurs constatent alors que les législatures des États et les municipalités essaient d'intervenir au niveau de la sécurité des citoyens en prenant des avenues législatives et réglementaires variées. Ceci provoque une diversité de textes, représentatifs de la confusion qui règne à l'heure actuelle. Le texte fait mention du cas du Segway® qui n'échappe pas à cette situation.

Enfin, concernant cet appareil, le site Internet du Governors Highway Safety Association (2008), consulté sur : http://www.ghsa.org/html/stateinfo/laws/segway_laws.html, fournit un tableau à jour de la situation de certains aspects de la réglementation étatique concernant cet appareil. L'introduction de ce site Internet résume bien la situation :

**Extrait du site Internet du
"Governors Highway Safety Association" (Nov. 2008)**

*Segway LLC manufactures electronically propelled two-wheeled devices designed to transport one person with a maximum speed of less than 20 mph. **In most states**, Segways must follow the rules pertaining to pedestrians while on roads and sidewalks, such as traveling on the left side of the road, facing traffic.*

***Some states** have minimum age requirements for operators or mandate helmet use for certain ages. **One state** (New Jersey) requires helmet use for all ages. No states require the operator of an to be licensed. Segways are exempted from registration requirements.*

*To date, Segways have been classified as neither a motor vehicle nor a consumer product. The Consumer Product Safety Commission issued **a preliminary opinion** that they should be considered "consumer products" and therefore not be regulated by the National Highway Traffic Safety Administration. This **designation may change** if Segways or other similar electronic personal mobility devices become more common.*

- **43 States and the District of Columbia have enacted legislation** allowing use of Segways.
- **5 States (CO, CT, MA, ND and WY) have no legislation** permitting the use of Segways.
- **2 States (AR and KY) have no statewide prohibitions** against Segways, but **local regulations may exist**.

8.2 Portrait mondial de la législation

8.2.1 Au Canada

Au Canada, trois provinces ont statué sur quelques types d'ATPM : l'Alberta, la Colombie-Britannique et l'Ontario.

La Colombie-Britannique (ICBC, 2005) fournit les grandes lignes propres à certains ATPM et donne également les spécificités par appareil. Selon la loi des véhicules moteurs de cette province, les scooters et planches motorisés, de même que le Segway®, ne sont pas des véhicules moteurs reconnus par la loi, et en conséquence, ne peuvent circuler sur le réseau public, ni la chaussée, ni sur les trottoirs adjacents à une route. Ils ne rencontrent pas les normes de sécurité propres aux véhicules routiers, notamment pour le système d'éclairage, le système de freinage et les sièges. Ils ne rencontrent pas non plus les spécifications de vitesse propres aux motos à basse vitesse (type Vespa) et aux VAE. La présence d'un de ces appareils sur le réseau est passible d'une contravention. De plus, ces trois types de véhicule ne peuvent pas être assimilés aux VAE, ni aux motos à basse vitesse et aux fauteuils roulants motorisés. Si les VAE et les motos ont le droit d'utiliser la route, les fauteuils roulants motorisés doivent être conduits avec les mêmes règles qui s'appliquent aux piétons.

Pour l'Alberta, un document d'information du gouvernement donne au départ quelques définitions, qui améliorent la compréhension du texte de loi (Alberta Infrastructure & Transportation, 2005). Les catégories visées sont : VAE, cyclomoteur (*moped*), motocyclette, AMM (tri et quadriporteur ou fauteuil roulant motorisé), véhicule hors-route, et enfin, les « véhicules miniatures dits prohibés ». Tous ces appareils sont systématiquement présentés en fonction des règles et conditions qui régissent ou interdisent leur usage ; obligation d'un permis de conduire, âge minimum du conducteur, enregistrement du véhicule, port du casque protecteur, règles spécifiques d'utilisation et équipements de sécurité. Les véhicules miniatures prohibés en Alberta sont les planches motorisées, les trottinettes, les mini-motos (*pocket bikes*), les voiturettes de type « golf » (*golf cart*) et le Segway®. Ces appareils sont tous considérés comme des véhicules moteurs « miniatures », dans le « *Traffic Safety Act* », et ils ne sont pas autorisés à circuler sur le réseau routier public (routes et trottoirs). Bien que leurs utilisateurs adoptent généralement un comportement apparenté à celui des piétons, ils ne rencontrent pas la définition légale d'un piéton, d'où leur interdiction sur le trottoir bordant le réseau routier. Ils sont permis d'usage seulement sur des terrains privés.

En Ontario, le document qui commente la loi 169 (Government of Ontario, 2007), laquelle amende la loi « *Transportation Statute Law* », de 2005, traite des appareils qui peuvent, ou non, circuler sur le réseau. Plusieurs de ces appareils ne sont pas des ATPM étudiés dans le présent mandat, tels que les motos à basse vitesse (type Vespa), les cyclomoteurs, les VAE, les VBV et les mini-motos (*pocket bikes*) et les différentes AMM (tri et quadriporteurs et fauteuils roulants motorisés). Seuls le Segway® et les trottinettes motorisées méritent notre attention. On applique à chaque type d'appareil des règles à la fois générales ou spécifiques de même qu'à son conducteur. En résumé, on spécifie que la trottinette ne peut pas être utilisée sur le réseau routier, car elle ne rencontre pas les critères propres à l'équipement de sécurité requis sur les véhicules routiers. Pour le Segway®, on mentionne qu'il peut être utilisé sur les routes et les trottoirs, par tout usager de plus de 14 ans, en autant que cette personne soit à mobilité restreinte. On ne précise cependant pas la nature et l'intensité de ces limitations, et qui doit les évaluer et dans quelles conditions. Les autres utilisateurs de Segway® qui ont accès au réseau sont les officiers de police et les postiers de Postes Canada. Rappelons que cette autorisation de circuler relève d'un projet-pilote propre à l'introduction du Segway®. Ce projet de 5 ans (2006 à 2011) vise à recueillir de l'information permettant de mesurer l'impact de cet appareil sur la sécurité des piétons et d'analyser sa cohabitation avec tout type de trafic (section 3.3).

8.2.2 Aux États-Unis

Les États-Unis ont la législation la plus complète sur le plan mondial en ce qui concerne le statut du Segway®. Comme l'indique la littérature, cette compagnie a déployé un puissant lobby commercial, afin de faire accepter cet appareil dans le Code de la route de chaque État américain. En ce qui concerne les autres ATPM, la règle est parfois moins claire. Le tableau des lois relatives au Segway®, compilé par le GHSA (2008), est celui de novembre 2008, disponible sur Internet à : http://www.ghsa.org/html/stateinfo/laws/segway_laws.html. Au total, 43 États et le District de Columbia permettent l'utilisation de cet appareil sur le trottoir. Trente États l'autorisent sur les pistes cyclables. Sur la route, 36 États permettent le Segway®, mais la plupart énoncent cependant des restrictions, principalement sur le type de rue ou de route et quant à la vitesse affichée. Onze États sur treize qui réglementent l'âge des usagers fixent le seuil minimal à 16 ans, tandis que deux autres États placent la limite à 14 ans. Dans une vingtaine d'États, les règles en vigueur pour les piétons s'appliquent telles quelles aux conducteurs de Segway®. Onze États obligent le port du casque, et la plupart l'exigent chez les plus jeunes utilisateurs (4 États adoptent le critère moins de 16 ans et 4 autres le critère moins de 18 ans).

8.2.3 En France

En France, la réglementation relative aux mobylettes à essence (scooter thermique) s'applique également aux mobylettes électriques (scooter électrique). Ainsi, le port du casque, l'immatriculation et l'assurance sont obligatoires. Le scooter électrique est accessible aux jeunes entre 14 et 16 ans avec un brevet de sécurité routière (EME, 2008).

8.2.4 En Belgique

Dans un document adressé au souverain belge aux fins de sanction et de signature « royales » (Belgique, 2007), le Ministre de la Mobilité suggère un certain nombre de modifications au Code de la route visant à introduire une nouvelle catégorie de véhicules, dits « engins de déplacement ». Il veut ainsi conférer un statut juridique à ces véhicules lents, qui apparaissent de plus en plus sur les routes et les places publiques. On traite ici d'engins non-motorisés comme les patins à roulettes, les planches, les monocycles et trottinettes. Les engins motorisés sont les trottinettes électriques, les fauteuils roulants motorisés et les scooters pour personnes à mobilité restreinte.

En fonction de la vitesse pratiquée par l'appareil, on désire associer les non-motorisés aux piétons, et les motorisés aux cyclistes, « *la vitesse constituant la source de danger et non pas des caractéristiques techniques telles la puissance du moteur, le nombre de roues ou la masse.* » Une restriction est cependant imposée aux engins motorisés : ils ne doivent pas dépasser 18 km/h, de par leur construction et la seule puissance de leur moteur. Pour les engins non-motorisés cités dans le projet, la limite de vitesse imposée est celle que l'utilisateur pourrait physiquement atteindre.

Une règle générale d'utilisation sur le réseau public est exprimée... « *celui qui roule plus vite que la vitesse du pas doit suivre les règles applicables aux cyclistes, celui qui ne dépasse pas l'allure du pas suit les règles applicables au piétons.* » Ainsi, les utilisateurs seront tantôt piétons et tantôt cyclistes, tout dépendamment de leur vitesse de circulation. En conséquence, ils doivent utiliser les infrastructures appropriées selon les règles qui s'y rattachent.

Ce cas représente une approche réglementaire dont le concept fait appel à la bonne volonté des usagers, et qui de ce fait, ouvre potentiellement une porte aux abus.

8.2.5 En Grande-Bretagne

Le Ministère des Transports de la Grande-Bretagne considère que le Segway® et les autres trottinettes, à deux ou trois roues, constituent des véhicules moteurs, puisque leur vitesse peut atteindre 20 km/h (DfT, 2006b). Pour cette raison, ils devraient être assujettis aux lois de la circulation routière, comme le sont actuellement les autres véhicules routiers. Le Segway® et les trottinettes apparentées devraient donc être enregistrées, porter une plaque et être sujets à la vignette du « tax disc ». Pour les conduire, l'usager devrait avoir un permis de conduire valide et détenir un certificat d'assurance pour véhicule moteur. Or, selon la loi britannique, pour se pourvoir d'un titre d'enregistrement, tout véhicule doit rencontrer les standards de sécurité ECWVTA, ce qui n'est pas le cas de ces appareils, auxquels il manque entre autres les équipements de protection du conducteur, les feux avant et arrière, le tachygraphe et l'avertisseur sonore. Si l'usage de ces appareils est interdit sur les routes, les trottoirs et les pistes, il est autorisé en des lieux privés, avec la permission du propriétaire.

8.2.6 En Australie

Le Ministère des Transports de l'État du Queensland (Queensland Government, 2007) publie un feuillet explicatif sur la législation qui régit les scooters motorisés (« *motorised foot scooters* ») et les VAE (« *motorised bicycles* ») de moins de 200 watts. Spécifiquement, les bicyclettes munies d'un moteur à combustion interne sont interdites sur les routes et sur les pistes cyclables. Les VAE de moins de 200 watts doivent suivre la même réglementation que les vélos ordinaires, en ayant les mêmes droits et privilèges. Pour la trottinette électrique, son usage est autorisé sur les rues locales sans lignes blanches centrales ou sans terre-plein central. Sur les trottoirs, l'usage est autorisé si le moteur n'est pas utilisé. Il est cependant interdit d'usage sur les rues et les routes principales. Une couverture d'assurance n'est pas nécessaire, mais suggérée. Pour les véhicules plus puissants, bicyclettes ou scooters motorisés de 200 watts et plus, ils doivent rencontrer les exigences du *Australian Design Rules* pour motocyclettes, s'ils sont conduits sur les routes ou espaces routiers adjacents.

L'État de l'Australie-Occidentale (Office of Road Safety, 2007) interdit la circulation sur le réseau pour tous les appareils suivants : mini-motos, planches motorisées, Segway®, trottinettes motorisées à essence et trottinettes électriques dont la puissance du moteur est supérieure à 200 watts. Pour les trottinettes dont le moteur est d'une puissance inférieure à 200 watts, la circulation est permise de jour, à certains endroits et à certaines conditions, et sur les pistes multifonctionnelles, à l'exception de la partie piétonnière si cette dernière en est séparée. Sur les rues locales, les trottinettes sont permises si la vitesse affichée est de 50 km/h ou moins et qu'il y a absence de ligne centrale, de terre-plein central, d'îlot de refuge ou plus d'une voie de circulation par direction. Sur les routes locales, l'appareil doit maintenir une distance minimale de 2 m avec les piétons ou les véhicules qui précèdent, et d'aucune façon le conducteur ne peut s'accrocher à un autre véhicule en marche. L'appareil ne doit pas pouvoir se déplacer à plus de 10km/h sur le plat, quand son moteur est le seul propulseur. Et à cette fin, le fabricant doit apposer une plaque sur l'appareil certifiant la puissance du moteur.

8.3 Restrictions aux usagers

Pour la répression policière, Daniel *et al.* (2005) suggère d'instaurer une structure d'amendes identique pour les utilisateurs de trottinettes et les cyclistes : amende au premier délit et saisie du véhicule ou services dans la communauté pour les délits subséquents.

8.3.1 Âge de l'utilisateur

Au Québec, l'article 67 du Code de la sécurité routière stipule qu'une personne doit être âgée d'au moins 14 ans pour obtenir un permis l'autorisant à conduire un cyclomoteur, et d'au moins 16 ans pour les autres classes de permis, dont la classe 5 pour les véhicules de promenade (Gouvernement du Québec, 2008).

À l'autre bout du spectre, la SAAQ peut décider de retirer le permis à un conducteur qui n'a plus les capacités de conduire. L'évaluation des capacités à conduire est réalisée en raison de l'âge ou à la suite d'une déclaration officielle de la part d'un médecin.

Pour les ATPM, du fait que l'appareil est muni d'un moteur et que l'utilisateur doit connaître un certain nombre de règles de base, pour circuler de façon sécuritaire, il est approprié de fixer un âge minimum pour conduire un ATPM. Il pourrait être identique à celui requis pour les

cyclomoteurs, soit 14 ans. Certains ATPM ont une conduite complexe, à tout le moins autant que celle d'un cyclomoteur, d'où la nécessité de fixer un seuil minimum d'âge.

8.3.2 Formation des usagers

Aux États-Unis, plusieurs États obligent les conducteurs de moto, de bicyclettes à moteur et de scooters à suivre une formation (Savage *et al.*, 2004). La compagnie Segway® demande aussi aux vendeurs concessionnaires de prodiguer une formation pratique de base aux clients qui achètent un appareil (CEVEQ, 2006). À cet égard, Darmochwal et Topp (2006) précisent qu'une formation gérée par l'État n'est pas nécessaire, puisque la vente du Segway® est reliée à l'obligation d'une formation à l'acheteur.

8.3.3 Permis de conduire ou permis spécial

Aux États-Unis, la plupart des États ont des lois réglementant les motos, les VAE et les scooters (Vespa et Segway®) qui établissent une obligation d'avoir un permis (Savage *et al.*, 2004). Pour le Segway®, Porello et Jones (2006) soulèvent la pertinence d'obliger l'obtention d'un permis de conduite. Les Allemands Darmochwal et Topp (2006) arguent que cela ne serait pas nécessaire, en autant que la vitesse du Segway® soit limitée et que l'appareil soit considéré comme une AMM.

En Australie-Occidentale (Government of Western Australia, 2008), un permis n'est pas nécessaire pour conduire un véhicule de type ATPM de moins de 200 watts.

8.3.4 Équipements de sécurité pour l'utilisateur

Au Canada, le port du casque chez les cyclistes devrait être obligatoire selon l'énoncé de position de l'Académie canadienne de médecine du sport (2000).

Aux États-Unis, Savage *et al.* (2004) mentionnent que pour le Segway®, certains États ont imposé le port du casque protecteur.

En Australie, le casque pour vélo ou pour moto est obligatoire sur un scooter motorisé, dans l'État du Queensland (Queensland Government, 2007), et celui-ci doit être adapté en grandeur et maintenu attaché. Dans l'État du Western Australia (Office of Road Safety, 2007), le port du casque est aussi obligatoire, et celui-ci doit être d'un standard équivalent au casque cycliste. On recommande de porter des protecteurs genoux et coudes et des chaussures de protection.

En Allemagne, le port du casque n'est pas obligatoire sur le Segway®, même s'il est recommandé (Darmochwal and Topp, 2006).

8.4 Réglementation relative aux véhicules

En examinant les critères techniques qui servent à définir ce qu'est une trottinette (*scooter*), Daniel *et al.* (2005) recommandent de tenir compte des éléments suivants :

- Cylindrée du moteur à essence maximale de 50cc
- Deux roues seulement
- Vitesse maximale de 40 km/h
- Absence de siège/banc
- Présence d'un guidon orientant la roue avant

8.4.1 Enregistrement des véhicules et immatriculation

Aux États-Unis, la plupart des juridictions ont des lois qui réglementent les motos, les VAE et les scooters (Vespa et Segway®), établissant l'obligation d'enregistrer le véhicule (Savage *et al.*, 2004). Pour Daniel *et al.* (2005), l'enregistrement des trottinettes (*scooters*) comme véhicules routiers ne semble pas une mesure qui fasse la promotion et le renforcement de la sécurité, mais qui constitue plutôt un obstacle à l'achat. À l'inverse, Porello et Jones (2006) soulèvent la pertinence d'enregistrer le Segway®.

Dans l'État du Queensland, en Australie (Queensland Transport, 2007) les scooters électriques n'ont pas besoin d'être enregistrés ou assurés, ni les VAE.

En Allemagne, la recommandation de Darmochwal et Topp (2006) quant à l'enregistrement du Segway® va dans le même sens que pour le permis de conduire. Puisqu'on recommande que le Segway® circule à très basse vitesse dans les environnements piétonniers, et que celui-ci soit considéré comme une AMM, l'enregistrement de l'appareil n'est pas nécessaire.

8.4.2 Limitation de la vitesse

Voici quelques exemples de vitesse maximale prescrite dans les lois et règlements de différentes juridictions.

En Colombie-Britannique, les vélos à assistance électrique (« *Motor Assisted Cycles* ») ne doivent pas pouvoir circuler à plus de 32 km/h, sur le plat et sans pédalage (ICBC, 2008). Dans la même province, les cyclomoteurs électriques à basse vitesse (moins de 1500 watts) ne doivent pas avoir la capacité de circuler à plus de 70 km/h sur le plat (ICBC, 2008). En France, cette limite est fixée à 25 km/h

En Nouvelles-Galles du Sud, en Australie, les fauteuils roulants motorisés et les autres AMM ne doivent pas être capables de circuler à plus de 10 km/h (RTA, 2008).

Aux États-Unis, la vitesse maximale d'une trottinette motorisée (à essence ou électrique) doit être limitée à 40 km/h dans le Maine, l'Illinois et le Missouri, et à 38 km/h en Oregon (Daniel *et al.*, 2005). La Floride est plus permissive, avec une vitesse maximale fixée à 48 km/h pour les trottinettes motorisées. En Australie-Occidentale (Western Australia), la trottinette électrique est soumise à la norme suivante : vitesse de coupure du moteur fixée à 10 km/h sur un terrain plat et sans assistance (Office of Road Safety, 2007).

8.4.3 Équipement de sécurité obligatoire sur le vélo

Au Québec, le Code de la sécurité routière (art. 232) stipule que « toute bicyclette doit être munie d'au moins » (Gouvernement du Québec, 2008) :

- un réflecteur blanc à l'avant
- un réflecteur rouge à l'arrière
- un réflecteur jaune à chaque pédale
- un réflecteur jaune fixé aux rayons de la roue avant
- un réflecteur rouge fixé aux rayons de la roue arrière

De plus, l'article 233 précise que toute bicyclette doit également, la nuit, être munie d'au moins un phare blanc à l'avant et d'un feu rouge à l'arrière.

8.4.4 Phares de jour

Plusieurs États américains obligent l'utilisation des phares de jour sur les cyclomoteurs. Un lien étroit existe entre cette mesure et la pertinence d'exiger une norme similaire pour les ATPM au Canada. Sur les cyclomoteurs et les motocyclettes, l'effet moyen associée à l'obligation d'utiliser les phares de jour, tel que calculé par Elvik et Vaa (2004), à partir de différentes recherches citées en méta-analyse, est une réduction de 7 % du nombre de collisions de jour. Cette mesure est également rentable car elle entraîne des coûts minimes d'utilisation (de 3 à 14 dollars par année en dollars US de 1995). L'effet bénéfique des phares de jour, telle que résumée dans la méta-analyse de Elvik et Vaa (2004), est démontrée aux États-Unis de façon spécifique par Muller (1982).

Considérant à la fois l'efficacité de la mesure et sa rentabilité, l'obligation d'utiliser les phares de jour est une mesure conseillée pour les ATPM. En plus des impacts notoires sur la sécurité, l'argument de base justifiant cette recommandation est que les ATPM dispose d'une batterie, source primaire d'énergie. Ceci facilite l'ajout d'autres dispositifs, tels que les lumières de frein.

8.4.5 Système de freinage

Selon l'article 246 du Code de la sécurité routière, « les motocyclettes et les cyclomoteurs doivent être munis d'au moins deux systèmes de freins agissant l'un sur la roue avant, l'autre sur la roue arrière et qui peuvent être actionnés indépendamment. Le système agissant sur la roue arrière peut également agir sur la roue avant. » De plus, « ces systèmes doivent être suffisamment puissants pour immobiliser le véhicule rapidement en cas d'urgence et le retenir lorsqu'il est immobilisé. » L'État du Queensland, en Australie (Queensland Government, 2007), spécifie que pour un scooter motorisé, le frein doit être « en bon ordre. »

Quant aux bicyclettes et aux trottinettes, celles-ci « doivent être munies d'au moins un système de freins agissant sur la roue arrière » en vertu de l'article 247 du Code de la sécurité routière. » De plus, « ce système doit être suffisamment puissant pour bloquer rapidement la rotation de la roue, sur une chaussée pavée, sèche et plane. »

Ces deux règles générales distinguent donc deux réalités, une qui s'applique aux véhicules circulant au centre de la voie de circulation, et qui ont une masse plus élevée, et une autre qui s'applique à des appareils non motorisés, très légers, qui circulent en marge de la voie principale. Les ATPM partagent certaines affinités avec les cyclistes, notamment au niveau de

la vitesse, mais ils en partagent d'autres avec les véhicules motorisés tels que les cyclomoteurs, qui sont plus lourds, donc difficiles à arrêter. Partant de cette difficulté à assimiler l'ATPM à l'une ou l'autre des deux catégories (bicyclette vs cyclomoteur), déterminer le système de freinage idéal, sur une ou deux roues, est une question complexe. Le choix est encore plus difficile du fait que les ATPM ont des spécifications variables donc des besoins différents en matière de freinage, en fonction de leur poids et de leur vitesse.

8.4.6 Lumières et réflecteurs

Pour la conduite de nuit, l'État du Queensland, en Australie (Queensland Government, 2007) émet les directives suivantes pour les scooters et les vélos motorisés : feu blanc avant visible à 200 m, et feu rouge arrière visible à 200 m, qui peut être fixé au véhicule ou porté par le conducteur sur le casque. Un réflecteur rouge, visible à 50 m, doit être placé à l'arrière.

Cette réglementation est apparentée à celle du Code de la sécurité routière du Québec (Gouvernement du Québec, 2008) pour les vélos ordinaires, à la différence que les feux doivent être visibles à 150 m au lieu de 200 m. Au niveau de la portée des lumières avant, la distance minimale requise dans le Code québécois est de 10 m sur un vélo, et de 90 m sur un cyclomoteur.

En Nouvelle-Zélande, une visibilité de 100 m est requise sur les cyclomoteurs, autant pour le feu rouge arrière que pour le réflecteur rouge arrière (Land Transport New Zealand, 2006).

8.4.7 Lumières de frein

La même logique s'applique aux lumières de frein. Ces lumières sont obligatoires sur les véhicules routiers car ils réduisent de façon importante le risque de collision par l'arrière. Il est essentiel que tous les conducteurs en présence soient prévenus efficacement lorsqu'un véhicule est en train de s'immobiliser. Du fait que les ATPM sont larges, et que l'utilisation sur route des ATPM est potentiellement envisagée, les lumières de frein constituent un équipement à envisager.

8.4.8 Lumières latérales

L'étude américaine de Kahane (1983) démontre que les lumières latérales sont efficaces pour prévenir les collisions à angle droit qui surviennent la nuit. Le conducteur d'un véhicule équipé de la sorte (automobile, camion ou autobus) court moins de risques (de 7 à 8 %) d'être impliqué dans une collision nocturne à angle droit. Cette mesure, qui semble rentable au niveau des coûts et des bénéfices, pourrait aussi l'être sur les ATPM qui circuleraient la nuit, d'où la pertinence de considérer cette mesure.

9 RÉSULTATS DU QUESTIONNAIRE

9.1 Profil des répondants

Comme il est expliqué à la section 2.3.1., le questionnaire possède un double emploi. Il traite de deux problématiques souvent reliées, mais qui font parfois appel à des domaines de compétence distincts. Pour ces raisons, une portion de l'ensemble des répondants est éligible à l'analyse finale, tandis qu'une autre doit être retranchée, afin d'éviter la création d'un biais favorable ou défavorable envers les ATPM. La catégorie assurance civile et sociale n'a aucun répondant, elle est donc automatiquement soustraite. Pour éviter d'inclure des répondants qui sont hautement spécialisés dans le domaine des AMM, les catégories suivantes sont retirées de la base de données des ATPM :

- Conducteurs professionnels (gestionnaires du transport collectif et/ou adapté)
- Santé (ergothérapeutes)
- Usagers (utilisateurs de fauteuil roulant et leurs représentants)

Parmi les 71 répondants qui sont retenus pour l'analyse, quatre sphères d'intervention sont représentées (figure 16). Les policiers (ordre public) ont été très nombreux à répondre (n=25), de même que les différents spécialistes en matière de transport et de circulation, et qui ont une expertise appliquée en sécurité routière (n=20). Les gestionnaires du milieu municipal (n=12) et les gestionnaires de réseau cyclable (n=14) ont également bien répondu à l'appel.

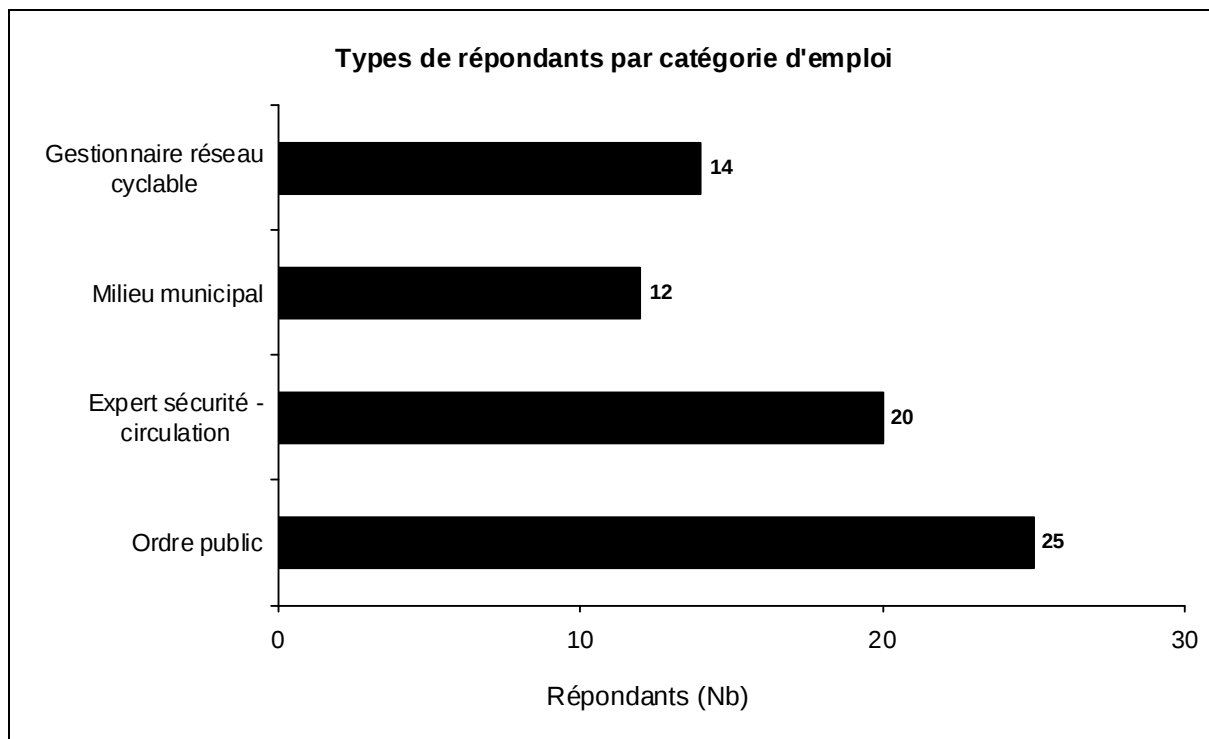


Figure 16 Types de répondants par catégorie d'emploi

9.2 Mesures liées aux usagers

9.2.1 Réglementation basée sur l'utilisateur ou le véhicule?

La question suivante est posée aux répondants :

« Sachant que certains appareils de mobilité personnelle (ex. triporteur) peuvent être utilisés autant par des personnes à mobilité réduite que par des personnes sans problème de mobilité, croyez-vous que la réglementation régissant la circulation devrait être différente selon le type d'utilisateur, le type d'appareil, ou les deux à la fois »?

À cette question complexe, qui met en présence deux types d'utilisateurs et plusieurs modèles d'ATPM, les répondants mitigent leurs opinions (figure 17). Une majorité souhaite réglementer avant tout « l'appareil ATPM ». Cette façon de faire est déjà conventionnée pour tout type de véhicule, car elle facilite l'application de la loi. Ainsi, la majorité des répondants expriment clairement cette volonté. Des réserves sont toutefois exprimées par les gestionnaires de réseaux et par les experts en sécurité – circulation; on doit s'interroger pour voir si on peut réglementer les deux à la fois. C'est sans doute plus complexe de faire ainsi, mais pour certains, l'un ne va pas sans l'autre. En somme, ces répondants élargissent la question, en associant le type d'appareil employé avec les caractéristiques de l'utilisateur.

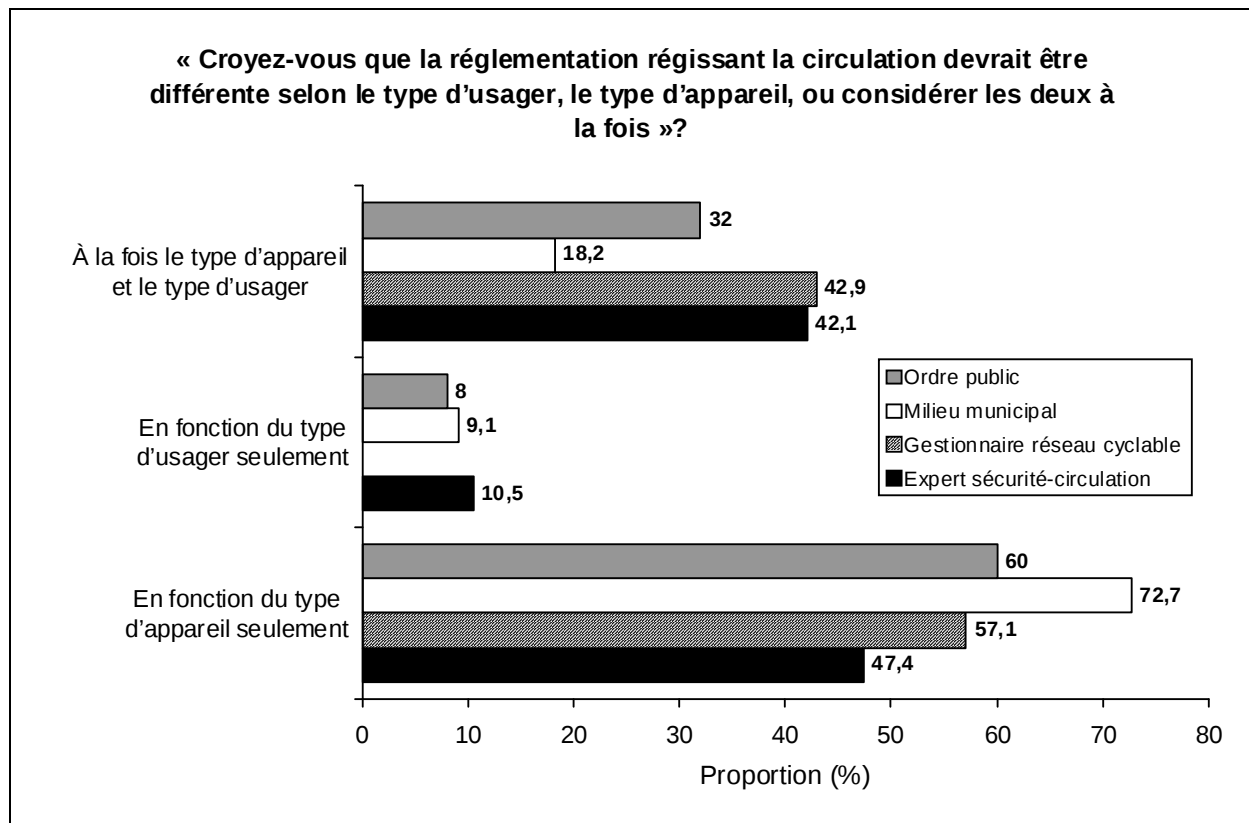


Figure 17 Réglementation en fonction de l'utilisateur et/ou de l'appareil

Les commentaires donnés par les répondants vont dans tous les sens. On cherche visiblement à réglementer l'usage, mais la cible n'est pas du tout évidente. Les réponses semblent démontrer qu'il faut tenir compte des types d'utilisateurs (civils vs sociaux) sans approche discriminatoire cependant pour les seconds. On admet que ceci pourrait s'avérer une tâche délicate exigeant énormément de doigté. Ultimement, un recours à une réglementation visant prioritairement l'appareil apparaît comme une solution plus pratique.

9.2.2 Statut de l'utilisateur ATPM

En ce qui concerne le statut de l'utilisateur ATPM, les résultats sont clairs et évidents. Tous les répondants, et à un niveau moindre le milieu municipal, jugent qu'il est nécessaire de distinguer les droits et obligations des utilisateurs d'AMM versus ceux d'ATPM (figure 18). Posant l'hypothèse que l'obligation de garantir une mobilité aux utilisateurs d'AMM est largement reconnue, on peut conséquemment présumer que les municipalités considèrent plus difficile, et certes plus complexe, la responsabilité d'établir des règles ou codes de conduite différents pour les deux types d'utilisateurs. Il en va de même pour leur mise en application éventuelle.

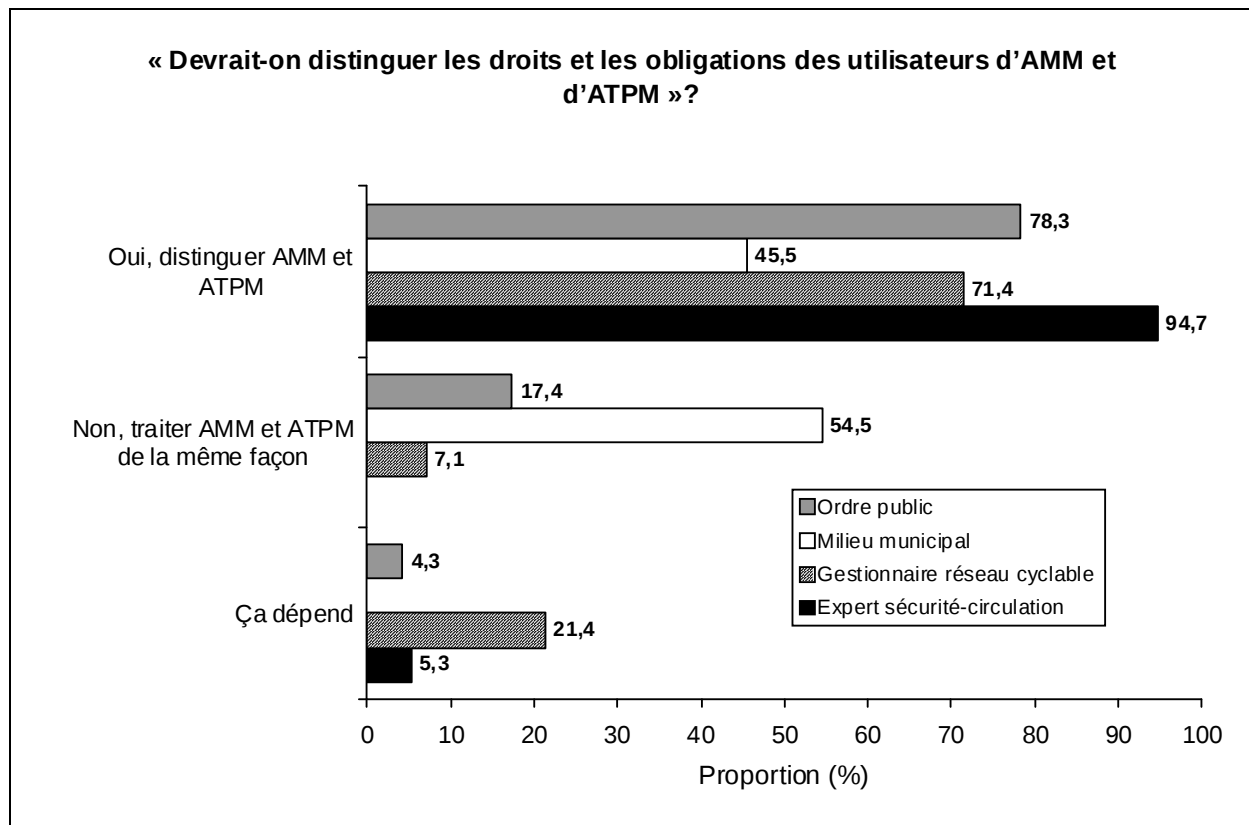


Figure 18 Distinction entre les usagers d'AMM et d'ATPM

Les commentaires écrits soulignent le « droit à la mobilité » des utilisateurs d'AMM, insistant sur leur besoin d'accès « universel », sur un réseau toutefois défini ou à l'être. Les utilisateurs d'ATPM profiteraient plutôt d'un privilège.

Toujours en ce qui a trait du statut des usagers ATPM, on demande aux répondants à quel type d'usager du réseau devrait être associée ou assimilé un usager ATPM. Les répondants associent clairement ceux-ci au monde des cyclistes (figure 19). Cette association peut s'expliquer par l'expérience déjà acquise au niveau des répondants par ce qu'on pourrait appeler, un réflexe « copié-collé ». On intègre les nouveaux appareils ATPM dans un secteur déjà existant, le monde des cyclistes, familier à toutes et à tous. Notons cependant que des réserves sont exprimées; les intervenants de l'ordre public sont d'avis que les utilisateurs d'ATPM devraient faire l'objet d'une nouvelle catégorie d'usagers et que les gestionnaires de réseaux cyclables s'interrogent également en ce sens. Leur proximité du terrain et leurs expériences récentes peuvent sans doute se traduire dans leurs réponses.

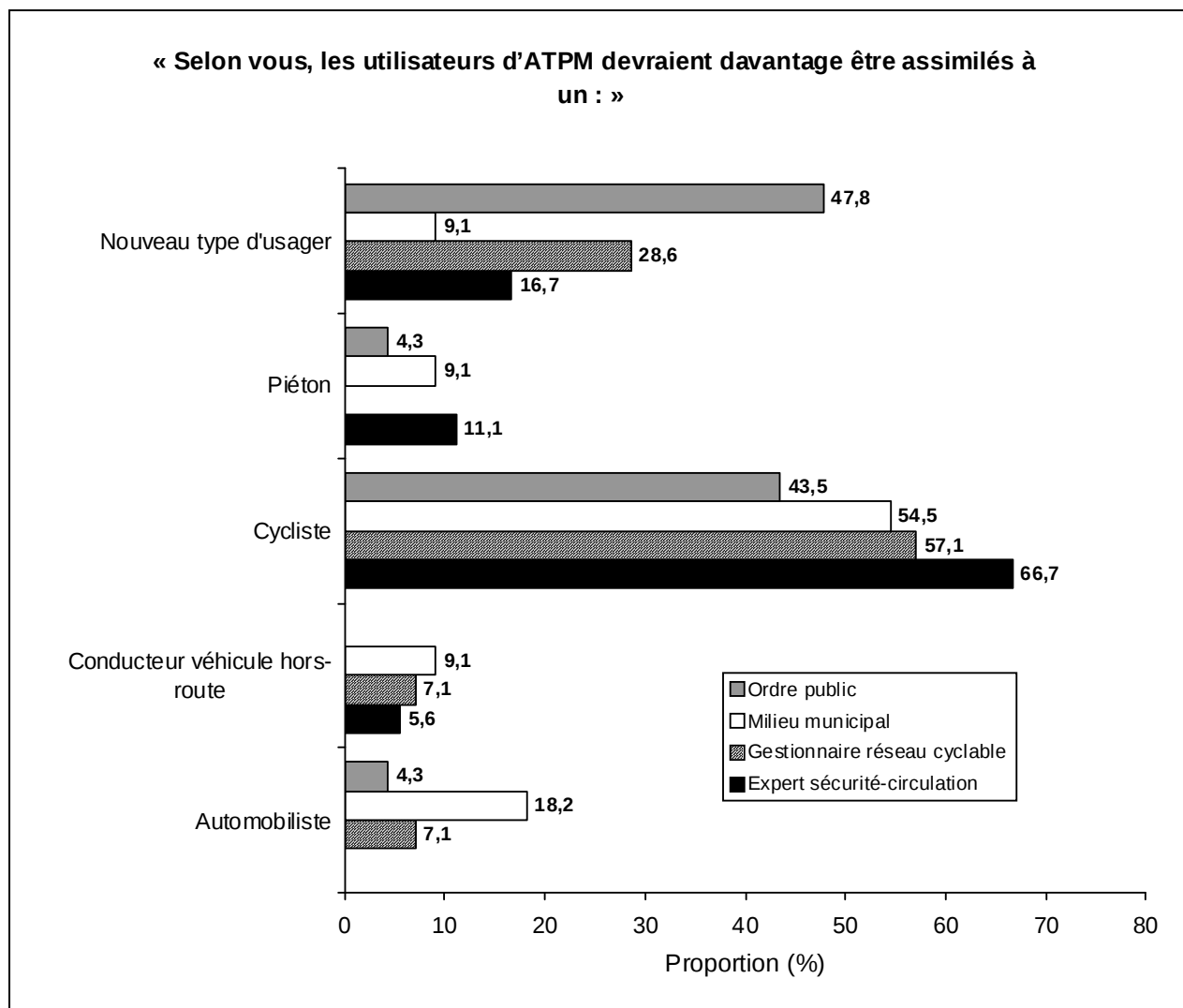


Figure 19 Statut de l'usager ATPM

Aucun commentaire descriptif n'est formulé pour cette question.

9.2.3 Capacité de l'usager à conduire un ATPM

La question suivante est à la fois globale et complexe, et y répondre fait appel à un jugement d'ensemble :

« Faudrait-il autoriser la circulation des ATPM en fonction de la capacité de l'usager à conduire ce type de véhicule sur le réseau public (trottoir ou chaussée) »?

Il en ressort que les répondants sont nettement partagés (figure 20). Le « oui » l'emporte, mais il est suivi de près par le « non ». Comme la « capacité de conduire » relève de plusieurs facteurs physiques, mentaux et comportementaux, il est certainement difficile de généraliser. Les répondants sont divergents d'opinion, d'où cette quasi égalité de réponse en faveur ou en désaccord avec la mesure.

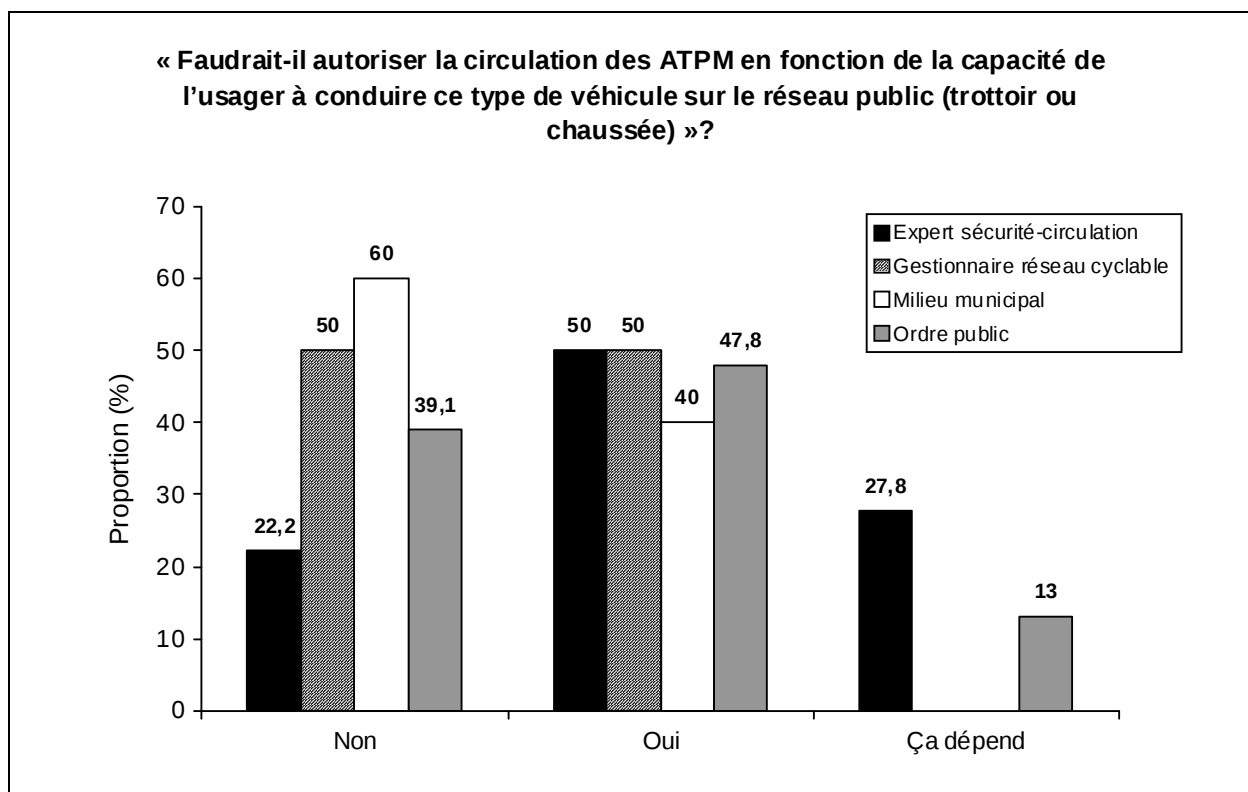


Figure 20 Capacité de l'usager à conduire un ATPM

L'égalité des opinions se retrouve dans les explications écrites. On réfère généralement aux capacités physiques et mentales des conducteurs d'ATPM, à leur âge. Plusieurs moyens d'intervention et de contrôle sont mentionnés visant à la fois la personne, son appareil que ses lieux d'usage.

9.2.4 Âge minimal ou maximal pour conduire un ATPM

Concernant une éventuelle mesure restrictive en fonction de l'âge des usagers, les répondants fournissent une réponse claire. Ils sont majoritaires à souhaiter une réglementation en fonction de l'âge (figure 21). Les intervenants de l'ordre public sont de loin les plus favorables à cette façon de faire (84 %). Les gestionnaires de réseaux cyclables le sont moins, et tempèrent davantage leurs opinions.

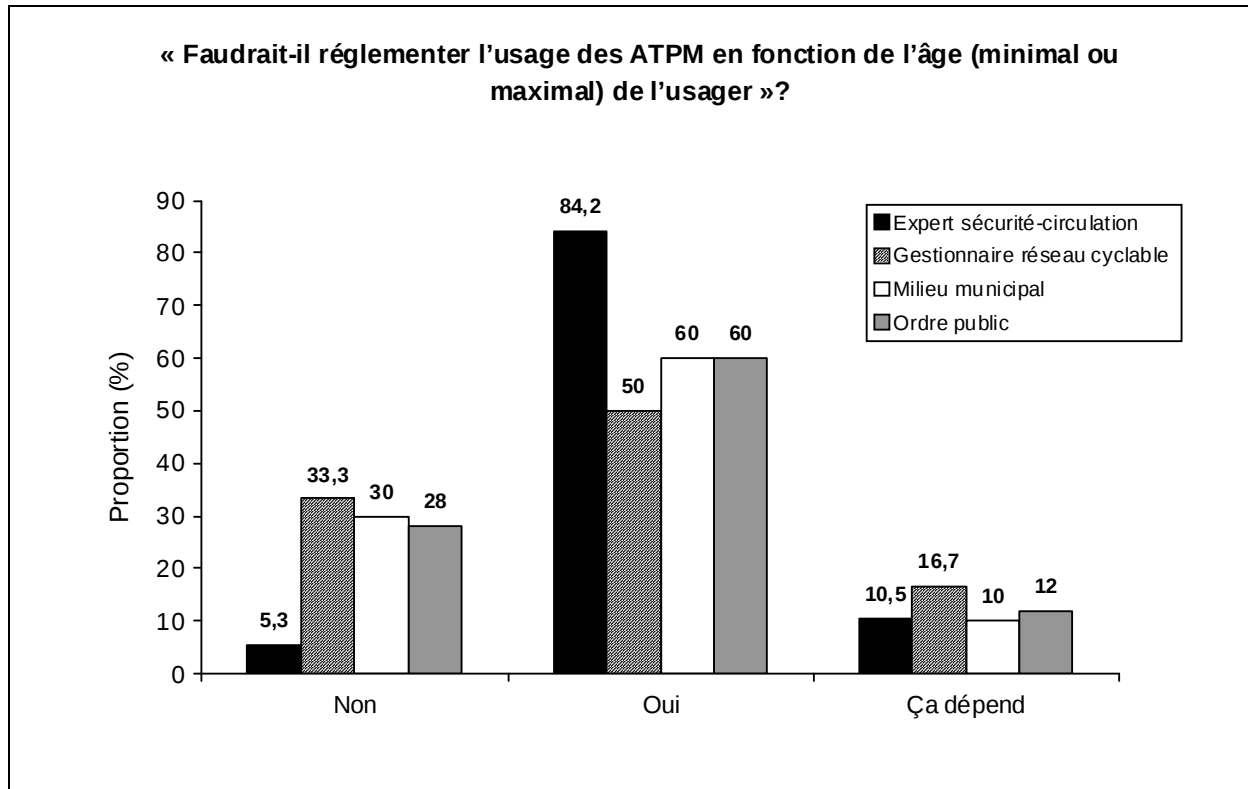


Figure 21 Réglementation en fonction de l'âge (minimal ou maximal)

En fonction de l'âge minimal, les répondants ciblent presque tous les âges variant de 14 à 16 ans, avec une légère préférence pour l'âge plus élevé, soit 16 ans (figure 22). Ceci est particulièrement vrai pour les intervenants municipaux. Peut-être souhaite-t-on un niveau de maturité plus grand pour tout utilisateur d'un véhicule individuel motorisé sur le réseau public?

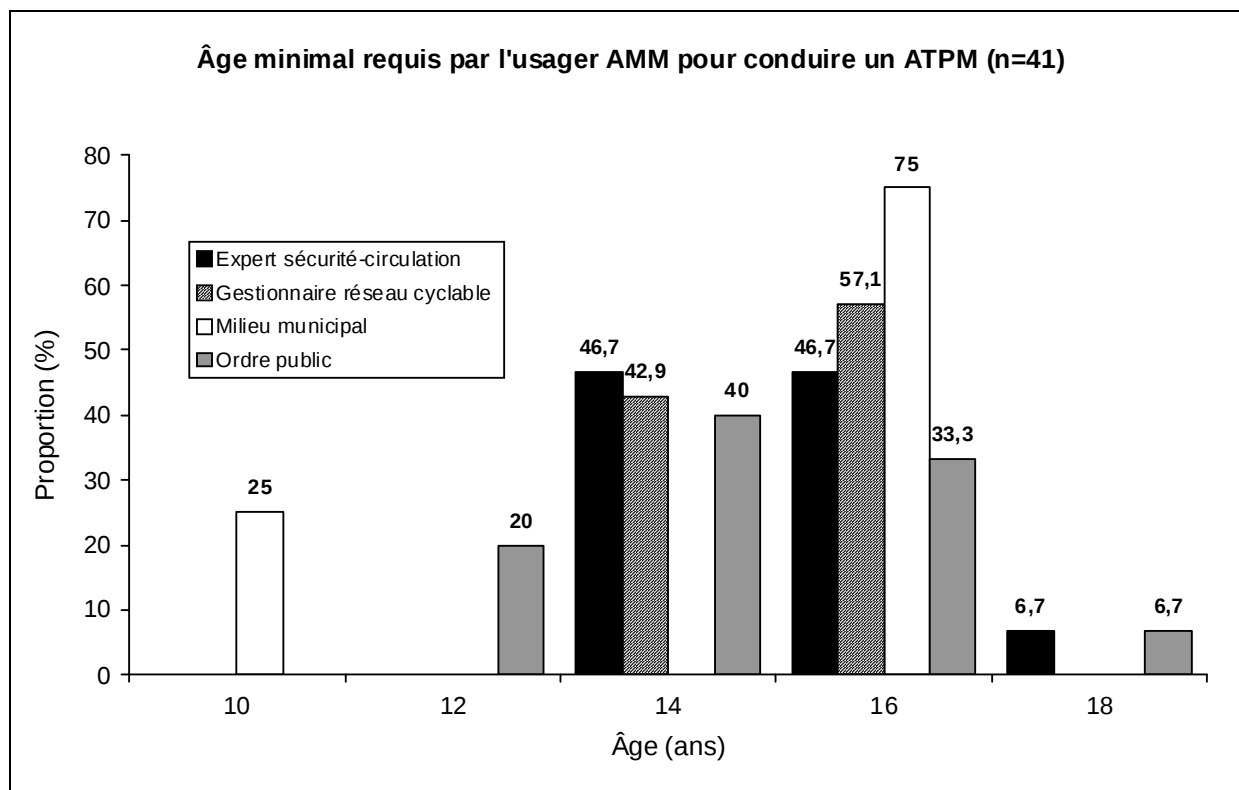


Figure 22 Âge minimal requis pour conduire un ATPM

Pour l'âge minimal, les explications fournis à cette question font une relation aux pratiques existantes, en se référant au domaine des cyclomoteurs. Les concepts de responsabilité et de maturité apparaissent également dans certains commentaires.

Quant à l'âge maximum, les commentaires soulignent que les capacités physiques et mentales devraient prévaloir sur l'âge.

9.2.5 Formation obligatoire des usagers d'ATPM

Globalement, les répondants s'avèrent très favorables à la tenue d'activités de formation de « type classique » (figure 23). On semble souhaiter que toute formation s'appuie prioritairement sur la connaissance de la loi et de la réglementation, sur un savoir technique lié à l'appareil lui-même (*modus operandi*) et sur une formation pratique en conditions réelles. Les répondants municipaux semblent favoriser la formation pratique avant tout et on doit présumer qu'ils se distinguent en se déclarant sans doute peu convaincus de l'utilité d'une formation de type classique, vu leur position réservée à tout type de formation.

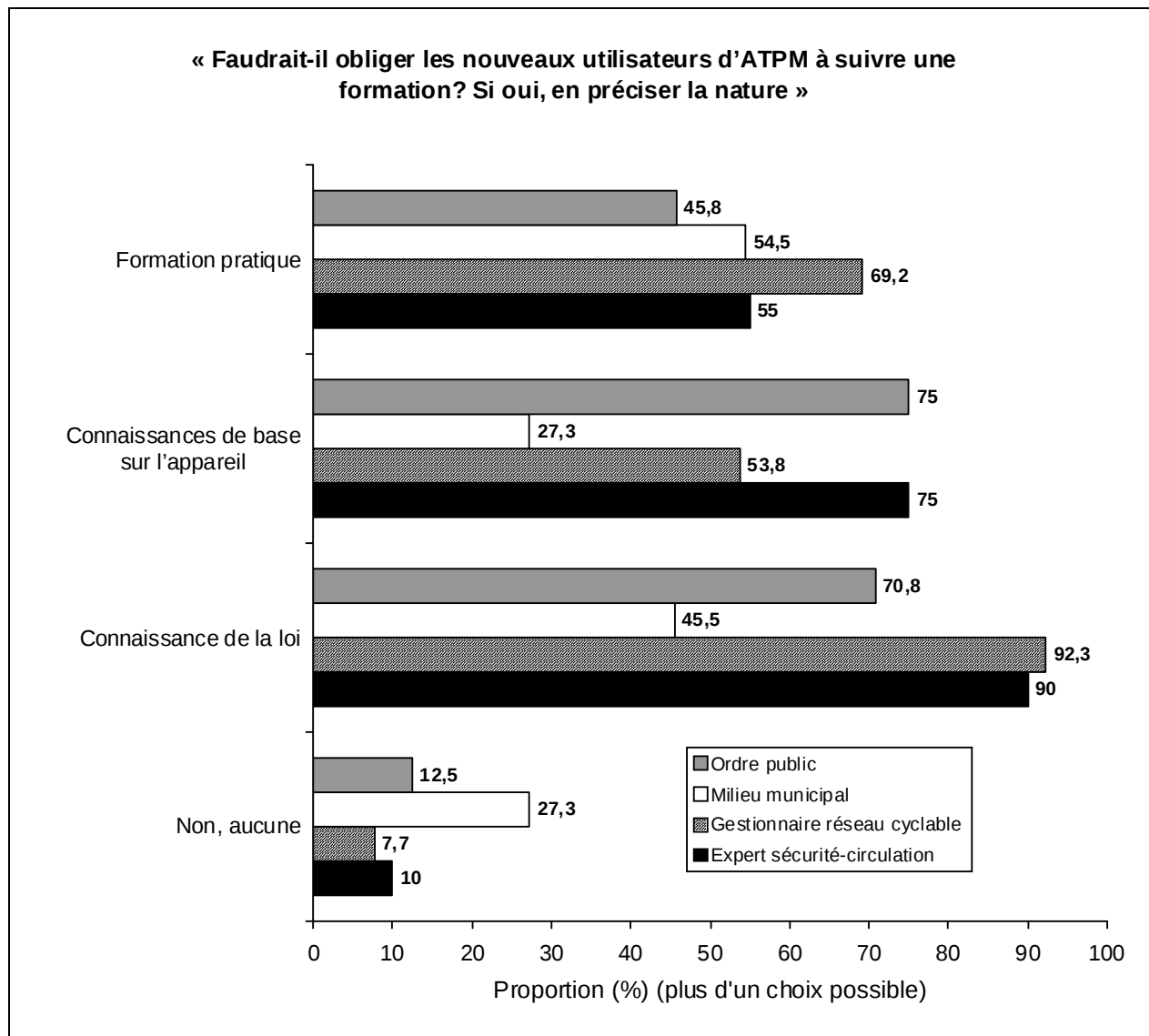


Figure 23 Formation obligatoire des usagers d'ATPM

Les commentaires écrits sont variés pour cette question. On réfère à titre d'exemple à la formation dispensée aux conducteurs de cyclomoteurs ou d'embarcations nautiques. Celle-ci devrait être nécessairement ajustée au type d'appareil, ce qui peut rendre la chose compliquée.

Quant à l'organisme qui devrait dispenser la formation et la gérer, on reproduit ici le modèle existant pour les véhicules roulant sur le réseau public. Il est clair, selon les répondants, que les moyens dont la SAAQ dispose, en feraient le premier intervenant (figure 24). En second lieu, les vendeurs d'appareils pourraient également être chargés de la tâche, une option privilégiée pour les milieux municipaux. En ce sens, le vendeur devrait expliquer en détail le maniement et les caractéristiques d'opération de l'appareil à tout acheteur.

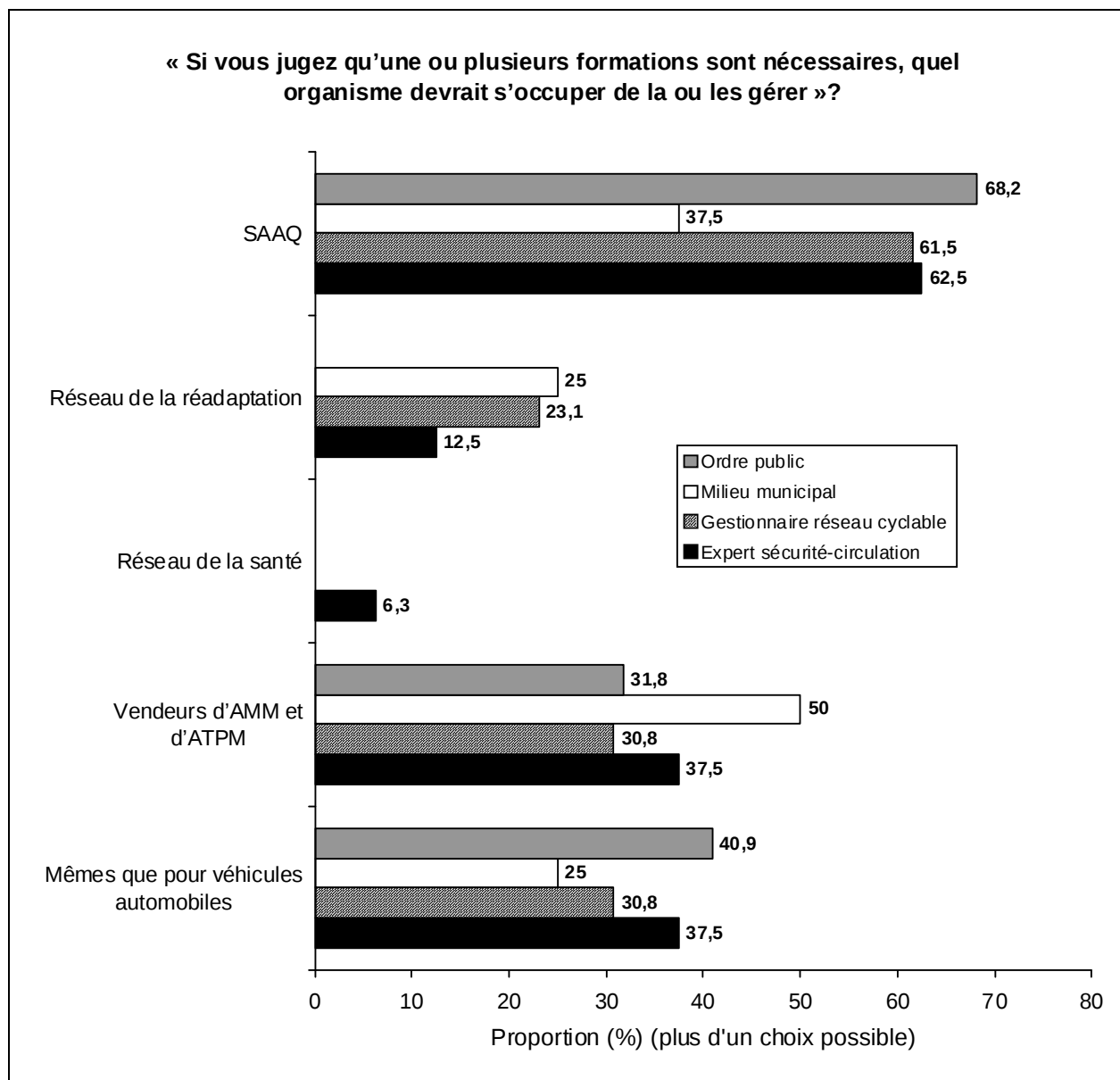


Figure 24 Gestion des formations

Une interprétation supplémentaire est toutefois nécessaire. Globalement, on affirme d'une part que la SAAQ devrait être le mandataire de la formation, et d'autre part, que cette formation ne devrait pas utiliser le même cursus que pour les véhicules automobiles. Pense-t-on ici que la SAAQ devrait définir un contenu spécifique et des procédures autres qu'actuelles? Notons que le questionnaire ne mentionne pas le rôle possible des écoles de conduite.

Enfin, les commentaires écrits sont peu nombreux et peu révélateurs. L'idée de partenariat SAAQ avec un « mandataire formateur » est mentionnée.

9.2.6 Permis de conduire / permis de compétence

Quant à la question d'obliger la détention d'un document pour permettre la conduite, tel qu'un permis ou un certificat de compétence, les avis sont plutôt favorables, sauf pour le milieu municipal (figure 25).

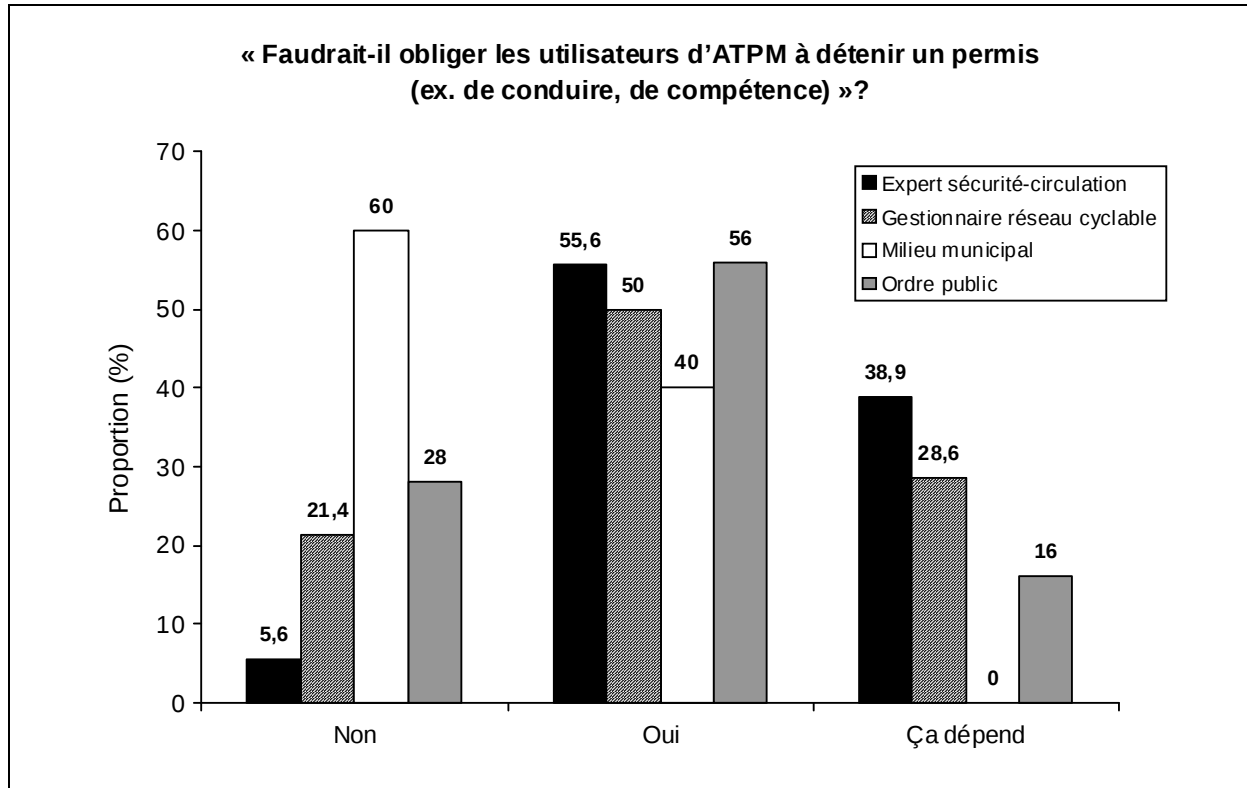


Figure 25 Recours à un permis de conduire / de compétence

Les commentaires écrits insistent sur le besoin combiné de connaître les principes d'opération du véhicule et les normes du Code de la sécurité routière. La détention du permis constituerait une attestation initiale que le conducteur d'ATPM a les aptitudes, habiletés et les connaissances requises pour circuler de façon sécuritaire.

Quant à l'idée d'assujettir l'obtention de ce permis à la réussite d'un examen, les réponses sont claires (figure 26). S'il y a nécessité d'avoir un permis en sa possession pour conduire un ATPM, celui-ci devrait être obtenu à la suite d'un examen formel, dont le type reste à déterminer. Le milieu municipal reste cependant réservé à ce sujet, dans la foulée de la question précédente.

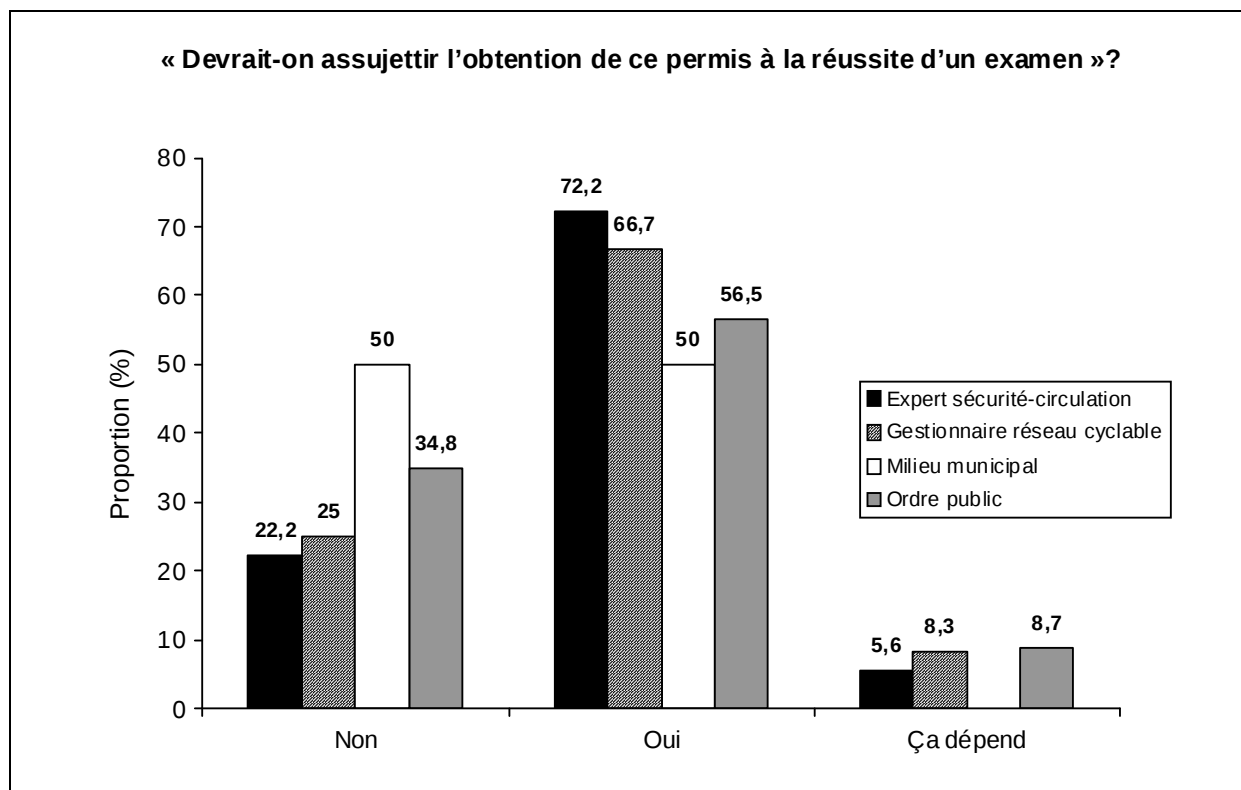


Figure 26 Réussite d'un examen pour obtenir le permis de conduire

Les commentaires écrits font état que tout permis de conduire propre aux véhicules de tout type (auto, camion, moto, cyclomoteur...) est nécessairement sanctionné par un examen théorique et pratique. Les répondants semblent enclins à répéter ici le même modèle, mais adapté aux ATPM.

9.3 Mesures véhiculaires (liées aux appareils)

9.3.1 Immatriculation des ATPM

Les répondants sont ambigus sur la nécessité d'immatriculer les ATPM (figure 27). On peut affirmer qu'il y aurait ici une double conception des choses. Les experts et les milieux de la sécurité publique sont favorables à l'immatriculation des ATPM alors que les milieux municipaux et les gestionnaires de réseaux ne le sont pas. Les experts mitigent en plus leurs réponses. Il y a possiblement ici une lecture à long terme de la situation par les experts et intervenants de la sécurité publique, jugeant que le parc des ATPM devrait augmenter sensiblement à long terme, et de là, le besoin d'immatriculer les appareils pour fins de contrôle, de sécurité et d'inventaire du parc. Pour les gestionnaires municipaux et de réseau cyclable, on ne voit pas la nécessité d'immatriculer ces véhicules, car ils ne le sont pas actuellement.

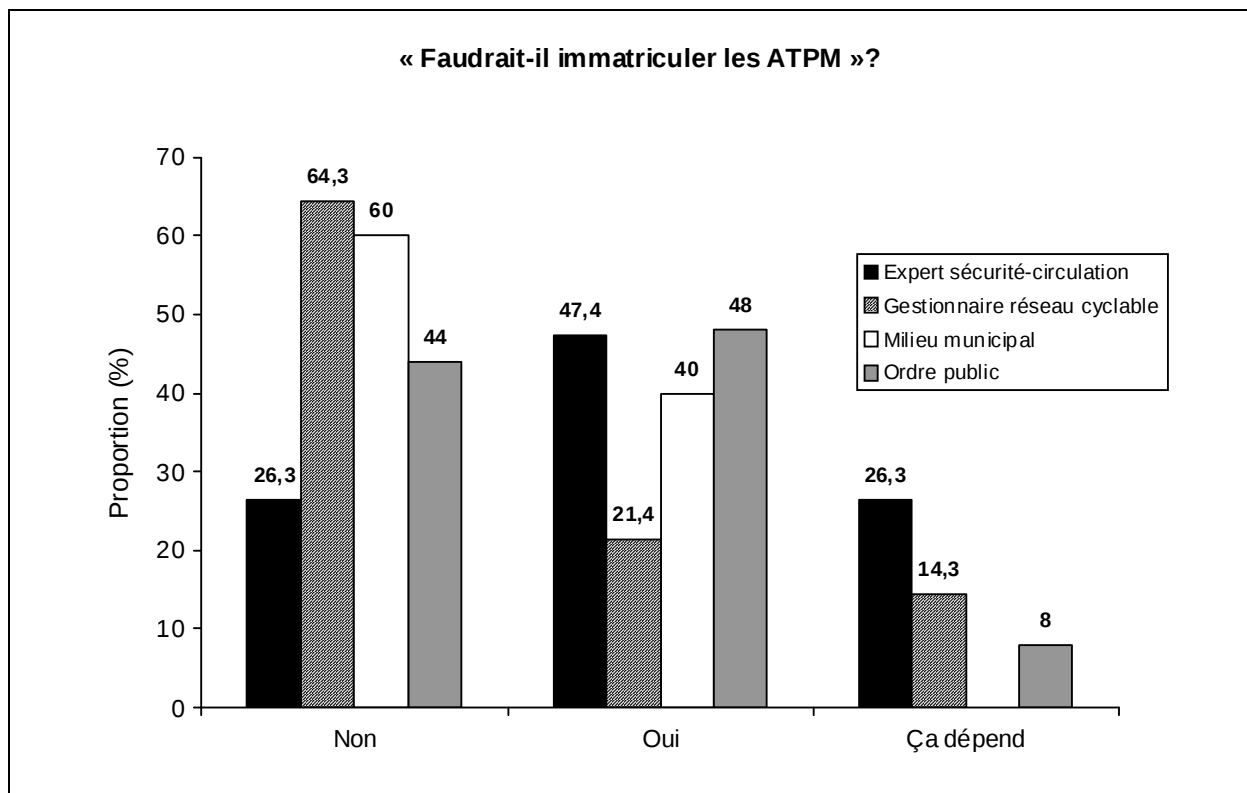


Figure 27 Immatriculation des ATPM

Les explications font un lien entre « présence sur la voie publique » et « immatriculation ». Si les ATPM sont autorisés à circuler sur la voirie, ils devraient être immatriculés. Les avantages surpassent les désavantages en termes de contrôle et d'inventaire du parc.

En ce qui concerne le recours à un système de vignette, ou à tout autre certificat visuel permettant aux ATPM de circuler sur le trottoir », la question est hypothétique et complexe à la fois. Il est évident que la première interprétation qu'on doit donner aux résultats est un clair constat de négation (figure 28). Il ne faut pas de vignette pour un ATPM circulant sur un trottoir ; cependant, est-ce pour la simple raison que les ATPM ne devraient pas y être? Ainsi, un tel certificat serait inutile parce que la situation ne devrait pas se présenter. Voilà une double façon d'interpréter les réponses. Les commentaires écrits vont dans le même sens.

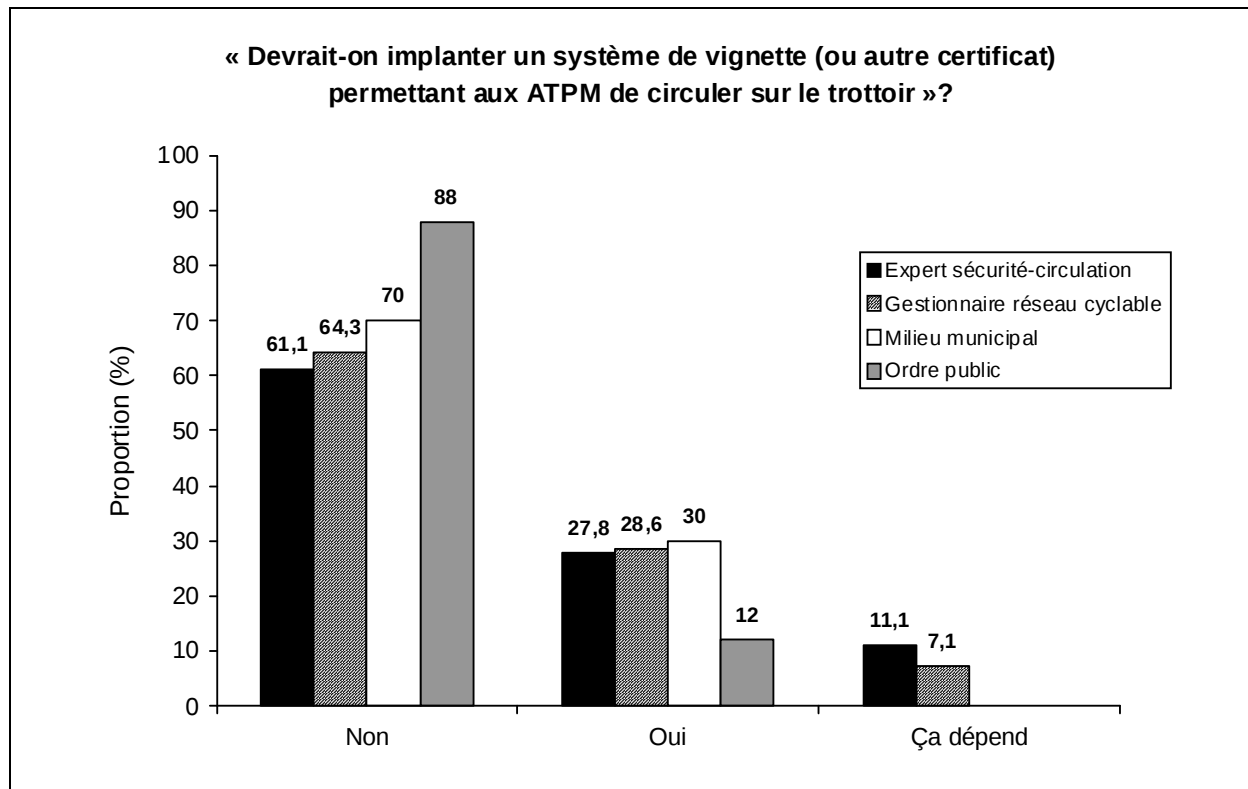


Figure 28 Système de vignette

9.3.2 Limitation de la vitesse des ATPM

Les répondants sont tous extrêmement favorables à une limitation de la vitesse des ATPM par les manufacturiers eux-mêmes (figure 29). Toutefois, la vitesse maximale de « bridage » des ATPM est loin de faire l'unanimité (figure 30). Globalement, la plage variant entre 15 et 29 km/h semble attirer le plus grand nombre de répondants. Un certain consensus semble se former sur la plage spécifique de 15 à 19 km/h. À des vitesses moindres, c'est la zizanie entre répondants, de même qu'à des vitesses supérieures. Du graphique, deux positions semblent émerger; la plage 15-19km/h semble privilégiée, comme l'est celle de 25-29km/h. Notons que ces deux intervalles se rapprochent des allures de roulement respectives des catégories dites de « cyclistes de base » et des « cyclistes sportifs ». Sans doute les répondants ont-ils eu ces références en mémoire pour faire leurs choix? On peut supposer que les répondants souhaiteraient voir ainsi les ATPM s'incorporer harmonieusement dans la circulation des bicyclettes, à une vitesse de base sur les pistes et les bandes cyclables, ou comme appareils « sportifs » sur la route.

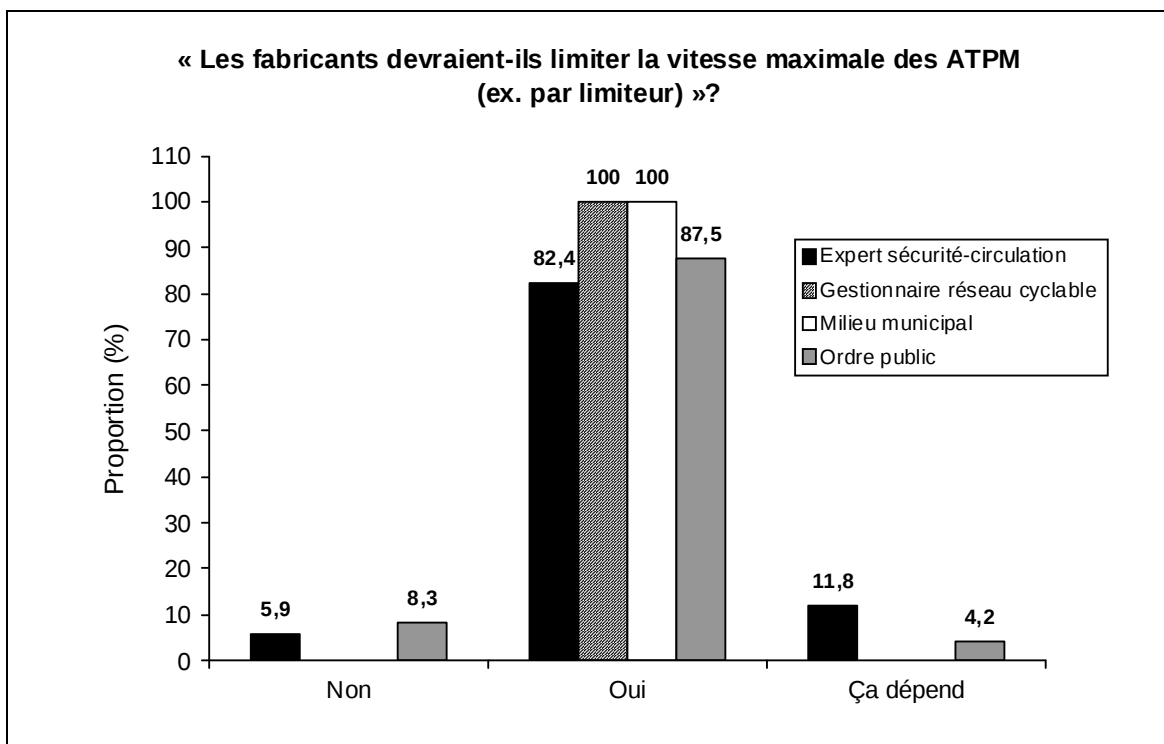


Figure 29 Limitation de la vitesse des ATPM par le fabricant

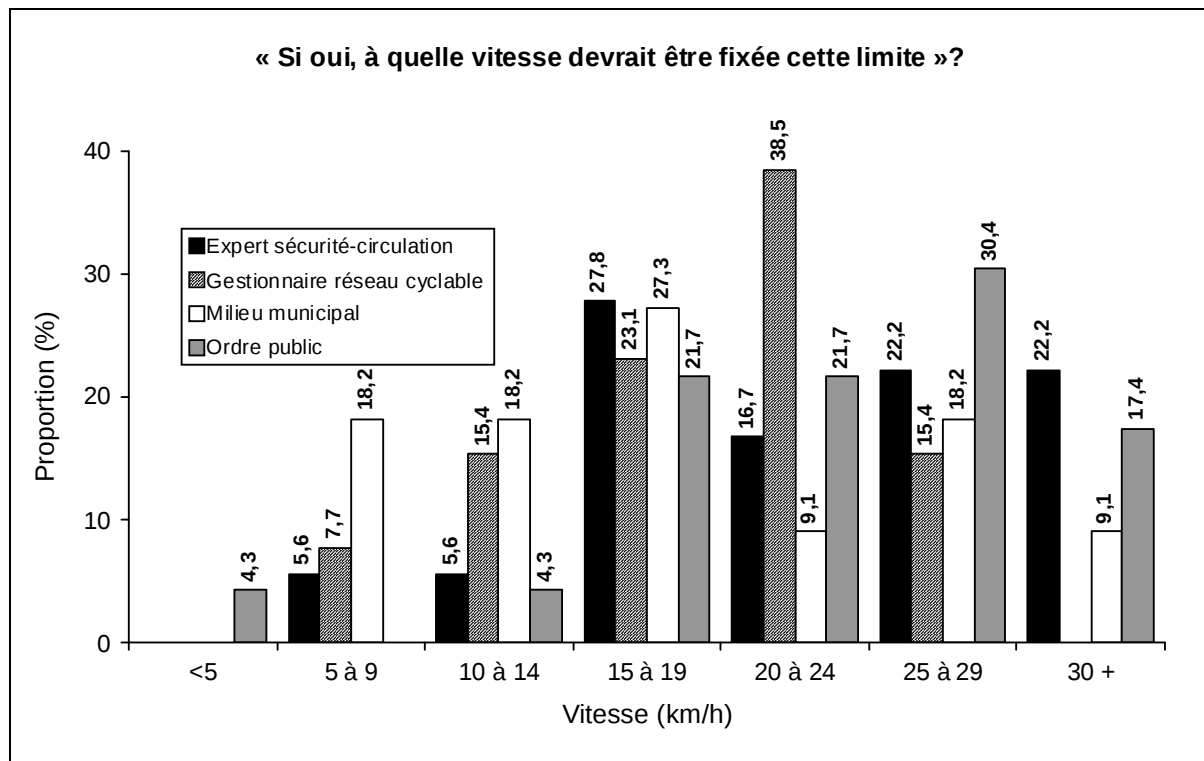


Figure 30 Vitesse maximale devant être fixée sur tous les ATPM

En ce qui a trait au moyen utilisé pour limiter la vitesse des ATPM, la réponse est sans équivoque (figure 31). Au départ, c'est au manufacturier à limiter la vitesse des appareils, dès leur conception, et de matérialiser le tout lors de la fabrication en usine. La question est fondamentale car la possibilité de « débrider » l'appareil, par l'utilisateur lui-même ou par un « expert embauché au noir », est toujours envisageable une fois l'appareil vendu. C'est probablement pourquoi peu de gens croient à l'option de recourir à une clé, car l'utilisateur aura toujours le loisir de choisir sa clé « préférée », même si celle-ci excède la limite de vitesse permise par la loi. En somme, si le moteur et la source d'énergie garantissent à tout ATPM une vitesse de pointe appropriée, une accélération sécuritaire et un rayon d'action convenable, il irait de la responsabilité du manufacturier de réaliser un tel appareil, et d'en déposer la fiche technique avant sa mise en marché. Les répondants semblent s'accorder sur ce point vital.

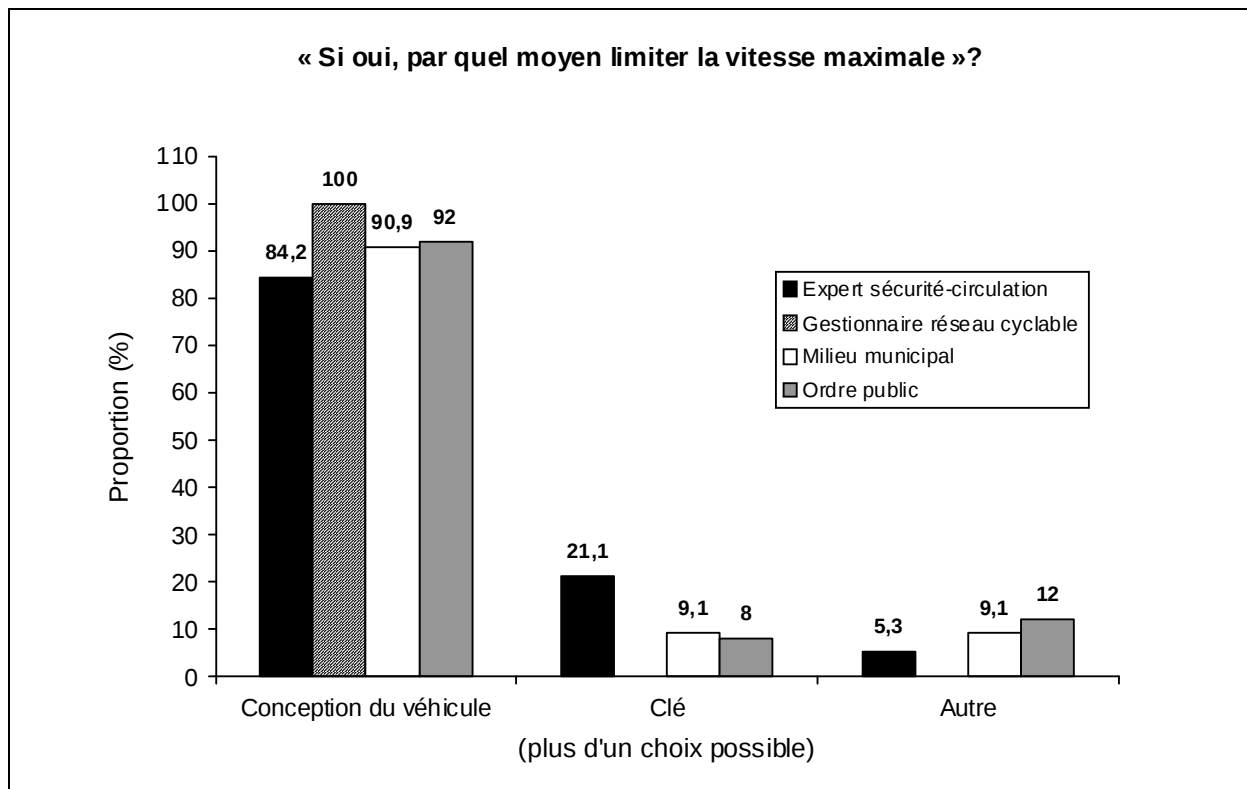


Figure 31 Moyen envisagé pour limiter la vitesse des ATPM

De surcroît, presque tous les répondants (près de 90 %) jugent qu'une mesure visant à limiter la vitesse des ATPM est tout à fait réaliste, même si elle fait intervenir la collaboration des fabricants (figure 32). De façon globale, les commentaires formulés à cette question disent que si une telle mesure est exigée, elle doit être faite dès le départ, avant même la commercialisation des véhicules.

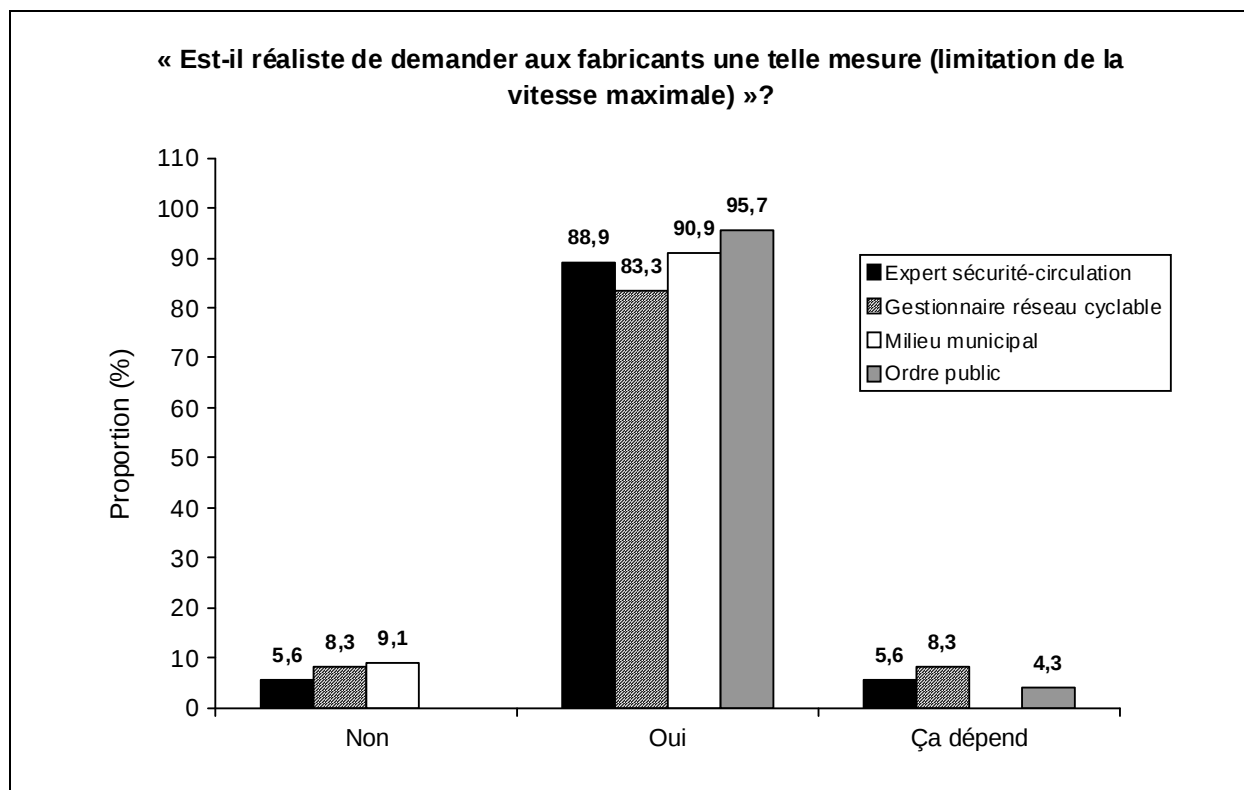


Figure 32 Applicabilité d'une mesure visant à limiter la vitesse des ATPM

9.3.3 Normes de conception des ATPM

L'établissement de normes de conception des ATPM est une question complexe en soi puisqu'elle fait appel à un domaine d'expertise très technique. Il faut aussi envisager cet aspect en regard du type et du nombre d'ATPM qui circulent déjà, ou qui pourraient être introduits à court terme sur les réseaux publics. Six possibilités de réponse sont offertes aux répondants, et les réponses sont éclatées (figure 33). Globalement, on retrouve une grande diversité de points de vue. Cette variété peut être attribuable à un nombre élevé de choix de réponses, et au fait que plusieurs des éléments mentionnés sont importants à considérer.

Deux éléments spécifiques retiennent cependant l'attention. Le premier touche la largeur des ATPM. On souhaite établir une largeur maximale propre à deux types de situations sur le réseau. D'une part, si les ATPM sont appelés à circuler à l'extrême droite de la chaussée comme les bicyclettes, on souhaite sans doute qu'ils puissent s'y intégrer dans le plus mince espace possible ou disponible. D'autre part, une présence éventuelle sur les trottoirs serait également problématique, si ces véhicules étaient trop larges en taille. La cohabitation des ATPM serait également risquée sur les pistes et les bandes cyclables, vu l'espace disponible. On juge donc qu'un véhicule étroit a plus de chance de circuler de façon sécuritaire, quels que soient ses milieux d'usage.

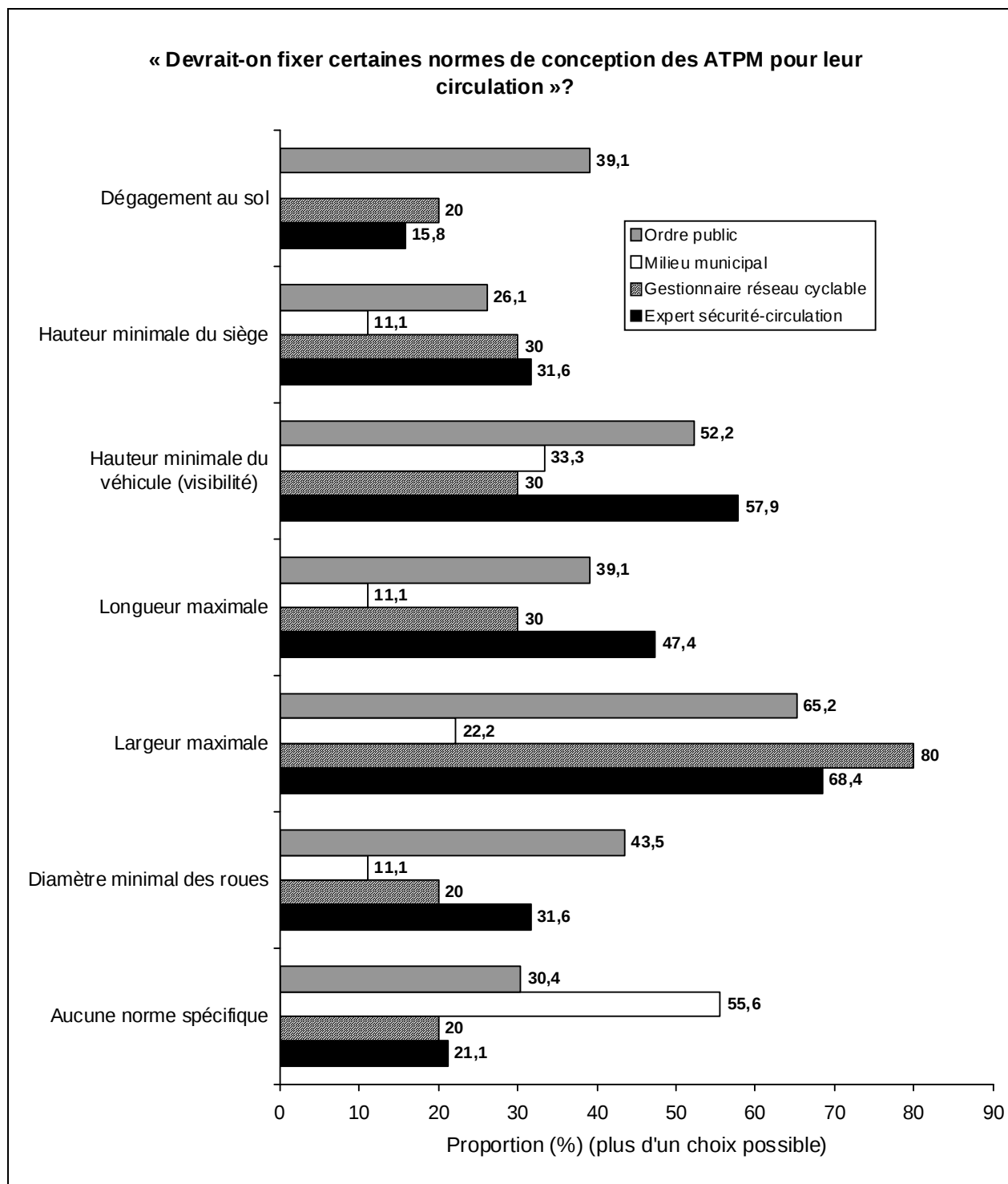


Figure 33 Normes de conception des ATPM

Le second point important est la visibilité de l'appareil. Les ATPM devraient être visibles par les autres usagers, particulièrement s'ils sont sur la chaussée, dans une circulation dense. On recommande qu'ils soient suffisamment hauts pour être bien vus. Un pourcentage élevé des répondants municipaux ne voient pas l'utilité des normes de conception.

9.3.4 Équipement de sécurité des ATPM

Tout véhicule qui partage les voies publiques doit être muni d'équipements lui permettant d'être bien vu. Les ATPM, de l'avis de tous, n'échappent pas à cette règle de base. À ce titre, certains équipements sont jugés obligatoires sur les ATPM (figure 34).

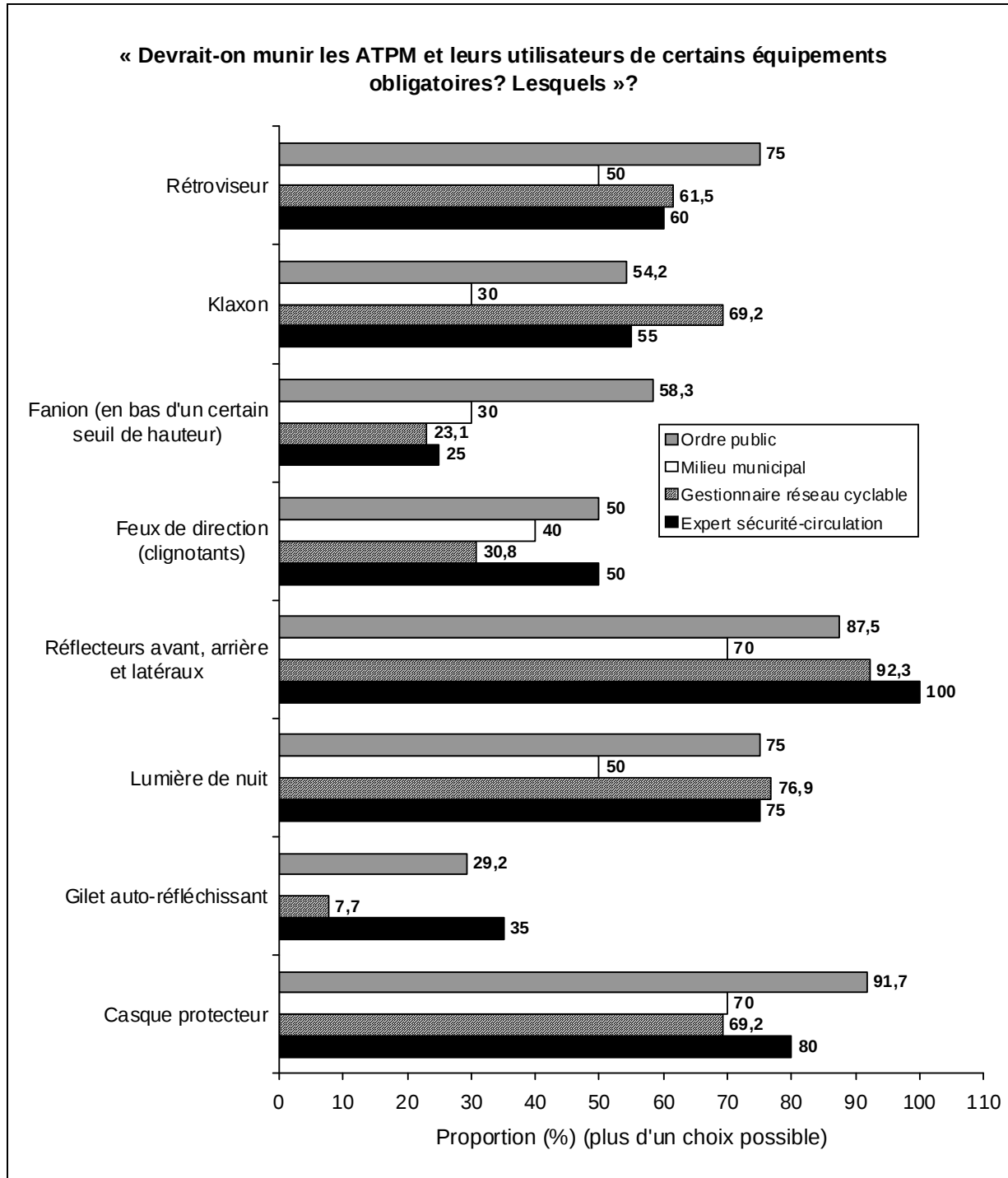


Figure 34 Équipements de sécurité obligatoires sur les ATPM

De quels équipements devraient être munis les ATPM? La question posée ici est vaste en ce sens qu'elle inclut également des équipements propres au conducteur. Les équipements fortement souhaités pour les ATPM touchent aux réflecteurs avant, arrière et latéraux, aux feux de nuit (phare blanc à l'avant et lumière rouge à l'arrière) pour fins de visibilité à la pénombre ou dans la noirceur. La présence de rétroviseurs est aussi souhaitable pour permettre au conducteur de voir à l'arrière. À un niveau moindre, on souhaiterait la présence d'un avertisseur (klaxon) car le fonctionnement relativement silencieux d'un véhicule électrique (principalement le Segway) peut être une menace pour les piétons et les cyclistes. Élément intéressant, le fanion ne semble pas retenir plus d'attention qu'il ne faut par une majorité de répondants, sauf ceux de l'ordre public. Pourtant, on souhaiterait que les ATPM puissent être vus, grâce à la hauteur du véhicule, ce que le fanion fait « par défaut ».

Pour les équipements propres au conducteur, le port du casque protecteur semble indiqué en cas de chute ou de renversement de l'appareil. Notons qu'avec les vitesses maximales suggérées, le port du casque apparaît approprié.

9.3.5 Mécanisme de vérification technique des ATPM

Selon les répondants, un mécanisme de vérification technique obligatoire des ATPM n'est pas souhaitable (figure 35). Les commentaires sont peu nombreux et très éclatés. On souligne que c'est la responsabilité de l'usager avant tout et que certains ATPM sont plutôt « fragiles », notamment les modèles à systèmes électroniques. Donc si on régleme les aspects techniques, il faudrait avoir les moyens de contrôle en conséquence.

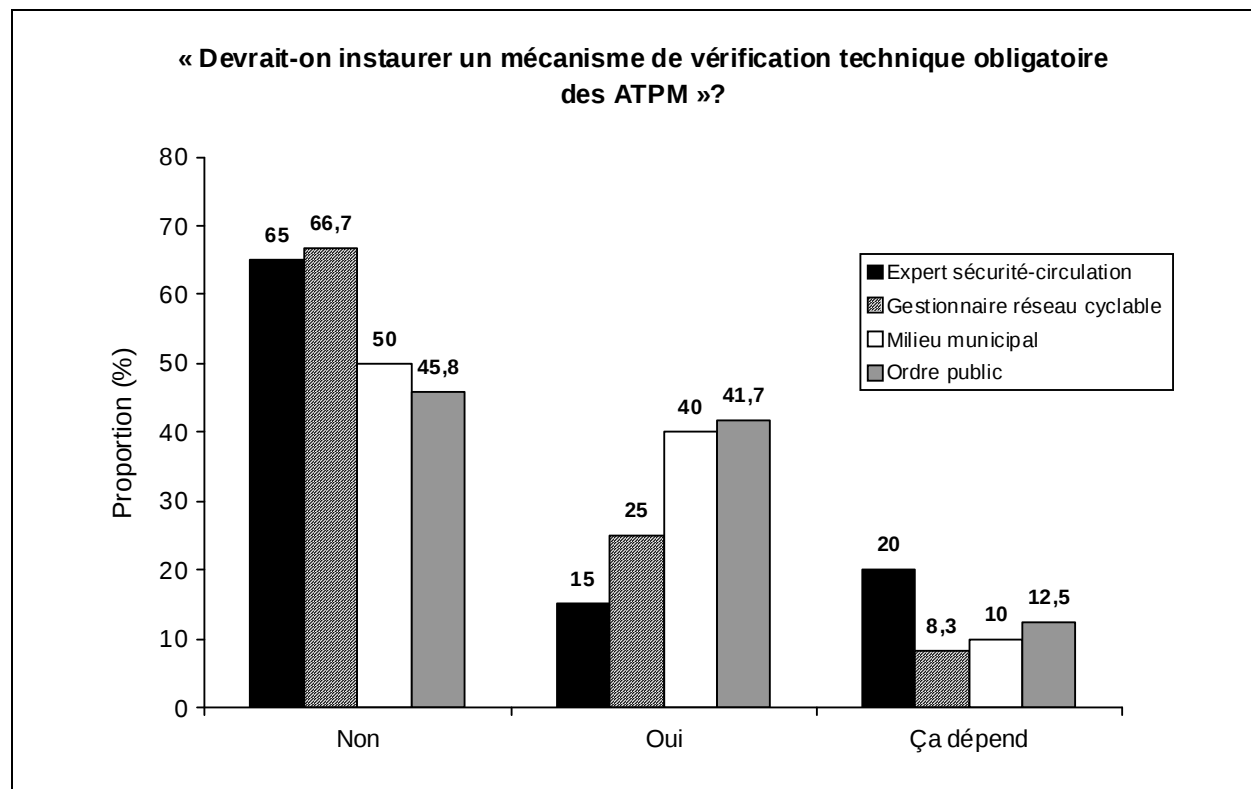


Figure 35 Vérification technique obligatoire des ATPM

Ceux qui croient à la mise sur pied d'un service de vérification technique obligatoire suggèrent que les organismes mandataires soient les mêmes que pour les véhicules routiers, donc les centres d'inspection accrédités par la SAAQ (figure 36). Cependant, un tel service n'existe pas de façon obligatoire pour les automobiles, sauf dans certains cas, tel une reconstruction de véhicule gravement accidenté. On peut donc se demander, comme le font certains répondants, pourquoi l'inspection serait obligatoire dans le cas des ATPM seulement.

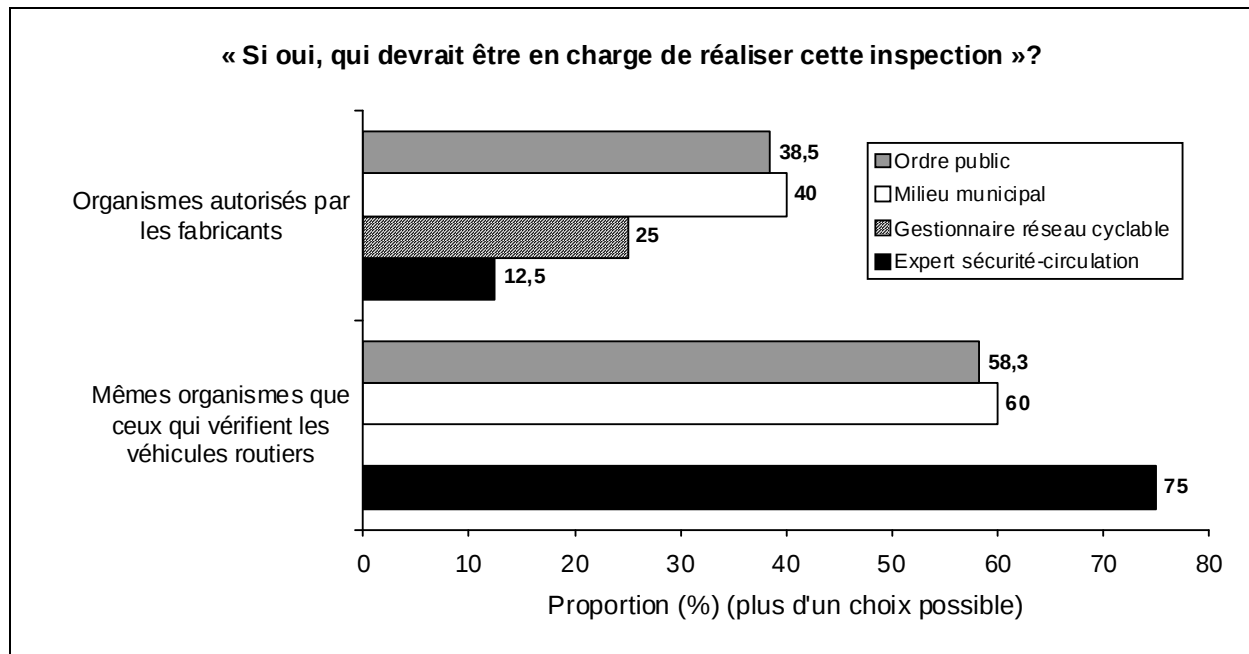


Figure 36 Prise en charge de la vérification technique des ATPM

Les ATPM électriques peuvent avoir un rayon d'action très variable compte tenu de leur poids, ce de qu'ils transportent et des conditions de terrain et de météo lors de leur présence sur le réseau. Ainsi peuvent-ils tomber en panne si le conducteur ne prévoit pas très exactement les conditions de son déplacement. À la question : « *quels seraient les mécanismes de dépannage à prévoir en cas de panne* », les répondants font valoir majoritairement que les mécanismes d'entraide ou de « débrouille » devraient prévaloir (figure 37). Les commentaires soulignent que les bris du véhicule occasionnent davantage d'inconvénients à l'usager, plutôt que de réels problèmes de sécurité routière.

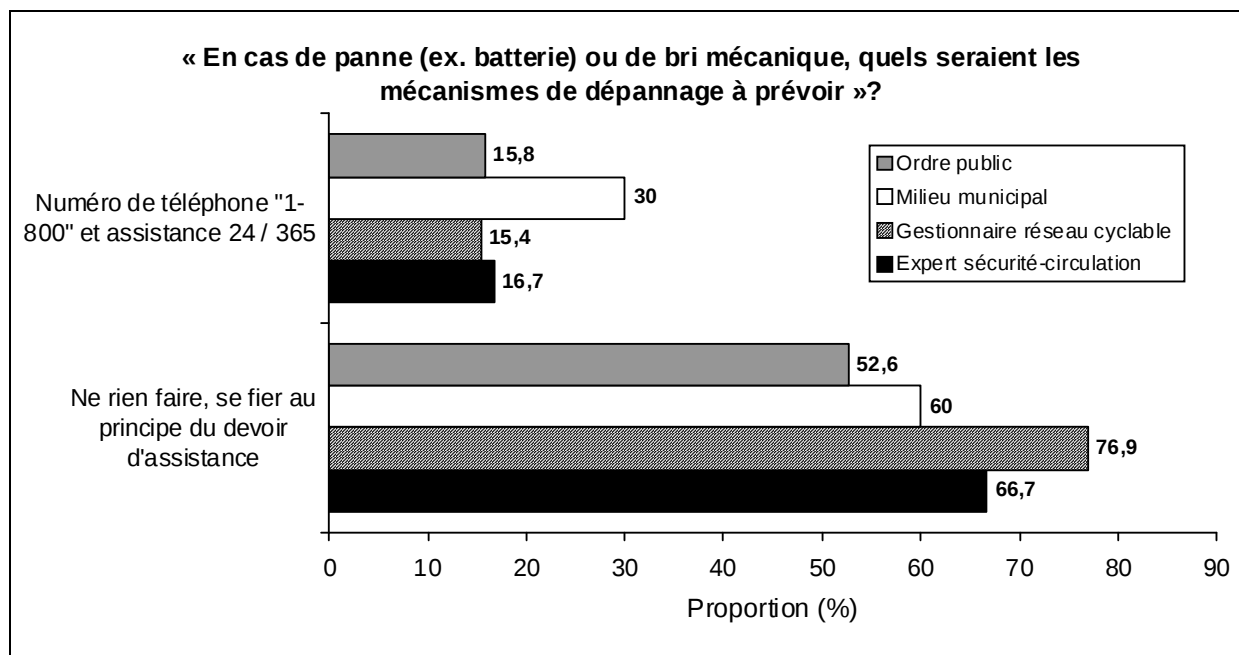


Figure 37 Mécanismes de dépannage à prévoir en cas de panne

9.3.6 Obligations des détaillants d'ATPM

À l'opposé des détaillants de véhicules automobiles, on juge que les vendeurs d'ATPM devraient avoir des obligations plus étendues lors de la vente au public (figure 38). On insiste en premier lieu sur les droits et les obligations de l'utilisateur, c'est-à-dire comment et où conduire son appareil, compte tenu des stipulations du Code de la sécurité routière. Puis viennent à quasi-égalité, le fait de bien informer le client de l'utilisation (opération/manutention) de l'appareil et de le sensibiliser aux risques d'accidents. Ces préoccupations s'expliquent certainement par la nouveauté de ces appareils et par l'absence d'us et coutumes de conduite pour le grand public. En surplus, les vendeurs devraient s'assurer que l'acheteur a l'âge requis pour opérer un ATPM. Cela va de soi, compte tenu de la position des répondants sur l'âge minimum requis à la conduite d'un ATPM.

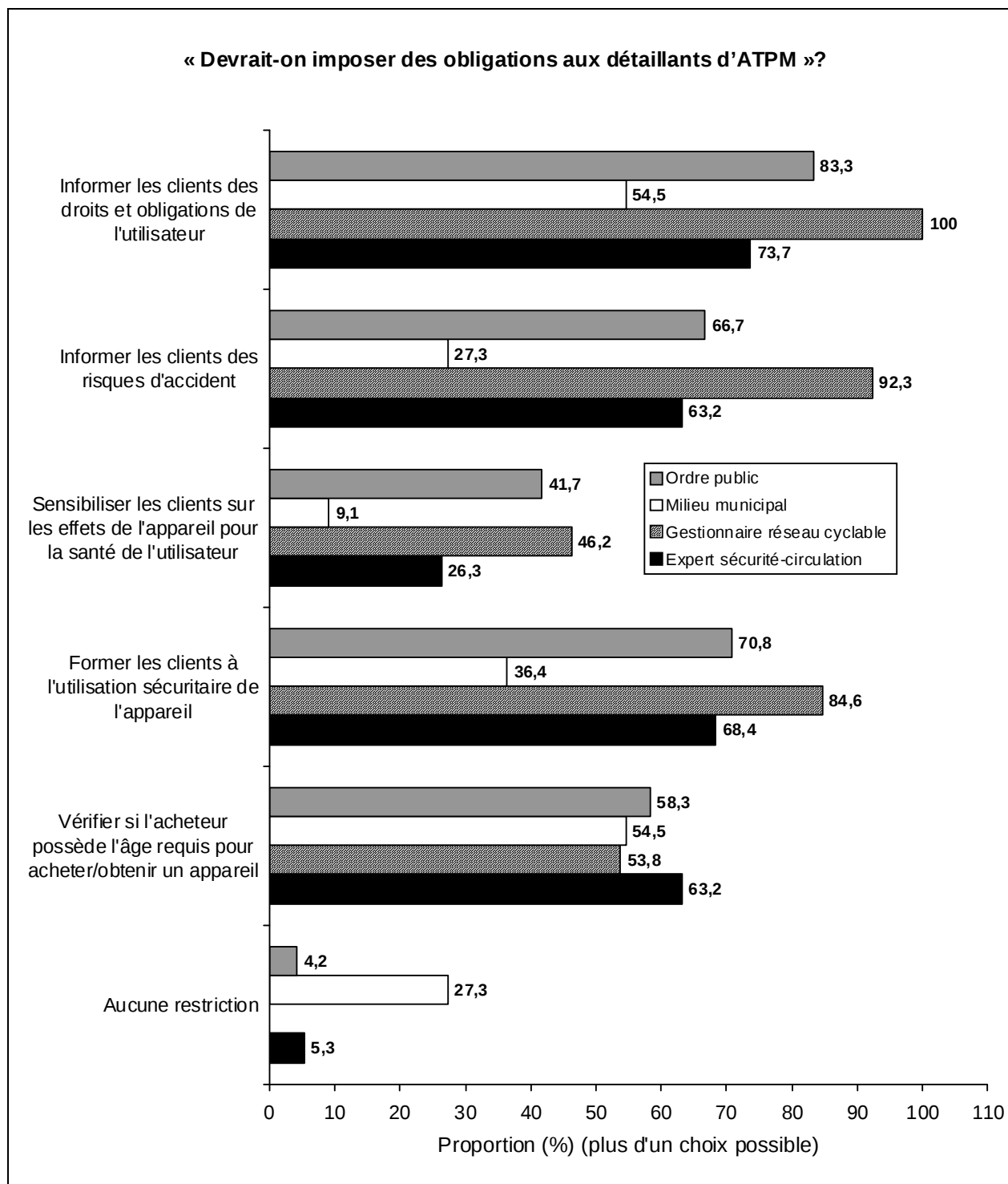


Figure 38 Obligations à imposer aux détaillants d'ATPM

9.4 Mesures liées à l'environnement routier

9.4.1 Infrastructures autorisées aux ATPM

Les types d'aménagement propices à la circulation des ATPM sont au cœur de la problématique à l'étude. Les réponses semblent dégager un consensus général (figure 39). Comme premier constat, les répondants ne voient absolument pas comme souhaitable et désirable la présence des ATPM sur les trottoirs. Cela s'explique sans doute parce que les trottoirs sont dévolus aux piétons et qu'un appareil moteur n'y a pas sa place. Second constat, les ATPM devraient pouvoir circuler en respectant les principes de base de la circulation sur les accotements pavés, les bandes cyclables ou les pistes et les sentiers. Une présence sur la chaussée même, c'est-à-dire dans la section réservée aux véhicules, semble rassembler les répondants. Est-ce par défaut d'accotement ou de bande? La question suivante le précise.

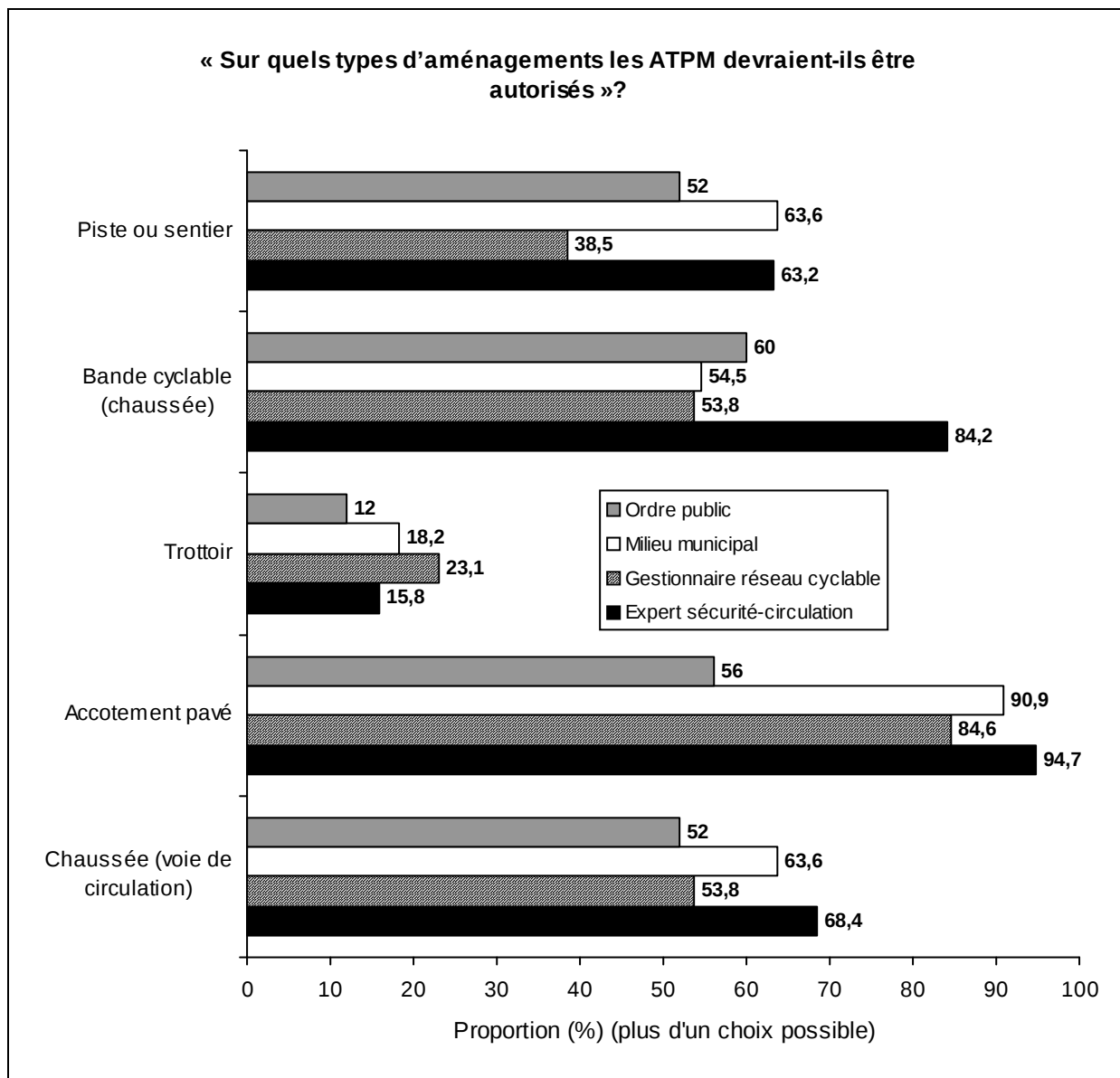


Figure 39 Infrastructures autorisées aux ATPM

Les commentaires écrits sont peu nombreux. On mentionne les terrains privés, sans doute comme seul lieu d'utilisation possible, et la « chaussée », à défaut de trottoir ou d'aménagement cyclable.

9.4.2 Zones de vitesse affichée

Quant aux zones de vitesse affichée à considérer pour autoriser la présence des ATPM, les répondants voient presque unanimement la présence des ATPM comme possible sur des routes et des rues affichant une vitesse égale ou inférieure à 50 km/h (figure 40). Les quelques commentaires n'apportent rien de plus aux opinions.

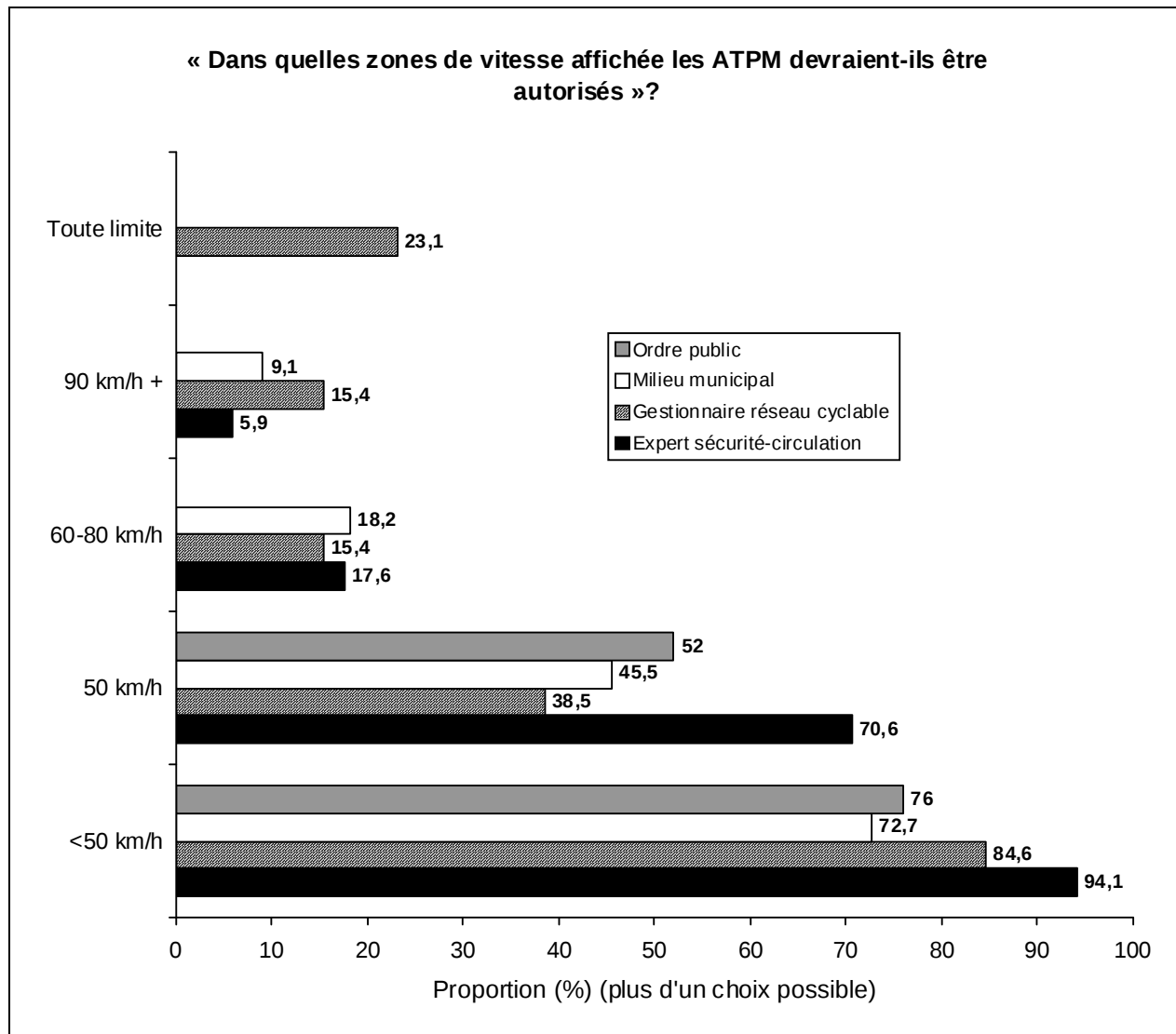


Figure 40 Zones de vitesse affichée autorisées aux ATPM

9.4.3 Interdictions temporelles à la circulation des ATPM

À la question d'une limitation horaire ou saisonnière de circuler, les répondants expriment des opinions mitigées (figure 41). On peut parler d'une circulation en tout temps, avec certaines restrictions en situation d'obscurité. Les forces de l'ordre ne semblent pas voir d'un bon œil la circulation des ATPM pendant l'hiver. Les gestionnaires de réseaux cyclables et les experts en sécurité routière sont moins restrictifs. Ceux qui interdiraient les ATPM l'hiver ciblent, avec des variantes, les mois de novembre à avril comme période d'interdiction.

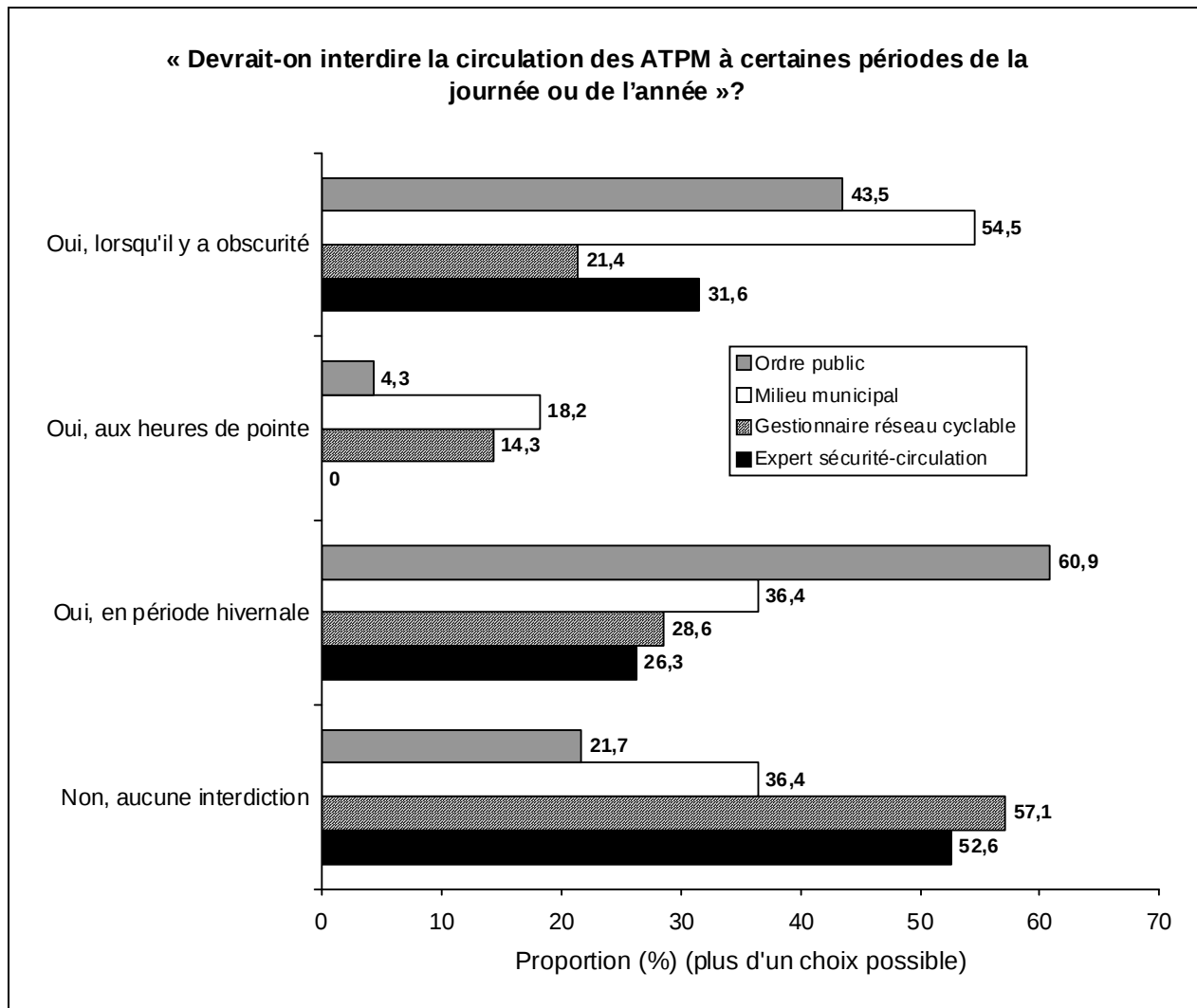


Figure 41 Interdictions temporelles à la circulation des ATPM

9.5 Risques associés à l'usage ATPM

9.5.1 Risques personnels et sociaux associés à l'usage des ATPM

Au chapitre des risques potentiels, tous les répondants soulignent que l'utilisation d'un ATPM sur le réseau public comporte des risques (figure 42). Cet élément illustre le niveau de lucidité des personnes interrogées et s'avère cohérent avec la réalité de terrain. La conduite de tout véhicule motorisé sur la voie publique implique un certain niveau de risque.

Globalement, les risques sont tous associés à la cohabitation, souvent difficile, entre plusieurs types de véhicules et d'usagers, sur un réseau partagé, mais pas nécessairement aménagé à cette fin. Le facteur poids - vitesse, c'est-à-dire la masse, semble au cœur des préoccupations, s'il se produit un heurt inter-véhiculaire. Ainsi se préoccupe-t-on avant tout de la possibilité de collisions entre un ATPM et les véhicules moteurs, puis dans un ordre moindre, entre les ATPM et les cyclistes, et avec les piétons. La probabilité de heurts avec le mobilier urbain ou les objets fixes de la route, ou tout autre accident en solo, arrive en quatrième place.

Les commentaires explicatifs reprennent globalement ces éléments. On associe la présence de plusieurs types de véhicules dans un même espace de circulation à un risque accru d'accident. On souligne également que le « risque » découle des caractéristiques de l'individu et de sa façon de conduire.

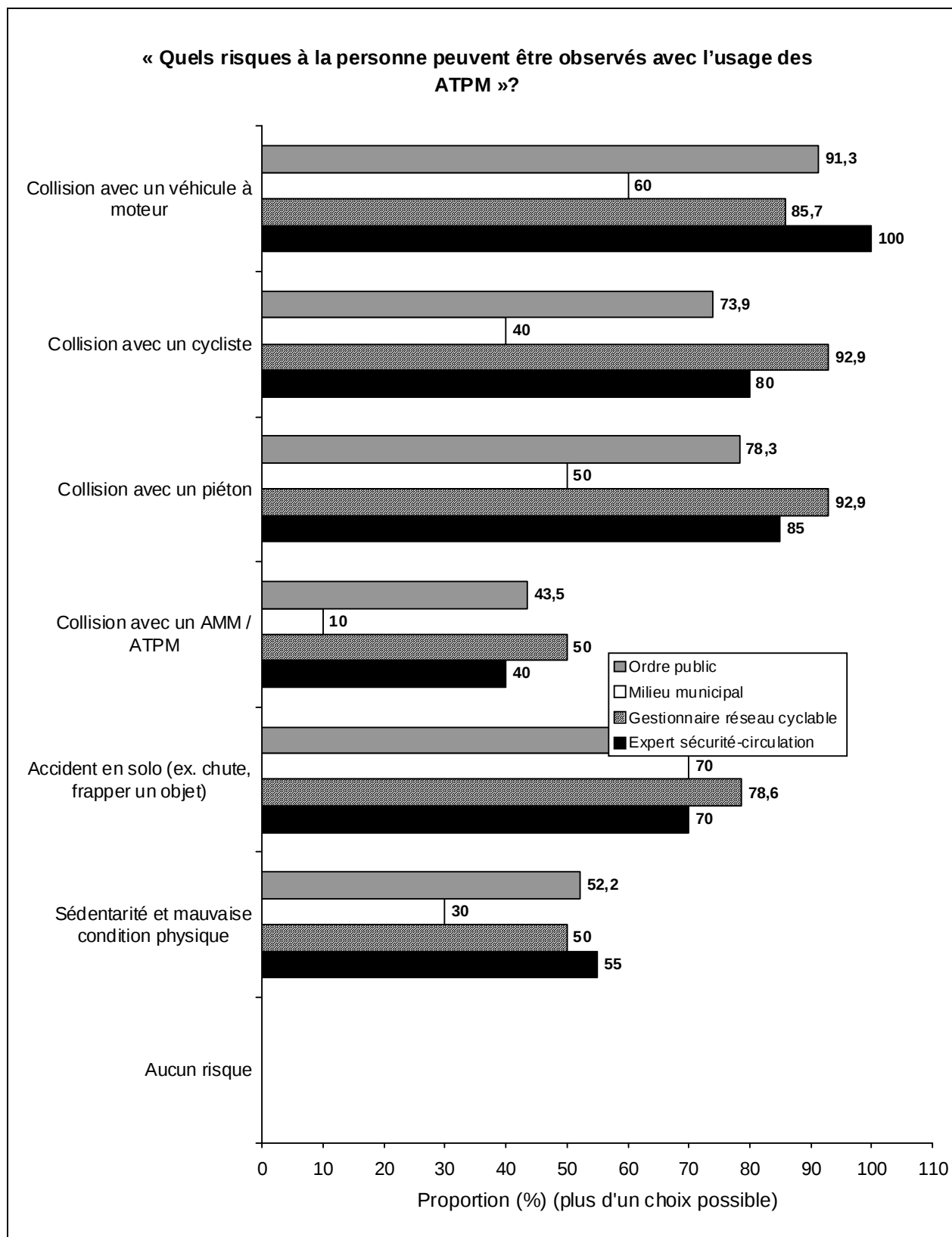


Figure 42 Risques personnels et sociaux associés à l'usage des ATPM

9.5.2 Usage du téléphone cellulaire sur un ATPM

Les répondants estiment que l'utilisation d'un téléphone cellulaire par les conducteurs d'ATPM devrait être bannie, comme elle l'est depuis peu pour les véhicules routiers (figure 43). Les explications fournies confirment la problématique du cellulaire au volant. Le téléphone cellulaire provoque une distraction dans sa manipulation et un manque de concentration en situation de conduite. Ainsi, les deux mains devraient être sur le « guidon » de l'ATPM.

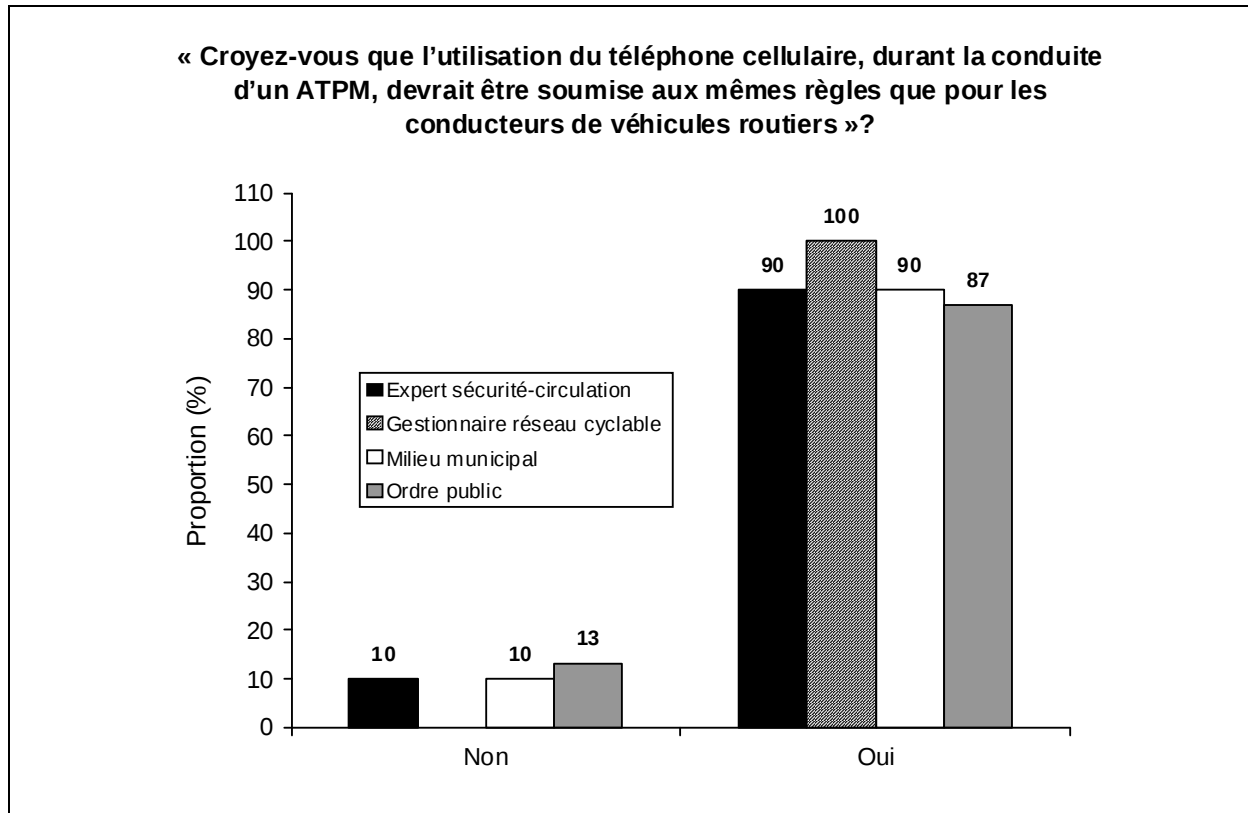


Figure 43 Usage du téléphone cellulaire sur un ATPM

9.6 Mobilité durable en lien avec les ATPM

9.6.1 Transferts modaux : automobilistes devenant usagers ATPM

La question suivante est posée aux répondants :

« Si les ATPM deviennent concurrentiels, pensez-vous que les automobilistes sont prêts à troquer leur automobile pour ces appareils dans leurs déplacements quotidiens (ex. entre la maison et le travail) »?

Elle s'avère pertinente dans la mesure où elle se retrouve au centre de la stratégie publicitaire de certains manufacturiers, entre autres de la compagnie Segway. Cet appareil, après avoir été présenté dans les premières années de sa mise en marché comme un substitut de la marche à pied, ne prétend rien de moins que de remplacer l'automobile. Par leurs réponses, les personnes interrogées semblent en douter (figure 44). Ils émettent ainsi plusieurs réserves quant à la faisabilité d'éventuels déplacements « domicile-travail ».

Les commentaires démontrent un état de questionnement. Tout changement modal serait tributaire du type d'appareil ATPM, de ses caractéristiques techniques et de confort, du type de déplacement qu'il devrait assurer, en particulier le rayon d'action et les lieux de circulation où il serait présent. On retrouve dans les commentaires écrits un mini-bilan des avantages et des désavantages de ce type d'appareil, mais l'interrogation y domine.

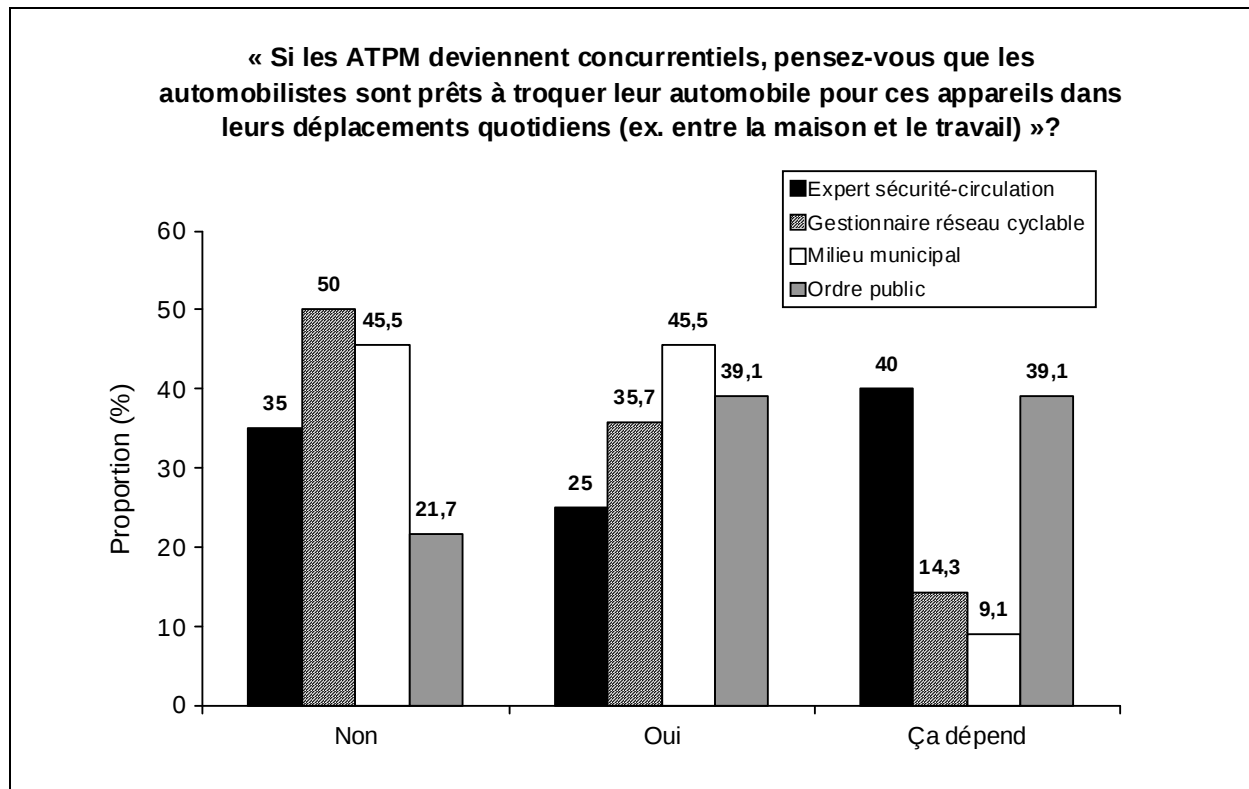


Figure 44 Transferts modaux : automobilistes devenant usagers ATPM

9.6.2 Transferts modaux : piétons devenant usagers ATPM

Un autre type de transfert modal des déplacements est questionné de la façon suivante :

« Si les ATPM gagnent en popularité, croyez-vous que les piétons vont modifier leurs habitudes et utiliser un ATPM dans leurs déplacements quotidiens »?

Les répondants semblent douter que les ATPM puissent remplacer la marche à pied (figure 45). Ceci semble soulever plus de questions que de réponses. L'absence de littérature ou de faits vérifiés sur la question peut sans doute expliquer ces réserves.

Les explications sont multiples mais expriment des réserves. Il y a possibilité de substitution à de nombreuses conditions, mais les ATPM assureraient des déplacements plus rapides et écologiquement propres. Inversement, on souligne l'attrait des ATPM comme étant une solution de remplacement facile à la marche, pour celles et ceux qui ne veulent pas faire d'efforts.

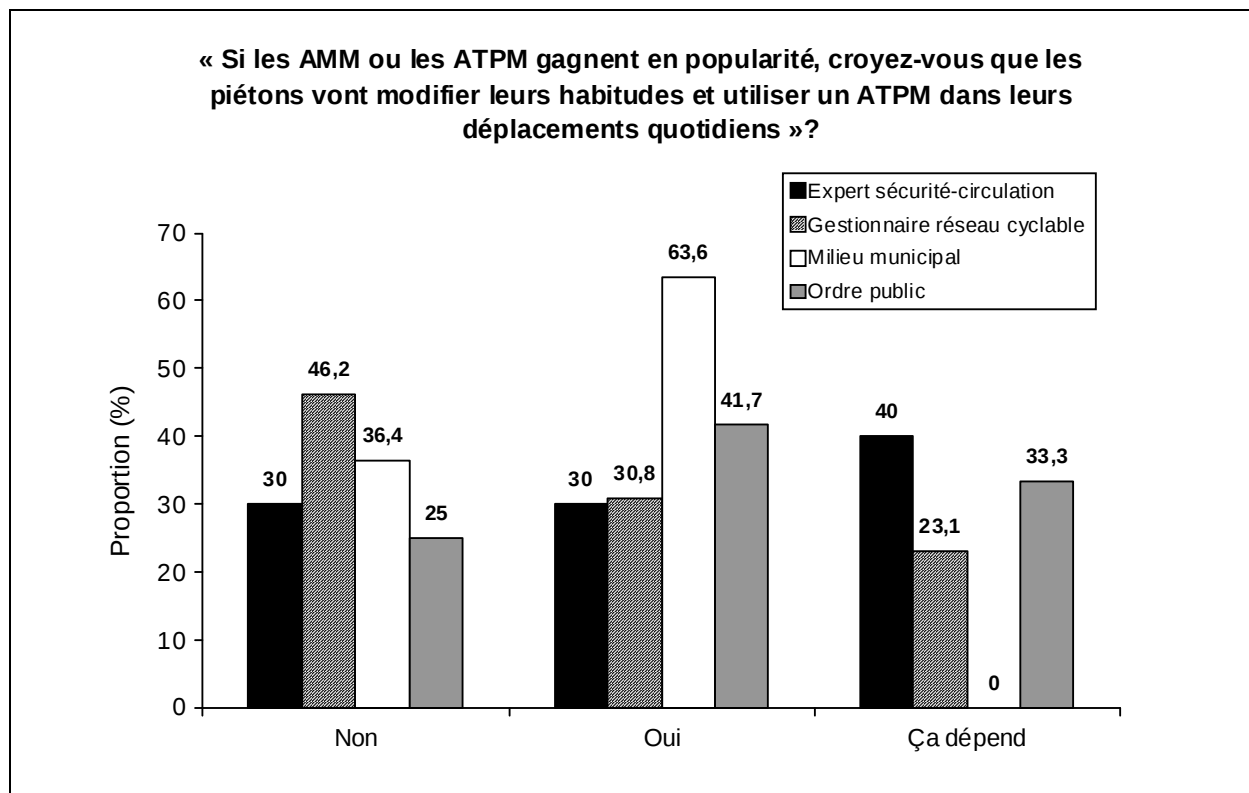


Figure 45 Transferts modaux : piétons devenant usagers ATPM

9.6.3 Transferts modaux : effet global associé aux ATPM

Une question synthèse essaie d'évaluer globalement l'effet du « transfert modal ». Les réponses semblent traduire de façon assez fidèle les attitudes des répondants et les constats antérieurs (figure 46). Si transfert modal il y a, et on n'en est pas nécessairement convaincu, celui-ci pourrait se manifester, dans le meilleur des cas, par une certaine réduction des véhicules routiers.

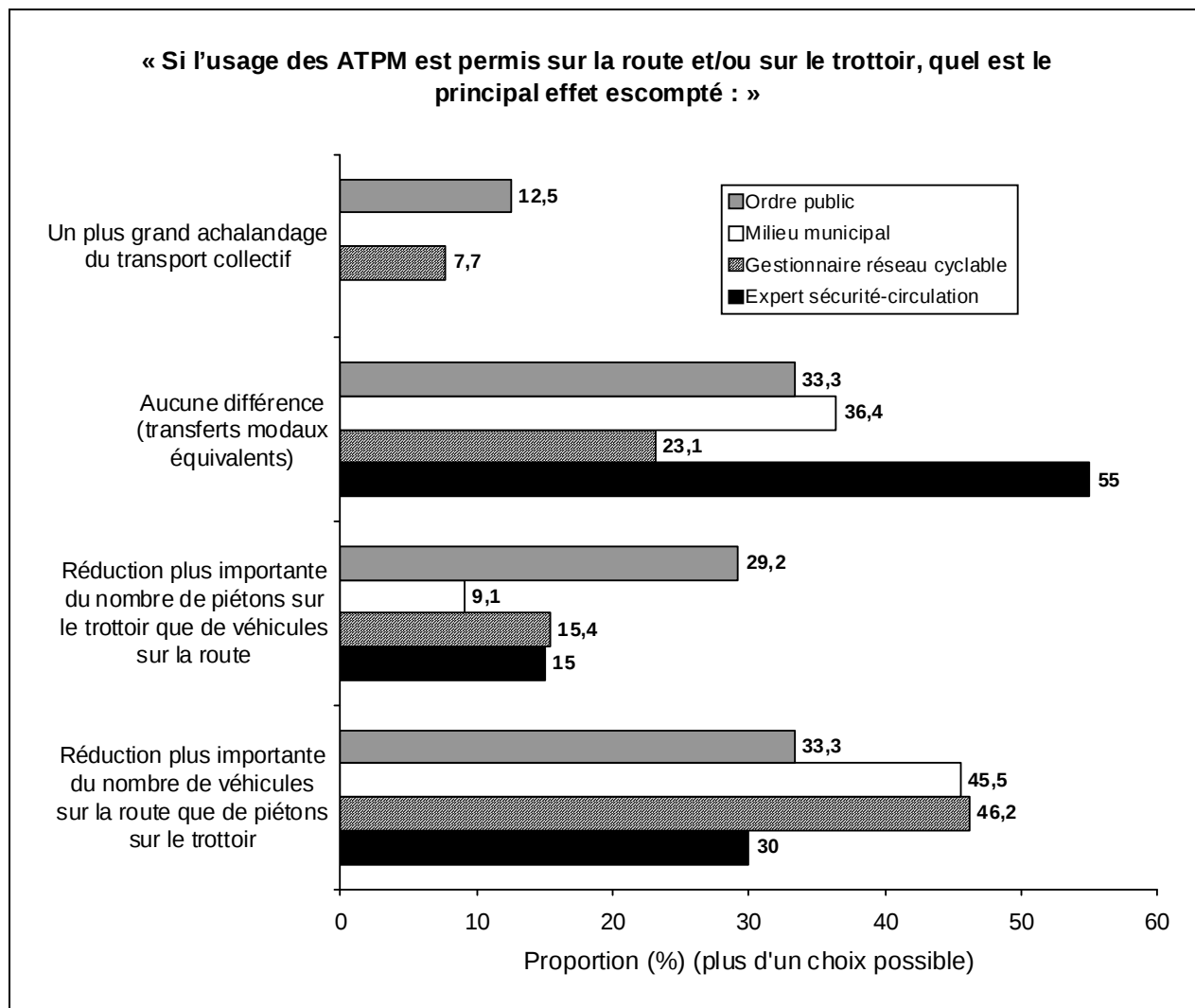


Figure 46 Transferts modaux : effet global associé aux ATPM

9.6.4 Impacts écologiques des moyens de transport

À la question « qu'est-ce qui est plus écologique à l'usage », les résultats apportent un éclairage intéressant (figure 47). Les ATPM utilisent en effet, dans leur mise en marché, la carte des facteurs écologiques et environnementaux. Or, les répondants semblent donner aux ATPM une valeur environnementale légèrement moindre que celle associée aux transports publics.

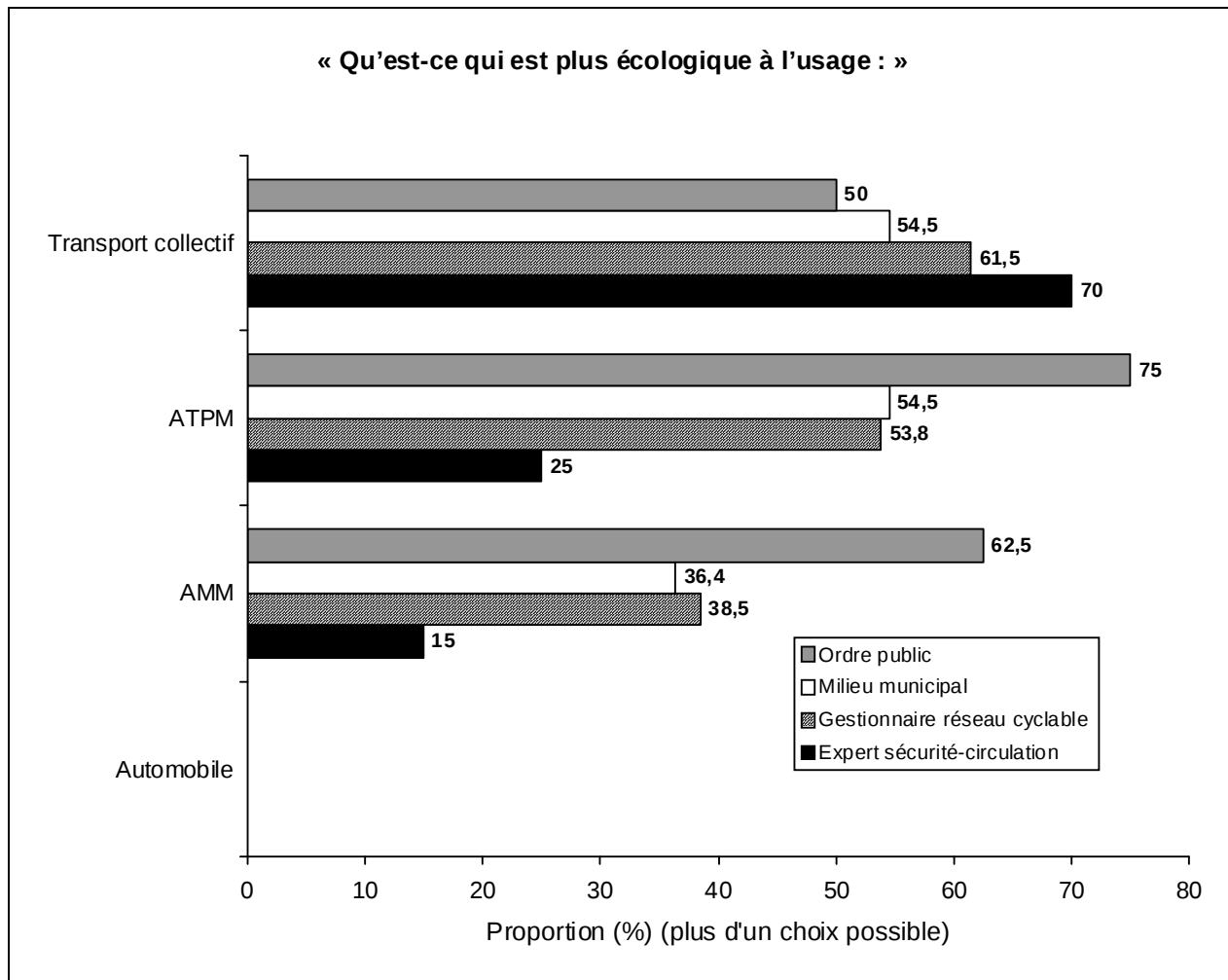


Figure 47 Impacts écologiques des moyens de transport

La raison qui justifie ce bon classement des ATPM semble relever avant tout du peu d'émissions polluantes qu'ils émettent versus le transport collectif (figure 48). La question de la disposition des batteries des ATPM en fin de vie semble secondaire. Les commentaires identifient la marche à pied, le vélo et le transport collectif comme plus écologiques.

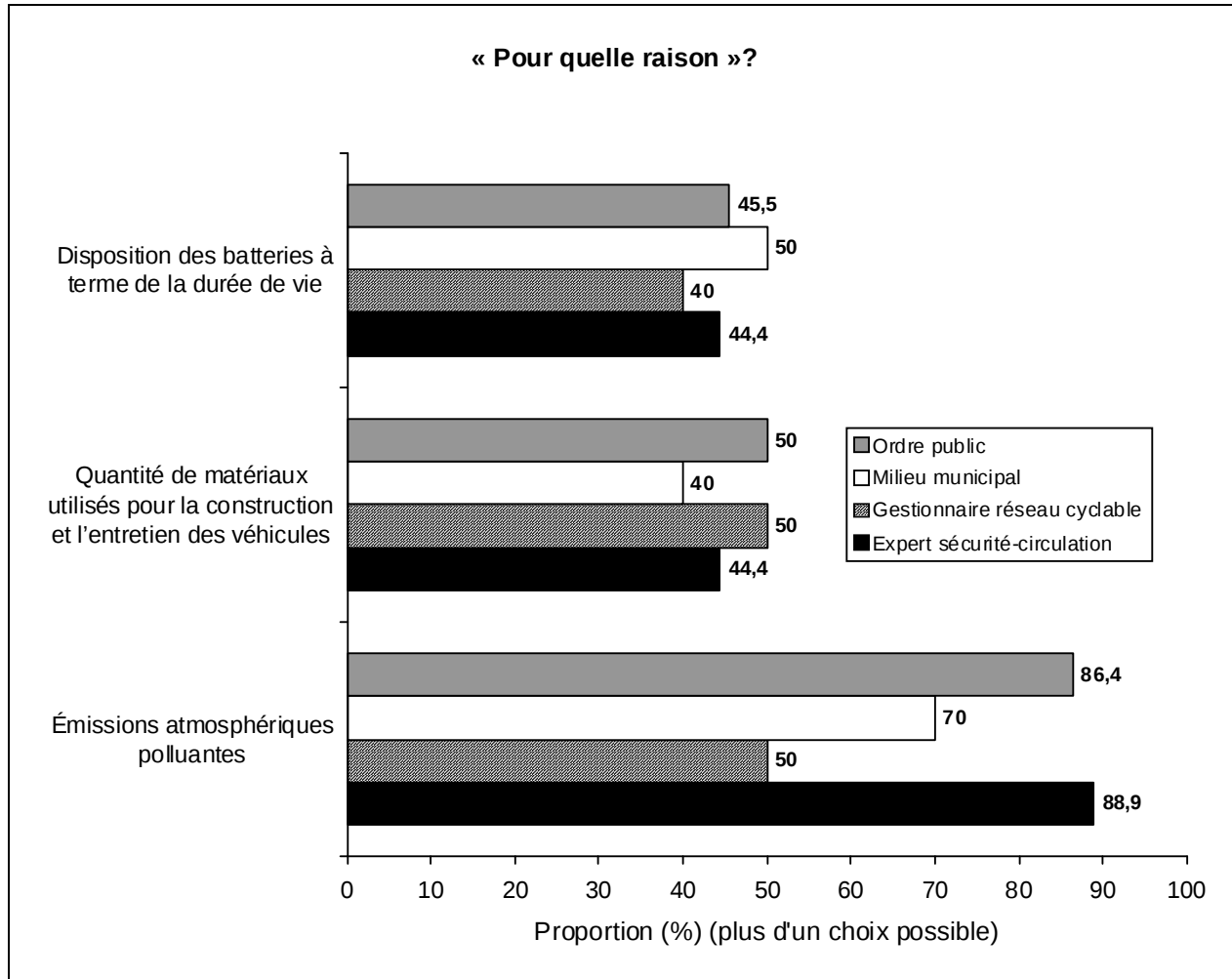


Figure 48 Raisons pour expliquer l'impact écologique des moyens de transport

10 ARBRE LOGIQUE DÉCISIONNEL

Les ATPM sont des appareils récents, qui souvent, ont été acceptés ou observés sur le réseau avant même que ne soient vendues les premières unités en magasin, ou que ne soient vérifiés les aspects de sécurité liés à leur utilisation. L'exemple de la législation américaine, instaurée sous influence de lobbyistes, est particulièrement frappant. Ce type de démarche n'est pas souhaitable pour une société qui veut développer et faire fonctionner son réseau routier de façon cohérente, en accord avec les principes de sécurité routière.

L'usage des ATPM étant relativement récent, ces appareils ne possèdent pas d'historique détaillé d'accidents. La littérature ne donne pas de preuves dures et vérifiables, mais des pistes, qui permettraient, avec certitude, d'établir les niveaux de risque inhérents aux choix en matière de réglementation. Considérant ces manques, et le fait que les ATPM méritent tout de même une réflexion sur la place qu'on peut leur accorder sur le réseau, la seule démarche possible, et qui soit rigoureuse, consiste à évaluer les lieux envisagés pour la pratique ainsi que les règles de circulation à instaurer. Il est possible de faire une place aux ATPM, mais celle-ci doit concorder avec certains principes de base. Il est important de respecter les usagers qui circulent déjà sur le réseau québécois, que ce soit les automobilistes, les cyclistes, les cyclomotoristes ou les piétons.

L'objectif du présent mandat consiste à donner un point de vue d'expert sur les impacts en sécurité routière engendrés par la mise en circulation des ATPM. Il s'agit donc de se prononcer sur les lieux où l'usage peut être envisagé, pour les ATPM, à même le réseau routier ou des aménagements connexes, tels que les trottoirs et les bandes cyclables. Pour ce faire, la solution choisie consiste à examiner toutes les combinaisons « environnement / usager / véhicule / lois actuelles » possibles, en faisant des comparaisons et en anticipant les impacts potentiels. Cette démarche implique de vérifier, à tour de rôle, la possibilité d'autoriser les ATPM dans chaque environnement routier. Chaque espace, avec ses caractéristiques et ses usagers actuels, est confronté aux caractéristiques propres aux ATPM. En bout de ligne, cette opération permet de vérifier si l'utilisation potentielle de l'infrastructure par un ATPM est cohérente, en lien avec les droits et obligations des utilisateurs actuels, et dans le contexte de sécurité routière sous-jacent aux aspects véhiculaires et comportementaux.

Autrement dit, bien qu'il soit louable, dans un environnement donné, d'aborder la question de la sécurité de l'appareil lui-même, et de son utilisateur, il faut déborder de ce cadre individuel et considérer la sécurité au deuxième niveau, soit la sécurité de tous les usagers du réseau. Il est important d'envisager les impacts collectifs, donc d'examiner les conséquences qu'auraient de nouvelles règles sur celles qui existent actuellement. Il s'agit de voir de quelle façon les usagers seraient affectés par ces transformations. Le risque potentiel d'accident a été estimé, tout au long du rapport, en simulant l'instauration d'un cadre légal visant à introduire une cohabitation entre les ATPM et les usagers actuels.

Dans cet ordre de pensée, la figure 49 résume la définition technique d'un ATPM et la figure 50 reprend la plupart des constats énoncés dans ce rapport, et qui constituent la base des recommandations présentées à la section 12. Il s'agit d'arbres logiques décisionnels, qui résument le cheminement méthodique détaillé tout au long du rapport, en accord avec les principes de base en sécurité routière.

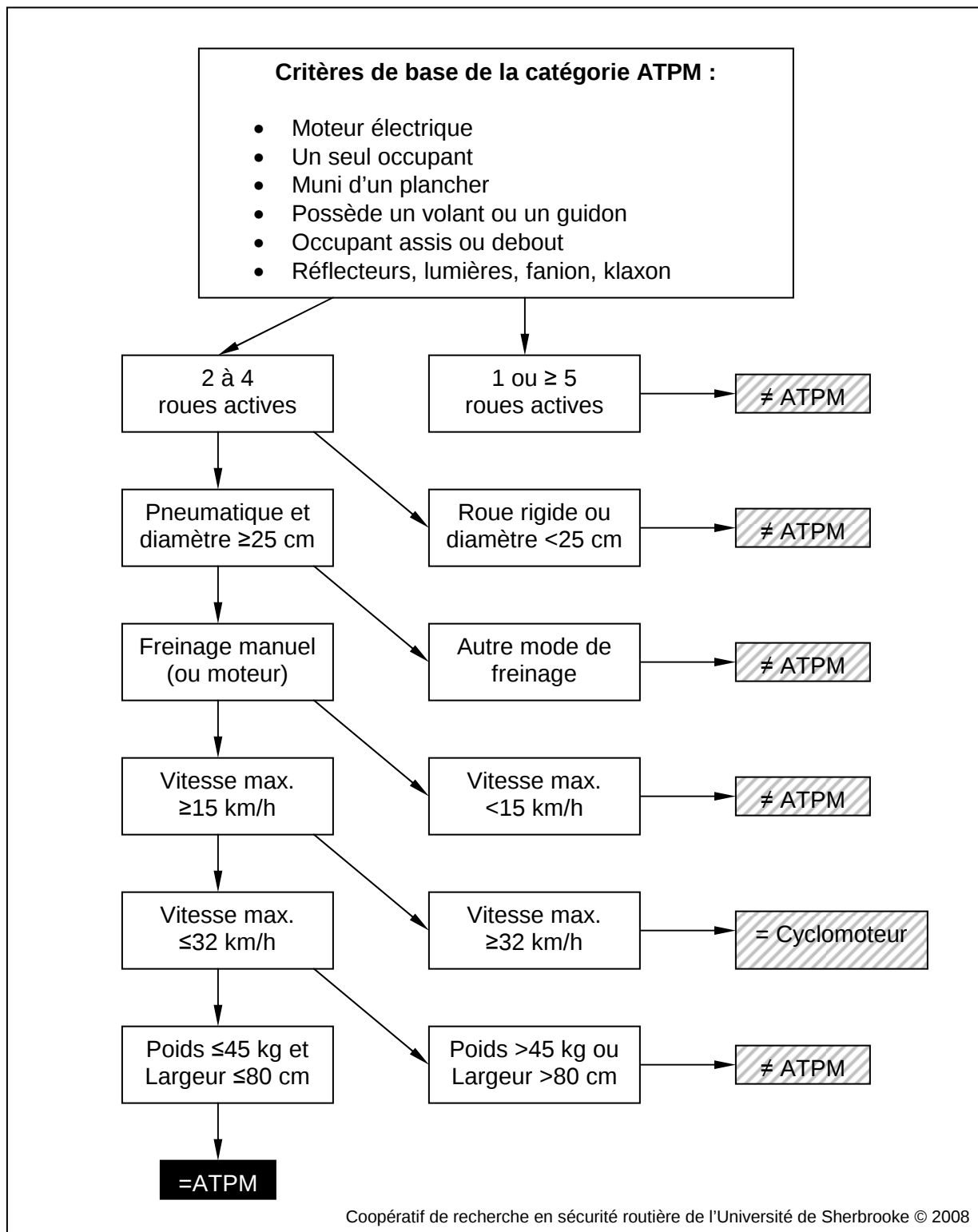


Figure 49 Critères techniques définissant la catégorie ATPM

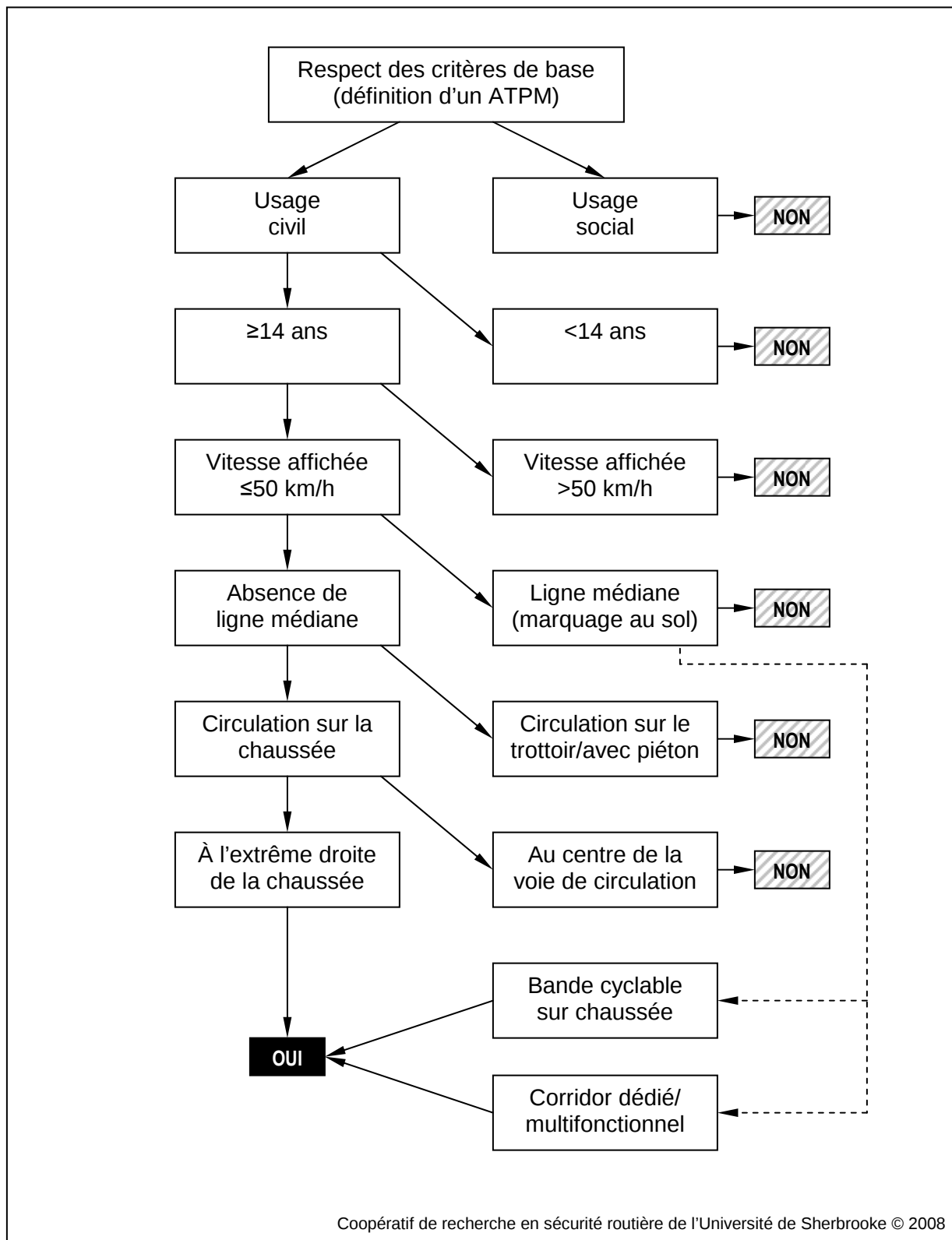


Figure 50 Logique décisionnelle pour autoriser la circulation des ATPM

11 CONCLUSION

Les ATPM sont des appareils récents, peu ou mal définis dans les différents codes de sécurité routière, ainsi que dans les rapports d'accidents officiels. La revue de littérature révèle conséquemment un manque de documentation scientifique relative aux accidents et aux facteurs de risque des ATPM. La majorité des titres répertoriés sont de courts articles, des textes factuels, qui exposent la réglementation et les projets-pilotes en cours. Quelques chercheurs ont produit des articles et des rapports de fond, qui présentent des expérimentations en site fermé ou en conditions réelles, mais la plupart des ouvrages se limitent à un bilan des avantages et des inconvénients des appareils. Un des faits marquants de la revue documentaire est l'abondance des textes qui traitent spécifiquement du Segway®. Très peu de chercheurs abordent les aspects de sécurité routière relatifs aux autres types d'ATPM, tels que les trottinettes, les cyclomoteurs légers ou les appareils hybrides de tout genre.

Les auteurs vantent amplement les mérites technologiques de ces nouveaux appareils, sans toutefois questionner à fond les impacts en sécurité routière des lois qu'on modifie. Aux États-Unis, la plupart des juridictions ont accordé une place au Segway® sur le réseau public, avant même que ces appareils ne soient connus du public, et sans qu'il y ait eu un examen rigoureux des implications sur la sécurité des piétons et des cyclistes. La revue de littérature fait ressortir que les lois américaines ont été modifiées suite au marketing du fabricant, qui a misé sur une stratégie lobbyiste pour faire changer ou introduire des réglementations.

Dans l'ensemble des juridictions américaines, les lieux où l'usage du Segway® est permis sont le trottoir (44 juridictions), les pistes cyclables (30 juridictions), ainsi que les rues et les routes (36 juridictions), sous réserve de certains critères de circulation. La trottinette électrique est également permise dans plusieurs États américains, avec des limites de vitesse particulièrement élevées. Au Canada, l'usage du Segway® et de la plupart des autres types d'ATPM, sur la voie publique, est interdit en Alberta et en Colombie-Britannique. En Ontario, la trottinette est interdite car elle ne rencontre pas les normes techniques de sécurité. Quant au Segway®, un projet-pilote de 5 ans autorise son usage sur la route ou le trottoir, mais seulement par les postiers, les officiers de police et les personnes à mobilité restreinte âgées d'au moins 14 ans. En Australie, certains États permettent aux trottinettes électriques de circuler sur les rues locales sans lignes blanches médianes, ou sans terre-plein central, à condition que la puissance du moteur soit inférieure à 200 watts, et que le moteur coupe lorsqu'une vitesse de 10 km/h est atteinte. Dans ces États, l'usage est également autorisé sur le trottoir, mais à condition que le moteur ne soit pas utilisé. En Europe, certains pays s'en remettent à la bonne volonté des utilisateurs. Par exemple, la Belgique propose de faire une place aux ATPM sur le trottoir à condition que les conducteurs ajustent eux-mêmes leur vitesse à celle des piétons (± 6 km/h), et ce, même si l'appareil peut rouler à 20 km/h. Cette logique est également perceptible en Allemagne, où les auteurs d'un rapport examinant la place à accorder au Segway®, sur le réseau public, concluent que la solution réglementaire la plus pratique consiste à autoriser cet appareil sur le trottoir, et non sur la route, mais à condition que les usagers limitent leur vitesse à 6 km/h. Au Royaume-Uni, les ATPM ne peuvent pas circuler sur le réseau public. Puisque les ATPM sont capables d'aller à une vitesse supérieure à 10 km/h, le Département de Transport souligne qu'ils doivent être considérés comme des véhicules routiers. Or, on interdit leur circulation sur le réseau en se basant sur le fait que ces engins ne rencontrent pas les critères minimaux de sécurité que doit rencontrer tout véhicule routier.

La revue de la documentation met donc en évidence la disparité des règlements mondiaux et la diversité des approches conceptuelles pour gérer la circulation des ATPM. Puisque l'accidentologie des ATPM est encore mal connue, et que les expériences en sécurité routière ont jusqu'à maintenant porté sur des aspects comme la manoeuvrabilité des appareils, il est difficile de se prononcer, avec certitude, quant aux impacts globaux des ATPM sur la sécurité routière. À défaut de quoi, la présente analyse a dû s'appuyer sur une logique de base et sur les principaux constats livrés par des experts en sécurité routière. Les risques inhérents à l'introduction des ATPM dans un environnement routier déjà existant ont été évalués en fonction des lieux d'usage potentiels, lesquels ont systématiquement été examinés de pair avec les éléments propres à l'utilisateur, à son véhicule, et aux règles de circulation déjà en place.

La plupart des pays qui ont légiféré les ATPM l'ont fait au meilleur de la connaissance des experts. Il a donc été convenu, dans le cadre de ce projet, d'obtenir le point de vue des experts en sécurité routière, lors d'une consultation menée auprès de différents organismes québécois et dont les intervenants sollicités étaient des policiers, des ingénieurs, des gestionnaires de réseaux ou de groupes d'utilisateurs, des élus, etc. Les résultats de ce questionnaire démontrent la complexité et la diversité des points de vue sur certaines questions, mais parfois des consensus clairs sur les choix à privilégier.

Sur le plan des caractéristiques techniques des ATPM, le principal constat est la variété des modèles actuels et l'éclosion de nouveaux modèles sur le marché, ou en projet sur les tables à dessin. Étant donné le caractère hétéroclite des ATPM, une seule et même catégorie ATPM doit voir le jour, laquelle sera définie par des normes techniques. Avant toute chose, la catégorie ATPM doit faire l'objet d'une homologation nationale. Le fait de légiférer les lieux d'usage, avant même d'édicter des standards de fabrication, revient à « travailler à contre courant ». Plutôt que d'adapter les règlements aux pressions du marché, qui est en constante évolution, les législateurs devraient définir des balises claires en matière d'ATPM, et énoncer les critères avec lesquels les fabricants devraient composer, s'ils souhaitent que leurs appareils puissent circuler sur le réseau public. L'exemple du Segway® et des législatures américaines est éloquent. Plutôt que de faire un règlement unique pour une seule et même compagnie, les règlements devraient plutôt s'appliquer à tous les ATPM. Face à la complexité de toute action législative ou réglementaire, voici les bases d'un processus logique de prise de décision, qui devrait amener le législateur à cheminer de façon éclairée. Cette démarche postule que l'État, comme organisme législateur et réglementaire suprême, est garant et soucieux de la sécurité de tous ses citoyens, usagers ou non des réseaux publics de circulation. Les étapes de toute législation et réglementation devraient être les suivantes :

- Définir ce qu'est un ATPM et en faire une classe de véhicule à usage routier
- Établir les caractéristiques et les normes s'y rattachant
- Initier un processus d'homologation des ATPM
- Étendre les normes à la construction de ces appareils pour les entreprises nationales et pour les fabricants étrangers, s'il y a importation
- Prévoir un processus d'enregistrement et d'immatriculation avec les avantages et coûts qui en découlent
- Prévoir pour les usagers de ces appareils une attestation des compétences (certificat ou permis) avec les avantages et coûts qui en découlent
- Prévoir des règles de circulation et des sanctions en cas de non-respect
- Déterminer les lieux sur le réseau public où l'usage est jugé sécuritaire
- Modifier les articles du Code de la sécurité routière
- Harmoniser, si possible, les règlements entre les juridictions contiguës

Conséquemment, l'impossibilité de cheminer à travers cette chaîne logique de décision devra correspondre à interdire tout type d'ATPM sur le réseau public. Modifier précipitamment le Code de la sécurité routière, sans avoir défini et rendu opérationnelle l'homologation des ATPM, contribuera au développement anarchique d'un parc d'appareils partiellement ou totalement incompatibles avec le réseau routier, et qui pourrait de ce fait compromettre la sécurité de tous ses usagers.

L'examen des caractéristiques techniques des appareils amène aussi à conclure que les ATPM ne sont pas entièrement assimilables à l'une ou l'autre des catégories d'appareils existants. Les ATPM partagent des similitudes avec le vélo classique ou à assistance électrique, la trottinette, les cyclomoteurs, etc. Toutefois, une chose est certaine, la plupart des ATPM ne partagent aucune affinité avec les piétons. Certains appareils peuvent aller à une vitesse comparable au vélo. Les ATPM sont beaucoup plus rapides, plus lourds et plus larges qu'un piéton moyen. Leur vitesse et leur poids élevé les rendent dangereux pour les piétons, et leur largeur rend toute circulation impossible sur le trottoir, du moins, dans la majorité des milieux urbains québécois. Les ATPM ne peuvent pas cohabiter avec les piétons, à moins que leur vitesse soit limitée à la conception, mais il subsistera toujours la possibilité de débrider l'appareil. De plus, le contrôle de la vitesse par les policiers pose problème. Enfin, en plus d'être rapides, la plupart des ATPM sont silencieux, donc indétectables en des lieux où les piétons doivent pouvoir conserver leur quiétude.

De surcroît, les ATPM ne peuvent pas partager le centre de la voie de circulation avec les voitures et les camions. Ils sont trop lents et mal protégés. La seule avenue possible est de considérer les ATPM au même titre que les cyclistes, mais à certaines conditions et dans certains contextes. Les ATPM pourraient circuler dans la zone réservée aux cyclistes, à l'extrême droite de la chaussée, même si cela comporte des risques, comme c'est actuellement le cas pour les cyclistes qui choisissent de le faire. Assimiler les ATPM aux cyclistes nous apparaît raisonnable et sécuritaire, moyennant quelques restrictions spécifiques, telles que l'interdiction de circuler sur des rues ou des routes à plus de 50 km/h, ou sur celles qui comportent plus d'une voie de circulation ou un marquage central.

L'utilisation par les ATPM des bandes cyclables, sur la chaussée, est une autre possibilité. L'idéal serait cependant de constituer, dans les villes québécoises, un réseau de « corridors dédiés », qui seraient un peu plus large et fonctionnels que les traditionnelles bandes cyclables, réservées exclusivement aux cyclistes.

Le contexte de cohabitation est toutefois différent en dehors du réseau routier. Sur les pistes cyclables et les sentiers multifonctionnels, aménagées en site propre, et gérés par des organismes qui font la promotion des loisirs « écologiques », il est du ressort de ces organismes de statuer sur l'autorisation des ATPM à circuler en ces lieux.

12 RECOMMANDATIONS

Afin de garantir les conditions d'introduction les plus sécuritaires pour l'usage des appareils de type ATPM sur le réseau québécois, il est recommandé de premièrement mettre en place un processus décisionnel par étapes. Ce processus comporte l'adoption d'une définition type d'un « appareil ATPM », afin d'en faire une catégorie de véhicules routiers. Il faut ensuite instaurer une démarche d'homologation par une instance gouvernementale appropriée, afin de régir et de contrôler les normes de fabrication, et d'importation avant son introduction sur les réseaux publics. La dernière étape consiste à modifier le Code de la sécurité routière, en spécifiant les lieux d'usage, les règles de circulation et les restrictions aux usagers.

12.1 Processus décisionnel par étapes

Pour garantir la sécurité des citoyens, les étapes de toute législation et réglementation doivent être les suivantes :

- Définir ce qu'est un ATPM et en faire une classe de véhicule à usage routier
- Établir les caractéristiques et les normes s'y rattachant
- Initier un processus d'homologation des ATPM
- Étendre les normes à la construction de ces appareils pour les entreprises nationales et pour les fabricants étrangers, s'il y a importation
- Prévoir un processus d'enregistrement et d'immatriculation avec les avantages et coûts qui en découlent
- Prévoir pour les usagers de ces appareils une attestation des compétences (certificat ou permis) avec les avantages et coûts qui en découlent
- Prévoir des règles de circulation et des sanctions en cas de non-respect
- Déterminer les lieux sur le réseau public où l'usage est jugé sécuritaire
- Modifier les articles du Code de la sécurité routière
- Harmoniser, si possible, les règlements entre les juridictions contiguës

12.2 Définition de la catégorie ATPM

Pour être considéré comme un ATPM, tout appareil doit rencontrer les critères suivants :

- Muni d'un moteur électrique
- Frein manuel agissant sur les roues avant et/ou arrière (ou frein moteur équivalent)
- Utilisable par un seul occupant (aucun passager permis)
- Muni d'un plancher (ex. minimum de 10 cm de hauteur)
- Être dirigé au moyen d'un volant ou d'un guidon
- Avoir entre 2 et 4 roues actives (excluant les roues de sûreté anti-versement)
- Toute roue mesure au moins 25 cm de diamètre et est munie d'un pneu
- Un angle minimal (ex. $\approx 75^\circ$) entre l'axe de la colonne de direction et le sol
- Conducteur assis ou debout, mais pas couché (ex. « *recumbent bicycle* »)
- Largeur hors-tout ne dépassant pas 80 cm
- Vitesse maximale, sur le plat, d'au moins 15 km/h, pour exclure les appareils trop lents, et n'excédant pas 32 km/h, pour exclure les appareils trop rapides
- Poids maximal net (incluant batteries et accessoires) ne dépassant pas 45 kg

Et être muni obligatoirement des équipements suivants :

- Bande réfléchissante jaune de chaque côté de l'appareil
- Réflecteur rouge à l'arrière et réflecteur blanc à l'avant
- Phare blanc à l'avant et lumière rouge à l'arrière, pour pouvoir circuler dans l'obscurité
- Fanion à une hauteur minimale de 1,75 m
- Petit triangle orange réfléchissant à l'arrière de l'ATPM
- Klaxon (une sonnette est insuffisante)

Pour plus de sécurité, les ATPM pourraient être munis de l'équipement supplémentaire suivant :

- Lumières de frein arrière (ex. hauteur minimale de 0,3 m)
- Espace d'ancrage pour plaque d'immatriculation à l'arrière
- Phares de jour (blanc à l'avant et rouge à l'arrière)
- Miroirs
- Clignotants

12.2.1 Démarche d'homologation

Il est nécessaire d'instaurer une démarche l'homologation de « l'appareil ATPM » par une instance gouvernementale appropriée, afin de régir et de contrôler les normes de fabrication et d'importation avant l'introduction des ATPM sur les réseaux publics.

12.3 Environnement routier et lieux d'usage

12.3.1 Chaussée routière (responsabilité du MTQ ou des municipalités)

La circulation des ATPM doit être permise à l'extrême droite de la chaussée, en autant que l'infrastructure possède toutes les caractéristiques suivantes :

- Vitesse affichée est de 50 km/h ou moins
- Une seule voie de circulation par direction
- Absence de ligne médiane (marquage au sol séparant les voies de circulation)

Les sections du réseau routier interdites aux ATPM pourraient être traversées par ceux-ci, en autant que ceci soit fait à une intersection ou à un passage prévu à cette fin, et dans le respect du Code de la sécurité routière.

La circulation le long d'obstacles temporaires ou de goulots d'étranglement, tels que les ponts, viaducs et tunnels, pourrait être permise aux ATPM suivant la logique appliquée aux véhicules hors route (VHR). En ce sens, les municipalités devraient étudier chaque problème de continuité sur leur territoire afin d'éviter de segmenter les parcours potentiels des usagers ATPM.

12.3.2 Corridors dédiés

Les municipalités doivent être incitées à aménager, à moyen et long terme, des « corridors dédiés », pour permettre aux ATPM et aux autres modes de transport actifs ou alternatifs de circuler, de façon sécuritaire, sur une base utilitaire.

Les corridors dédiés, qui sont des « bandes cyclables élargies », doivent remplir une fonction prioritairement liée aux déplacements utilitaires, et s'éloigner de l'objectif de « loisirs », qui caractérise actuellement les pistes cyclables.

Les rues parallèles à proximité des artères, et qui sont moins achalandées, peuvent être priorisées pour l'aménagement des corridors dédiés. Ceux-ci doivent suppléer au rôle des artères dans un plan d'aménagement global. Il s'agit de favoriser la continuité en trouvant des liens autres que les rues jugées dangereuses. Idéalement, pour respecter la logique des déplacements utilitaires, il faut veiller à ce que les usagers d'ATPM puissent se déplacer d'un point à l'autre d'une municipalité sans se retrouver coincés dans un quartier, en raison d'obstacles difficiles à franchir, tel un pont.

Le Gouvernement du Québec, par l'entremise d'un programme de partenariat et/ou de subventions, doit aider les municipalités à se doter de telles infrastructures afin d'encourager le transport alternatif, via les ATPM, tout en sécurisant cette clientèle qui autrement, circulerait à risque sur les chaussées achalandées du milieu urbain québécois.

Les normes de conception des voies cyclables établies par Vélo-Québec devraient constituer la base des références en matière d'aménagement des corridors dédiés. Ces normes peuvent être bonifiées ou adaptées, dans la mesure où des ajustements sont nécessaires. Par exemple, vu la présence de nouvelles clientèles sur ces corridors, tels que les ATPM, il faut songer à augmenter la largeur minimale des voies de circulation, afin d'assurer le déplacement sécuritaire des appareils plus volumineux.

12.3.3 Bandes cyclables (sur la chaussée)

Les ATPM doivent être autorisés à circuler sur les bandes cyclables, avec la même prémisses que pour les cyclistes, c'est-à-dire qu'en présence d'une bande cyclable, l'utilisateur ATPM est tenu de l'utiliser.

Les vélos à assistance électrique, qui sont actuellement soustraits à l'obligation énoncée ci-haut, doivent également y être soumis, tout comme le seraient les ATPM, afin que la règle devienne universelle pour toute forme de circulation active ou alternative.

12.3.4 Pistes multifonctionnelles en site propre (à l'extérieur du réseau routier)

Les pistes multifonctionnelles en site propre n'étant pas de la responsabilité du MTQ, les ATPM pourraient être autorisés à y circuler ou non selon la volonté des autorités concernées.

12.3.5 Autres espaces privés

Sur les espaces privés autres que les pistes multifonctionnelles, tels que les centres d'achats, les zones portuaires et les aires touristiques ou récréatives (ex. zoo, station de loisirs), la libre circulation des ATPM doit être laissée à la discrétion des propriétaires des lieux.

12.3.6 Trottoir et espaces piétonniers

Le trottoir et les autres espaces piétonniers doivent demeurer « exclusifs » aux piétons. Ainsi, ils doivent être interdits à tout engin à propulsion humaine ou motorisée, conséquemment à tout type d'ATPM, à l'exception des AMM utilisées par des personnes à mobilité restreinte et reconnues par l'État.

12.3.7 Possibilité d'ajustement ou d'interdiction

Sachant que les règlements provinciaux ont préséance sur les règlements municipaux, mais que ces derniers pourraient restreindre davantage l'utilisation des ATPM, il est possible que les municipalités veuillent les interdire sur leur territoire, en tout ou en partie, pour des raisons spécifiques :

Possibilité d'ajustement ou d'interdiction

Les métropoles et les zones urbaines fortement achalandées posent un problème particulier pour la sécurité des utilisateurs du réseau. Pour l'usager qui circule à droite de la voie de circulation, un débit élevé implique un plus grand risque d'accident, car davantage de véhicules le croisent ou le dépassent.

En conséquence, à l'image du virage à droite au feu rouge, qui est interdit sur l'Île-de-Montréal, des règlements municipaux plus restrictifs pourraient encadrer localement l'usage des ATPM, comme par exemple interdire des rues ou bandes cyclables, ou encore régir l'usage en fonction des saisons.

12.4 Aspects socio-réglementaires et liés aux utilisateurs

L'usager d'un « ATPM » doit être défini à l'intérieur d'une nouvelle classe de conducteurs. Un système d'émission de certificat ou de permis de conduire pour ATPM est à mettre en place, selon une approche qui reste à déterminer, mais qui s'inspirerait des pratiques actuelles pour les autres conducteurs de véhicules routiers.

Une vérification des compétences à conduire un ATPM doit être exigée, laquelle mènerait à l'obtention d'un certificat ou d'un permis de conduire.

L'attestation des compétences de conduite, qui doit être exigée pour les ATPM, pourrait être délivrée à la suite de tests pratique et théorique prévus dans le cadre d'un programme de vérification des compétences dont la SAAQ, ou un mandataire, serait gestionnaire.

L'utilisation d'un ATPM doit être réservée aux personnes âgées d'au moins 14 ans.

Une formation minimale sur la bonne compréhension de l'appareil doit être donnée par les vendeurs, pour tout type d'ATPM.

Lorsque l'ATPM exige de l'utilisateur qu'il soit en position « debout », ou de se tenir en équilibre sur l'appareil, celui-ci doit porter un casque approuvé pour cycliste (ou motocycliste), et ce, peu importe l'âge du conducteur.

La nouvelle catégorie « usager ATPM » doit être incluse dans le Code de la sécurité routière, ainsi que dans le rapport d'accident de véhicules routiers de la SAAQ (à la fois dans les codes « véhicule et « usager »), car il est extrêmement important de pouvoir distinguer les usagers ATPM des cyclistes, des piétons et des autres usagers de la route.

Tout comme les cyclistes, les usagers ATPM doivent obéir aux mêmes règles de circulation que les conducteurs de véhicule routier (priorité, prescription, etc.). Par exemple, il doit être strictement interdit aux ATPM de circuler à sens inverse de la circulation ou sur le trottoir.

L'immatriculation et/ou l'enregistrement des ATPM doit être obligatoire, afin d'accroître à la fois la sécurité des usagers ATPM, et celle des autres usagers de la route. L'immatriculation permet d'agir simultanément sur quatre plans d'intervention reliés à la sécurité routière : contrôle de l'acquisition du véhicule, connaissance de l'état du parc, sanctions des usagers délinquants, et mise en mémoire des infractions (points de démerite) et des accidents. L'immatriculation et les données issues des accidents et contraventions permettront de mieux cibler les programmes de sensibilisation et d'intervention.

Si les ATPM étaient « plaqués », les dommages corporels aux usagers ATPM et aux autres usagers du réseau seront assurés par la SAAQ, lors d'un accident. Si les ATPM ne sont pas immatriculés, il est recommandé que les usagers ATPM souscrivent à une assurance personnelle « tierce partie ».

Puisque des conflits de cohabitation et des accidents sont prévisibles dans le cadre de la circulation des ATPM sur le réseau routier, la SAAQ devra procéder à une analyse des couvertures de responsabilité, pour déterminer la protection requise par les cyclistes, les piétons et les usagers ATPM, en conséquence de l'introduction des ATPM sur le réseau public.

12.5 Recommandations pour certains appareils déjà disponibles

12.5.1 Trotinette électrique

La trotinette électrique, dans sa version la plus élémentaire, manque de protection et exige des habiletés particulières. La contrôlabilité de cet appareil est affectée par une combinaison des éléments suivants : une vitesse maximale élevée, un très petit diamètre de roues, qui sont souvent cintrées de matériel dur (uréthane), un plancher très bas et une colonne de direction quasi verticale, très nerveuse. Ces caractéristiques accentuent les risques de chute, donc de heurts potentiels pour le conducteur lui-même, et avec les autres utilisateurs. La trotinette électrique doit donc être :

- Considérée comme un véhicule jouet, et non comme un ATPM
- Réservée aux terrains privés ou pour une utilisation hors route

12.5.2 T3 Motion®

La combinaison vitesse / poids / largeur d'un T3 Motion® est telle que cet appareil est incompatible avec les autres ATPM ou avec les autres usagers qui auraient à les côtoyer dans un même espace, comme à la droite de la chaussée ou dans des corridors dédiés (ex. cyclistes).

Cet appareil doit être réservé à des fins commerciales et institutionnelles (ex. police, armée, surveillance et patrouille de sécurité, zones aéroportuaires, gares, entrepôts, etc.). S'il devait être commercialisé pour le grand public, le T3 Motion® devrait être considéré comme un véhicule routier (ex. VBV ou cyclomoteur), donc nécessiter :

- Certificat d'enregistrement
- Plaque d'immatriculation
- Certificat d'assurances complètes
- Rouler au milieu de la voie de circulation, et non en marge de celle-ci, comme il est proposé pour les ATPM (voir 12.2.4.)
- Exiger de son conducteur un permis de conduire

12.5.3 Cyclomoteur électrique

Le cyclomoteur électrique pourrait être considéré comme un ATPM si sa vitesse maximale, sur le plat, était de 32 km/h ou moins (norme du vélo à assistance électrique). Les cyclomoteurs électriques plus puissants (>32 km/h) devraient être assimilés à des cyclomoteurs conventionnels (à propulsion thermique), car ils détiennent des caractéristiques similaires, à l'exception du moteur. C'est la puissance du moteur qui doit déterminer le classement de ce type d'appareil.

12.5.4 Segway®

Le Segway® est un appareil très difficile à classer. Il a des caractéristiques qui le rapprochent tantôt du vélo, de la trottinette ou d'une mobylette. Le Segway® ne correspond pas entièrement à la définition technique proposée dans ce rapport pour la catégorie ATPM (section 11.2). Il diffère par sa masse, son type de freinage et par la technique de direction de l'appareil (déplacement du poids du conducteur). Pour ces raisons, le législateur qui souhaite inclure cet appareil dans la catégorie ATPM devra soit ajuster les paramètres de base de la catégorie ATPM, soit exiger que cet appareil les rencontre tous.

12.5.5 Triporteur et quadriporteur

Les triporteurs et quadriporteurs sont des AMM, mais certains les considèrent comme des ATPM, d'où la nécessité de clarifier cette « zone grise ». Dans cette catégorie d'appareils, un même engin est utilisé par deux clientèles. Il importe donc de distinguer les privilèges et les obligations des personnes à mobilité restreinte, reconnues par l'État, par rapport à ceux des usagers sans réel problème de mobilité (usage social versus usage civil) et qui utilisent un tri ou quadriporteur par choix personnel.

12.6 Pistes de recherche

Plusieurs facettes de la problématique étudiée dans ce rapport mériteraient une attention plus poussée.

L'évaluation des impacts de l'introduction de nouvelles mesures législatives de sécurité, en lien avec les ATPM, mériterait un suivi particulier (comportement, infractions, accidents), au cours d'une période minimale de trois ans, suivant l'introduction des nouvelles règles (questionnaire, observation, analyse d'accidents).

La zone grise, quant aux usages civil ou social des ATPM, devrait être explorée plus à fond. Comment faire la différenciation entre un usager civil et social, en termes physiques et devrait-on considérer, pour une autorisation d'usage, le motif de déplacement dans un cadre de justice sociale? En ce sens, il importe que les constats et les recommandations issus de la présente recherche soient mis en relation avec ceux de l'étude consacrée aux AMM. Les deux problématiques ont des liens étroits.

Par ailleurs, il faudrait évaluer comment et à quel niveau les conditions climatiques extrêmes ou difficiles limitent, à court, moyen ou long terme, l'utilisation des ATPM, et conséquemment, rendraient sous-utilisées des infrastructures qui leur seraient destinées de façon exclusive dans l'espace ou le temps. Qui, des instances décisionnelles supérieures ou locales, devraient alors régir l'aspect saisonnier de la chose?

Enfin, en raison des risques inhérents à la présence des ATPM sur le réseau routier, il va de soi que le concept des « corridors dédiés » prend tout son sens. Pour favoriser le développement d'un réseau de corridors dédiés, il faudrait établir, dans le cadre d'un projet de recherche, les bases normatives de ces aménagements, et étudier les modalités financières nécessaires pour permettre leur réalisation.

13 RÉFÉRENCES

Académie canadienne de médecine du sport (2000) Le port obligatoire de casques protecteurs pour cyclistes. Énoncé de position.

Alberta Infrastructure & Transportation (2005) Power Bicycles, Mopeds, Motorcycles, Mobility Aids, Off-Highway Vehicles and Prohibited Miniature Vehicles. Driver Safety, Research and TSI.

*Anonyme (2001) Computerized, Battery-Operated “Human Transporter” Causes a Stir. The Urban Transportation Monitor, Vol. 15, no 24, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 1-2.

*Anonyme (2002a) Legislative Push To Allow Segway Human Transporter On Sidewalks. The Urban Transportation Monitor, Vol. 16, no 4, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 1;8.

*Anonyme (2002b) Thirty-Two States Pass Legislation Enabling Segway Use on Public Ways. The Urban Transportation Monitor, Vol. 16, no 22, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 8.

*Anonyme (2002c) Under New Law, Electric Bicycles No Longer Classified as Motor Vehicles. The Urban Transportation Monitor, Vol. 16, no 23, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 6.

*Anonyme (2003) MTA Begins Testing Segway HTs for Security Details at Key Transit Stations and Facilities. The Urban Transportation Monitor, Vol. 17, no 3, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 2.

*Anonyme (2004) Safety and Practical Use of Motorized Personal Transportation Devices Examined. The Urban Transportation Monitor, Vol. 18, no 19, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 3.

*Anonyme (2005) Traffic Safety Legislation Assessed at State Level. The Urban Transportation Monitor, Vol. 19, no 5, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 1;8.

*Anonyme (2006a) Intermodal commuter solutions tested with California PATH's EasyConnect project. The Urban Transportation Monitor, Vol. 20, no 12, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 3.

*Anonyme (2006b) Segway Connects with Public Transit, Acts as Feeder-Distributor. The Urban Transportation Monitor, Vol. 20, no 12, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 1-2.

*Anonyme (2006c) Segway Undergoes Improvements, Being Used at Some Locations To Improve Access to Transit. The Urban Transportation Monitor, Vol. 20, no 16, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 3; 9.

*Anonyme (2007) Houston Introduces Mobility Response Team on Scooters to Aid Police Officers in Traffic Control. The Urban Transportation Monitor, Vol. 21, no 14, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 7.

Belgique (2007) Arrêté royal relatif aux engins de déplacement. Moniteur Belge. Service public fédéral mobilité et transports, 13 février 2007, p. 8830-8834.

- Bergeron, J., Robitaille, C., Joly, M.-F., Bazinet, A., et Joly, P. (1992) Cinq ans d'observations sur le comportement des cyclistes. Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal et École Polytechnique, Montréal.
- Bruneau, J.-F. (1998) Les accidents de vélo et les conflits entre cyclistes et motorisés en milieu urbain de taille moyenne (Sherbrooke, 1989-95). Mémoire de M. Sc., Université de Sherbrooke.
- Buntine, C. (2003) Clean Personal Mobility Services: A Transit Enhancing Alternative to Private Automobile Travel. Transportation Research Board 82nd Annual Meeting, January 14, 2003, Paper #03-4441, Washington, D.C., U.S.A.
- Brunton, B. (2007) <http://www.segwayillegalinontario.blogspot.com/>.
- *Cassell, E., and Clapperton, A. (2006) Consumer product-related injury (2): Injury related to the use of motorised mobility scooters. Hazard, Vol. 62, Victorian Injury Surveillance Unit. Monash University Accident Research Centre, Victoria, Australia.
- *Castonguay, S. et Binwa, P. (2006) Projet pilote d'évaluation de l'appareil de transport personnel motorisé Segway™ HT en conditions réelles. Centre d'expérimentation des véhicules électriques du Québec, Vol. TP 14567F, Centre de développement des transports, Transports Canada.
- *Centre d'expérimentation des véhicules électriques du Québec (2006) Projet pilote d'évaluation de l'appareil de transport personnel motorisé (ATPM) Segway HT en conditions réelles. Rapport final.
- Cross, K.D., and Fisher, G. (1977) A Study of Bicycle/Motor-Vehicle Accidents: Identification of Problem Types and Countermeasure Approaches. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C.
- *Daniel, J., Chien, S., and Liu, R. (2005) Motorized Scooters Safety and Regulation. Transportation Research Board 85th Annual Meeting, November 15, 2005, Paper #06-0915, Washington, D. C., U.S.A.
- *Darmochwal, A., and Topp, H.H. (2006) Segway in public spaces. Institute for Mobility & Transport, Kaiserslautern University of Technology, Germany.
- Department for Transport (2006a) Miniature motor powered vehicles and the law. London, U.K.
- *Department for Transport (2006b) Regulations for Self-balancing Scooters. London, U.K.
- *Do, A. (2007) Segway Rider Behavior. Safety Compass, Vol. 2, no 1, Federal Highway Administration Safety Program, p. 8.
- Elvik, R., and Vaa, T. (2004) The Handbook of Road Safety Measures. Elsevier.
- Espaces Mobilités Électriques (2008) Site internet : <http://www.espacemobelec.fr/new/pages/index.php?rubrique=objet>

*Goodridge, S.G. (2003) The Segway™ is a Vehicle. North Carolina Coalition for Bicycling Driving, <http://www.humantransport.org>.

Gouvernement du Québec (2008) Code de la sécurité routière.

Government of Ontario (2005) Two and Three-Wheeled Vehicles in Ontario. Information Update. Ministry of Transportation of Ontario.

Government of Ontario (2007) New and Alternative Vehicles. Information Update. Ministry of Transportation of Ontario.

*Heller, D.S. (2005) The Segway : Wave of the Future or Pedestrian Impediment? The Urban Transportation Monitor, Vol. 19, no 17, Fairfax Station, VA, U.S.A., p. 6-7.

Insurance Corporation of British Columbia (2005) Motorized scooters, skateboards and the Segway. no PI308.

Kahane, C.J. (1983) An Evaluation of Side Marker Lamps for Cars, Trucks and Buses. National Highway Traffic Safety Administration, Report DOT HS-806 430, Washington. D.C., U.S.A.

*Landis, B.W., Petritsch, T.A., and Huang, H.F. (2004) Characteristics of Emerging Road and Trail Users and Their Safety. Sprinkle Consulting, Inc., Vol. FHWA-HRT-04-103, Lutz, FL, U.S.A.

Land Transport New Zealand (2006) Mopeds: Road rules and equipment. Land Transport New Zealand, Factsheet 43, Wellington, New Zealand.

Land Transport Safety Authority (2003) Scooters and skateboards. Land Transport New Zealand, Wellington, New Zealand.

*Lavallée, P. (2004) Projet pilote d'évaluation. Appareil de transport personnel motorisé – Segway et trottinette électrique. Centre d'expérimentation des véhicules électriques du Québec, TP 14285F, Centre de développement des transports, Transports Canada.

*Lin, S., He, M., Tan, Y., and He, M. (2008) Comparison Study on Operating Speeds of Electric-Bicycle and Bicycle: Experience from Field Investigation in Kunming. Transportation Research Board 87th Annual Meeting, Paper #08-2155, January 13-15, 2008, Washington, D.C., U.S.A.

*Litman, T., and Blair R. (2006) Managing Personal Mobility Devices (PMDs) On Nonmotorized Facilities. Victoria Transport Policy Institute, Victoria, B.C.

*Litman, T., and Blair, R. (2008) Managing Personal Mobility Devices (PMDs) On Nonmotorized Facilities. Victoria Transport Policy Institute, Victoria, B.C.

*Liu, R., and Parthasarathy, R. (2002) Segway™ Human Transporter (HT): Potential Opportunities and Challenges for Transportation Systems. Transportation Research Board, Paper No. 03-3854.

- *Liu, R., and Parthasarathy, R. (2003) Urban Street: Is There Room for Segway™ Human Transporter (HT)? 2nd Urban Street Symposium: Uptown, Downtown, or Small Town: Designing Urban Streets That Work, July 28-30, 2003, Anaheim, CA, U.S.A.
- *Marcy, N., and Rutherford, G. (2005) Powered Scooter Special Study. Consumer Product Safety Commission.
- Metropolitan Transportation Authority of Los Angeles (2003) Segway Human Transporters Coming To L.A. County: MTA Begins Testing Segway Human Transporters for Security Details at Key Transit Stations and Facilities. Parking, Vol. 42, no 3, National Parking Association, p. 11-13.
- *Miller, S., Molino, J., Kennedy, J. F., Emo, A., and Do, A. (2008) Segway Rider Behavior: Speed and Clearance Distance in Passing Sidewalk Objects. Transportation Research Board 87th Annual Meeting, Paper #08-2825, January 13-16, 2008, Washington, D.C., U.S.A.
- Ministère des Transports du Québec (2008) Normes. Ouvrages routiers. Conception routière, Tome I, Chap. 7, Distance de visibilité.
- Muller, A. (1982) An Evaluation of the Effectiveness of Motorcycle Daytime Headlight Laws. American Journal of Public Health, Vol. 72, no 10, p. 1136-1141.
- Noland R.B., and Ishaque, M.M. (2006) Smart Bicycles in an Urban Area: Evaluation of a Pilot Scheme in London. Journal of Public Transportation, Vol. 9, no 5, p. 71-94.
- *Office of Road Safety (2007) New rules for motorized scooters. Government of Western Australia, <http://www.officeofroadsafety.wa.gov.au/documents/brochure.pdf>.
- *Porrello, L.A., and Jones, M.G. (2006) A Call for Interest - The Segway Human Transporter. ITE Journal, Vol. 76, no 11, Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C., U.S.A., p. 40-43.
- *Queensland Government (2007) Motorised foot scooters and motorised bicycles. Queensland Transport, Australia.
- *Roulet, F. (2005) Bal des Pendules. Flash Informatique, no 2, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, p. 1; 6-8.
- Roads and Traffic Authority (2008) Motorised scooters and mini-bikes. Roads and Traffic Authority, New South Wales, Australia.
- *Royal Society for the Prevention of Accidents (2003) Motorised scooters. Road Safety Information, RoSPA, Birmingham, U.K.
- *Savage, M.A., Sundeen, M., and Mejeur, J. (2004) Traffic Safety and Public Health: State Legislative Action, 2004. National Conference of State Legislatures Transportation Series, no 20, Denver, CO, U.S.A.
- *Sawatzky, B., Denison, I., Langrish, S., Richardson, S., Hiller, K., and Slobogean, B. (2007) The Segway Personal Transporter as an Alternative Mobility Device for People With

Disabilities: A Pilot Study. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Vol. 88, no 11, American Congress of Rehabilitation Medicine and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation, p. 1423-1428.

- *Schoon, C.C., Houtenbos, M., Mesken, J., and Kars, V. (2007) Verkeersveiligheidsconsequenties van toelating van de Segway tot de openbare weg. SWOV Institute, Vol. R-2007-6, Leidschendam, Netherlands.
- *Shaheen, S.A., and Finson, R. (2003) Bridging the Last Mile: A Study of the Behavioral, Institutional, and Economic Potential of the Segway Human Transporter. Transportation Research Board 82nd Annual Meeting, Paper 03-4470, January 13, 2003, Washington, D.C., U.S.A.
- *Shaheen, S.A., and Rodier, C.J. (2008) *EasyConnect*: Low-Speed Modes Linked to Transit Planning Project. Institute of Transportation Studies, University of California, Vol. UCB-ITS-PRR-2008-17, Berkeley, CA, U.S.A.
- *Shaheen, S.A., and Rodier, C.J. (2006) *EasyConnect*: Low-Speed Modes Linked to Transit Planning Project. Institute of Transportation Studies, University of California, Vol. UCB-ITS-PWP-2006-7, Berkeley, CA, U.S.A.
- *Shaheen, S.A., Rodier, C.J., and Eaken, A.M. (2005) Improving California's Bay Area Rapid Transit District Connectivity and Access with Segway Human Transporter and Other Low-Speed Mobility Devices. Transportation Research Record, no 1927, p. 189-194.
- Société de l'assurance automobile du Québec (2008) Code de la sécurité routière.
- Spaite, D.W., Murphy, M., Criss, E.A., Valenzuela, T.D., and Meislin, H.W. (1991) A Prospective Analysis of Injury Severity Among Helmeted and Nonhelmeted Bicyclists Involved in Collisions with Motor Vehicles. Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care, Vol. 31, no 11, p. 1510-1516.
- Thomas, S., Acton, C., Nixon, J., Battistutta, D., Pitt, W.R., and Thomas, R.C. (1994) Effectiveness of bicycle helmets in preventing head injury in children: case-control study. British Medical Journal, Vol. 308, no 6922, p. 173-176.
- Thompson, D.C., Rivara, F.P., and Thompson, R.S. (1996) Effectiveness of Bicycle Safety Helmets in Preventing Head Injuries: A Case-Control Study. Journal of the American Medical Association, Vol. 276, no 24, p. 1968-1973.
- Transportation Research Board (2005) Does the Built Environment Influence Physical Activity? Examining the Evidence. National Academy of Sciences, Special Report 282, Washington, D.C., U.S.A.
- *Ulrich, K.T. (2006) Estimating the technology frontier for personal electric vehicles. Transportation Research Part C, Elsevier, p. 448-462.
- Wasserman, R.C., and Buccini, R.V. (1990) Helmet protection from head injuries among recreational bicyclists. American Journal of Sports Medicine, Vol. 18, no 1, p. 96-97.

Note : Les titres précédés d'un astérisque (*) font partie des 43 documents évalués et classés

ANNEXE A
RÉSUMÉS DES PUBLICATIONS
(selon leur cote attribuée)

LES DOCUMENTS NOTÉS « 5 »

Do (2007 ; 2008)

Dans une publication interne, l'auteure relate le fait que le FHWA mène au *Turner Fairbanks Highway Research Center* des recherches expérimentales en milieu fermé sur le comportement des conducteurs, expérimentés et novices d'appareils Segway® visant les manœuvres d'arrêt et leur circulation en présence d'obstacles. Pour l'étude des arrêts, on a demandé aux utilisateurs d'utiliser les 3 clés de vitesses de l'appareil soit 9,6 km/h, 12,8 km/h et 20 km/h. Des arrêts prévus et imprévus sont à faire dans le parcours. Pour l'étude de circulation, les utilisateurs circulent à travers 9 scénarios de trajets avec des obstacles fixes (barils, cônes) et mobiles (collaborateurs-piétons) sur des trottoirs d'une largeur de 3,1 m et/ou de 1,3 m.

Étude 1 : Les résultats démontrent que les utilisateurs roulent à ou près toujours à la vitesse limite imposée par la clé. Ils ont mis plus de temps à s'arrêter aux arrêts imprévus que prévus du parcours. La distance d'arrêt s'allonge avec la vitesse de roulement. Les utilisateurs arrivaient à estimer avec justesse leur vitesse de roulement quelle que soit la clé utilisée. Sans tenir compte des différences de vitesse, tant pour les arrêts prévus qu'imprévus, les utilisateurs sous-estimaient la distance nécessaire pour effectuer un arrêt complet.

Étude 2 : Autant les conducteurs expérimentés que les novices ont été capables de circuler à travers les divers obstacles fixes sans difficultés majeures. Les utilisateurs tendaient à passer les objets un peu plus rapidement et plus près sur les trottoirs exigus. Les utilisateurs expérimentés avaient tendance à contourner les objets à une plus grande distance et à une vitesse plus élevée que les novices. Pour tous, la distance d'évitement des piétons était plus grande que celle d'évitement des objets stationnaires.

Ce texte informe le lecteur des résultats préliminaires d'une étude de la FHWA. Il est identifié à l'auteure elle-même, rattachée *Office of Safety Research*, qui fait une présentation de première main de certains constats tirés de l'expérimentation en cours. Les résultats, même préliminaires, apparaissent crédibles et peuvent servir de référence.

Government of Western Australia (Office of Road Safety, 2007)

Ce document d'information de l'État d'Australie-Occidentale présente de façon factuelle l'énoncé de réglementation touchant certains appareils ATPM. Il s'agit des mini-motos, des planches motorisées, du Segway®, des trottinettes et scooters (électriques et à essence) dont les moteurs sont d'une puissance inférieure à 200 watts.

L'État entend permettre aux ATPM de circuler le jour, à certains endroits et à certaines conditions, sur les pistes multi-fonctionnelles, à l'exception de la partie piétonnière si cette dernière en est séparée. Sur les rues locales, les appareils doivent circuler à gauche (système britannique – donc avec le flux de circulation) en respectant la priorité des piétons aux intersections et aux passages. Les rues utilisables sont à vitesse affichée de moins de 50km/h, avec ou sans ligne simple centrale. Les rues avec terre-plein central, îlot ou lignes multiples, sont interdites.

Sur les routes locales, l'appareil doit maintenir une distance minimale de 2 m avec le véhicule qui le précède, et d'aucune façon le conducteur ne peut s'accrocher à un autre véhicule en marche. Il est exigé que l'appareil soit muni d'une clochette et/ou klaxon. L'appareil ne peut pas se déplacer à plus de 10 km/h sur le plat quand son moteur est le seul propulseur. À cette fin, le fabricant doit apposer une plaque sur l'appareil certifiant la puissance absolue du moteur.

Le conducteur doit porter un casque cycliste approuvé. Il est aussi recommandé de porter des protecteurs aux genoux et aux coudes, ainsi que des chaussures de protection. Il lui est interdit de conduire « sous influence » et de façon irresponsable. Ainsi, ne peut-il circuler en double avec un autre appareil ou un piéton, sinon lors d'un dépassement.

L'information est factuelle, issue de l'organisme lui-même, par voie Internet. La réglementation nous semble rigoureuse en termes de sécurité routière mais un brin limitative et sans doute difficile d'application.

U.K. Department for Transport (2006)

Il s'agit d'un document d'information sur la loi régissant le Segway® et appareils motorisés à deux roues au Royaume-Uni.

Le Ministère des Transports du Royaume-Uni considère le Segway® et les scooters à deux roues comme de véhicules moteurs sujets aux lois de la circulation routière. Ces véhicules doivent être enregistrés, porter une plaque et sont sujets à la vignette du « *tax disc* ». Pour les conduire, le conducteur doit avoir un permis valide et détenir un certificat d'assurance pour véhicule moteur. Selon la loi du R-U, pour se pourvoir d'un titre d'enregistrement, tout véhicule doit rencontrer les standards de sécurité ECWVTA, ce qui n'est pas le cas des ATPM actuels auxquels il manque les équipements de protection du conducteur, les feux avant et arrière, le tachygraphe (odomètre) et l'avertisseur sonore (klaxon).

Si l'usage de ces appareils est conséquemment interdit sur la route, il est autorisé sur des espaces privés avec la permission du propriétaire des lieux. L'usage de ces appareils est donc interdit sur les trottoirs et sur les pistes piétonnières à l'exception des utilisateurs à mobilité réduite qui font usage d'une AMM.

L'information est factuelle, issue de l'organisme lui-même, par voie Internet. La réglementation semble vouloir limiter l'utilisation « civile » des ATPM, car les standards techniques de sécurité à atteindre sont particulièrement élevés.

Queensland Government (2007)

Ce document d'information est produit par le Ministère des Transports de l'État du Queensland. Il s'agit d'un feuillet explicatif sur la législation régissant les scooters motorisés (*motorised foot scooters*) et bicyclettes motorisées (*motorised bicycles*) de moins de 200 watts de puissance électrique. Spécifiquement, les bicyclettes à moteur (combustion interne) sont interdites sur les routes ou les pistes. D'entrée de jeu, il est affirmé que les bicyclettes motorisées de moins de 200 watts doivent suivre la même réglementation que les bicyclettes ordinaires et avoir les mêmes droits et responsabilités. Un permis de conduire n'est pas obligatoire et l'enregistrement du véhicule ne l'est pas, de même qu'une preuve d'assurance.

Pour le scooter motorisé, son usage est autorisé sur les rues locales sans lignes blanches centrales ou sans terre-plein central. Sur les trottoirs, l'usage est autorisé si le moteur n'est pas utilisé. Il est cependant interdit d'usage sur les rues/routes principales. Une couverture d'assurance n'est pas nécessaire, mais suggérée. Pour la bicyclette motorisée et le scooter de moins de 200 watts, l'équipement obligatoire est le suivant : sonnette/klaxon, un frein en bon ordre. Pour la conduite de nuit : feux blanc avant visible à 200m, feux rouge arrière visible à 200m, qui peut être fixé au véhicule ou porté sur le casque du conducteur, en plus d'un réflecteur rouge arrière visible à 50m. Les conducteurs doivent porter un casque vélo homologué, ou de moto adapté (grandeur), et attaché. La bicyclette électrique a le droit à la route et aux pistes, à moins que les bicyclettes ordinaires en soient exclues.

Pour les véhicules plus puissants, bicyclettes ou scooters motorisés de 200 watts et plus (moteur à essence ou électrique), ils doivent rencontrer les exigences du *Australian Design Rules* pour motocyclettes, s'ils sont conduits sur les routes ou espaces routiers adjacents.

L'information est factuelle, issue de l'organisme lui-même, par voie d'Internet. L'effort réglementaire semble ici d'identifier l'usage des ATPM de faible puissance aux mêmes règles qui sont appliquées aux cyclistes.

Miller et al. (2008)

Cette expérimentation en milieu extérieur fermé traite de la manoeuvrabilité de l'appareil Segway® HT en particulier sur les trottoirs. Le projet s'établit sur les prémisses suivantes. L'appareil a une largeur de 0,6m et le piéton à lui même une largeur de 2,0'/0,6m ; ceci veut dire qu'un dépassement typique (moyen) exige, en tout, une largeur de 7,0' /2.1m. Si cette situation se produisait en situation réelle, le conducteur et le piéton pourraient faire face à des problèmes de cohabitation en ville et banlieue où les trottoirs ont été bâtis selon la norme minimale de l'AASHTO ou de l'ADA. L'AASHTO suggère que des largeurs de 8' /2.4m ou + sont seulement nécessaires pour certains lieux commerciaux. Est-il possible alors qu'un piéton et qu'un Segway® puissent cohabiter en sécurité lors d'un dépassement sur un trottoir? Le but de la recherche est de donc mesurer, en conditions de simulation, cinq éléments : à quelle vitesse l'usager d'un Segway® approche-t-il un obstacle, quel espace utilise-t-il pour circuler autour d'un obstacle, comment dépasse-t-il un piéton (de face et de dos) plus lent, comment le trottoir (largeur) modifie-t-il la performance si on est conducteur expert ou novice?

L'expérimentation se fait à l'extérieur, sur un trottoir testé dans deux conditions spécifiques :

- c) Trottoir « large » (3,1 m) en forme de L (sections de 9,9 et 4,6 m de longueur)
- d) Trottoir étroit simulé : ruban à ne pas franchir collé au sol sur le trottoir « a ». Largeur de 1,3 m et 9,1 m de long, en ligne droite seulement

Les sujets circulent à travers 9 scénarios de trajets, autour d'obstacles fixes (barils, cônes) et mobiles (piétons), en utilisant la clé jaune du Segway® (maximum de 12,8 km/h). L'expérience compte 10 conducteurs expérimentés (plus de 6 mois d'usage), qui sont tous des hommes de 22 à 77 ans. Il y a aussi 10 conducteurs novices (moins de 10 minutes d'expérience), soit 4 femmes et 6 hommes âgés entre 35 et 68 ans. Tous les conducteurs sont en bonne forme physique et pèsent entre 46 et 114 kg. Les objets à contourner sont un baril central et un cône de coin et 4 garde-fous latéraux. Au total, 27 passages par conducteur sont captés par vidéo et analysés en laboratoire.

Les résultats permettent d'établir les constats suivants :

- Vitesse moyenne d'approche : 7.2 km/h (4,3 à 10,9 km/h)
- Distance moyenne d'évitement des obstacles : 36,7 cm (8,4 à 110 cm)
- Vitesse moyenne de dépassement des piétons : 8,1 km/h
- Distance moyenne d'évitement des piétons : 91,2 cm
- Trottoir étroit : obstacles évités à une vitesse plus lente en moyenne (-0,8 km/h)
- Trottoir étroit : obstacles évités de plus près (-44,7 cm)
- Conducteurs expérimentés dépassent plus rapidement (+3,1 km/h) que les novices

Les conducteurs novices, autant que les conducteurs expérimentés, sont capables, sans trop de difficultés, de circuler à travers les obstacles fixes. Les utilisateurs tendent à passer les objets un peu plus lentement et à frôler ces derniers sur les trottoirs exigus. Les utilisateurs expérimentés avaient tendance à contourner les objets à une plus grande distance et à une vitesse plus élevée que les novices. La distance de dépassement des piétons était plus grande que celle d'évitement des objets stationnaires, autant chez les expérimentés que les novices. Globalement, pour les 20 conducteurs, la distance latérale moyenne de contournement d'une personne est de 0,9m. Si l'appareil a une largeur de 60 cm, et que le piéton a lui-même une largeur de 60 cm, ceci veut dire qu'un dépassement typique exige en tout une largeur d'à peu près 2,1 m. Donc, en situation réelle, le conducteur et le piéton pourraient faire face à des problèmes potentiels lors de dépassements où les trottoirs sont bâtis en fonction de la norme minimale de l'AASHTO ou de l'ADA. L'AASHTO suggère des largeurs $\geq 2,4$ m pour certains lieux commerciaux. En prenant pour acquis les résultats de la recherche, de telles largeurs devraient être en mesure de permettre la cohabitation Segway®/piéton. Il n'est pas du tout évident qu'un piéton et un Segway® puisse effectuer un dépassement sur un trottoir plus étroit.

Plusieurs limites sont exprimées entre l'expérimentation en milieu fermé et la vraie vie. Tous les conducteurs avaient plus de 18 ans, laissant ainsi de côté la problématique des jeunes usagers. D'autre part, les obstacles sont des équipements de voirie (cônes, baril) non représentatifs du mobilier urbain. Les vrais objets du mobilier sont fixes et beaucoup plus menaçants, car ils ne se déplacent pas en cas de heurts. Aussi, les piétons sont des similis piétons, vêtus d'une veste rouge, et avertis du passage potentiel des appareils. Ils sont donc aptes et prêts à éviter toute collision éventuelle. De plus, lors de l'expérimentation, les piétons ne sont pas présents sur le trottoir étroit. Les auteurs associent cette contrainte au risque d'accident potentiel. De surcroît, le trottoir étroit est simulé, donc physiquement plus large qu'en réalité, ce qui empêche aux usagers de ressentir les « vraies » conditions d'un trottoir étroit. Enfin, le trottoir expérimental apparaît un peu court aux auteurs.

En réflexion finale, les auteurs soulignent que les résultats obtenus peuvent servir de base empirique à toute recherche future qui pourrait être effectuée en milieu plus « réel ». Les mêmes résultats caractérisent le fonctionnement de l'appareil Segway® quant aux vitesses de dépassement et d'évitement d'obstacles. Cette information peut être utile pour développer une approche rationnelle vis à vis la circulation du Segway® en termes de réglementation, planification, design et contrôle, tant sur les pistes multi-usages que les rues et les routes.

Il s'agit d'une étude de très bonne qualité. Les conditions expérimentales sont bien décrites et les limites minutieusement identifiées. On livre les résultats avec de nombreuses réserves, car ils sont très pointus. Les conclusions s'avèrent factuelles et les retombées à considérer sont également énumérées. Nous croyons que la recherche atteint les objectifs de départ et questionne la présence sécuritaire des Segway® sur les trottoirs de vieille génération.

LES DOCUMENTS NOTÉS « 4 »

Lin et al. (2008)

Ce document est produit dans le cadre d'une analyse réalisée en 2006, dans la ville de Kunming, Chine, et qui traite des véhicules suivants : bicyclette, bicyclette assistée (avec pédalier), scooter électrique (sans pédalier). On constate que les bicyclettes assistées sont de plus en plus populaires en Chine et que la différence des vitesses d'opération avec les bicyclettes ordinaires sur des lieux communs d'utilisation (pistes/bandes cyclables) suscitent un questionnement. On estime à 217,7 milliers le nombre de véhicules de ce type enregistrés dans cette ville en 2006. Les bicyclettes électriques ont habituellement des moteurs de 180-250W et les scooters de 350-500W.

En octobre 2003, le gouvernement de Chine a passé une loi qui classe les bicyclettes électriques comme des véhicules non-motorisés à des fins opérationnelles et réglementaires. La loi (*Road Traffic Safety Laws of PRC. 2003.10.28*) s'applique depuis mai 2004 et permet aux municipalités et aux gouvernements des provinces d'autoriser un usage sur rue/route. Selon la loi, la vitesse des bi-élect doit être limitée à 15km/h et le poids de l'appareil inférieur à 40kg. Le port du casque n'est pas obligatoire. Cette limite maximale de vitesse n'est pas observée vu le non-respect des normes par certains manufacturiers, ou face à la possibilité de débrider le moteur de l'appareil. On a fait un relevé des vitesses moyennes effectuées sur bande cyclable par des bicyclettes ordinaires dans 11 études anciennes (14 à 28km/h). Récemment, en Chine, la moyenne observée était de 17,9 km/h pour bicyclettes électriques et de 12,8 km/h pour bicyclette ordinaire, soit 40% de plus pour les premières.

L'étude de terrain vise à faire un relevé comparatif des vitesses effectuées par les conducteurs des bicyclettes électriques et des bicyclettes ordinaires en comparant hommes vs femmes et en estimant leurs âges, dans la ville de Kunming, sur bande cyclable exclusive, en section plane et droite d'au moins 80m, éloignée des intersections, par beau temps seulement. Huit sections sont utilisées. Les relevés s'effectuent par vidéo et une analyse subséquente est faite laboratoire pour mesurer les temps de passage. On relève le sexe du conducteur et estime sa classe d'âge.

En complément, un court questionnaire a été passé à 552 conducteurs de bicyclettes électriques et à 232 conducteurs de bicyclettes sur la sécurité perçue de leur appareil, la limite de vitesse imposée par la loi en Chine, leurs implications dans des accidents, et le pourquoi de la menace des bicyclettes électriques sur les autres usagers non-motorisés.

Au total, 3022 observations dont 1594 bi-élect et 1428 bicyclettes ont été faites. Pour les bicyclettes électriques, (8 sites) les valeurs observées des vitesses moyennes vont de 20,4 à 24,1 km/h. avec moyenne générale de 21,9 et valeur max. à 36,8 km/h Pour bicyclettes ordinaires, les valeurs observées vont de 13,1 à 15,8 km/h avec une valeur moyenne générale de 14,8 et une valeur maximale de 26,6 km/h. Donc, les bicyclettes électriques sont plus rapides de 7,1 km/h, soit 26 %. On note que les données générales pour les femmes sont inférieures à celle des hommes. Selon les âges, il y a une variation ; la vitesse pratiquée décroît en fonction de l'âge pour les 2 types de bicyclettes. Les plus jeunes roulent 8,0 km/h plus vite en bicyclette électrique et 4.1 km/h en bicyclette. L'écart le plus marqué est entre les jeunes hommes et les femmes âgées, soit 13,6 km/h.

Pour les informations obtenues par questionnaire, les accidents de bicyclettes électriques sont légers et les blessures subies jugées légères. Au total, 24% de tous les accidents sont entre bicyclettes électriques et bicyclettes, 22.9% entre bicyclettes électriques et véhicule routier. Près de 50% des utilisateurs de bicyclettes électriques pensent que leur véhicule est plus sécuritaire qu'une bicyclette ordinaire alors que 87% des utilisateurs de bicyclette pensent le contraire. 80% du groupe bicyclette pense que la vitesse élevée des bicyclettes électriques est la plus grande menace qui leur est faite alors que 12% du même groupe pense que la distance de freinage de la bicyclette électrique est faible. Au total, 60% des utilisateurs de bicyclettes s'opposent à la présence de bicyclettes électriques sur une même bande/piste qu'eux. On constate que les conducteurs de bicyclettes électriques ne connaissent pas la loi nationale (vitesse maximale), donc ne la respectent pas.

En conclusion, on note que le groupe de conducteurs âgés observé est limité en nombre et que les lieux d'observations étaient constitués de sections droites seulement. On propose de poursuivre la démarche à plusieurs niveaux : 1-poursuivre l'étude de circulation des bicyclettes électriques 2- inclure des sections en pente et des intersections pour fins d'observation 3 - évaluer les ajustements à faire aux infrastructures pour augmenter la sécurité des bicyclettes électriques, en termes objectifs et subjectifs.

Cette étude est relativement simple et bien réalisée – la démarche est bien expliquée, le traitement statistique honnête. Il faut cependant souligner qu'aucune critique est faite de la démarche ni d'expression quant aux limites de l'étude. Le texte est en langue anglaise très didactique.

Sawatsky *et al.* (2007)

L'article de Sawatsky *et al.* (2007), expose les faits entourant une expérience clinique sur le Segway®, réalisée en centre de réadaptation, sur un terrain privé, auprès de 23 sujets capables de marcher sur un minimum de 6 mètres. Les sujets, âgés entre 19 et 65 ans, sont aux prises avec des maladies ou des incapacités telles que la sclérose en plaques, l'amputation et la paralysie partielle. Six tests d'habiletés ont été réalisés en 3 sessions, appuyés d'un questionnaire. La méthodologie est crédible, mais l'expérience est réalisée en site fermé, il n'y a donc pas de lien direct avec la conduite d'un Segway® sur le réseau public. De plus, les participants sont des cobayes volontaires, donc à priori stimulés par l'idée d'essayer et de maîtriser un tel appareil, ce qui n'est pas nécessairement représentatif de l'ensemble de la clientèle avec des problèmes de mobilité. Un des avantages du Segway® est que les gens ne le perçoivent pas comme un appareil « médical », ce qui favorise l'estime de soi. Placé plus haut que sur un scooter, l'usager est debout plutôt qu'assis, le handicap est parfois moins visible. Le Segway® donne aussi une plus grande liberté que les autres AMM à cause de ses caractéristiques techniques. Il permet d'aller plus loin et plus rapidement, plus stable qu'une marchette et capable de virage très précis. En conclusion, les auteurs affirment que le Segway® pourrait être un AMM approprié pour une clientèle élargie de personnes à mobilité réduite, mais des niveaux fonctionnels des personnes doivent d'abord être déterminés.

Le document est scientifiquement intéressant, mais les limites exprimées par les auteurs eux-mêmes réduisent la portée de ce document et de ses constats, si on essaie de transposer les résultats pour une population plus globale pouvant utiliser ce type d'appareil en mode réel.

Litman et Blair (2008)

Le rapport de Litman et Blair (2008) reprend son homonyme publié en 2006, en ajoutant 2 nouvelles références et un court paragraphe de quatre lignes. Il questionne l'utilisation des appareils de mobilité personnels sur les infrastructures réservées à la circulation non motorisée (ex. pistes multifonctionnelles). Plusieurs types d'appareils sont visés, dont le Segway®, la trottinette électrique, le triporteur et le quadriporteur, le tout en relation avec les usagers non motorisés (piétons, cyclistes, patineurs).

Les auteurs abordent le concept de la mobilité en fonction de sa valeur. La mobilité primaire se définit en fonction de la valeur sociétale du déplacement (sa nature et à qui il sert), donc pour les services essentiels, l'éducation et le travail. Pour les loisirs et la récréation, la valeur est moindre, ou secondaire. La mobilité est aussi fonction de la personne : tous les motifs sont valables pour les personnes à mobilité réduite, tandis que pour une personne normale, les motifs varient en valeur. Partant de cette prémisse, et en raison de leur impact potentiel sur les autres usagers, notamment les piétons, les ATPM pourraient être restreints d'usage. Plus gros et plus lourds, donc dangereux pour les usagers avec lesquels ils doivent cohabiter, les ATPM peuvent être une menace.

Les auteurs comparent aussi les véhicules routiers avec les ATPM et avec les usagers non motorisés. Considérant que ces deux dernières catégories d'usagers contribuent toutes deux à réduire les émissions polluantes, les auteurs notent cependant que seuls les usages non-motorisés procurent un gain sur la santé des individus. La question de la législation est également abordée. Quarante États et villes américains ont légiféré, ou donné une définition générale des ATPM, et de façon générale, les ATPM doivent circuler sur le trottoir. Les auteurs recommandent que l'usage des ATPM soit possible à partir d'un âge minimal, et que certains équipements soient installés sur l'appareil ou portés par l'utilisateur. L'usage qui devrait être permis en fonction des infrastructures n'est toutefois pas précisé.

Il s'agit ici d'une bonne réflexion des auteurs sur la gestion des ATPM selon les milieux potentiels dans lesquels ces appareils pourraient circuler. Cette opinion est basée sur la littérature scientifique courante de même que sur leurs expériences professionnelles. Le constat général qui en découle est en quelque sorte paradoxal. Le lecteur est, d'une part, parfaitement informé des avantages et contraintes liés à la circulation des ATPM et des très nombreuses mesures qui peuvent être mises en place pour rendre le tout sécuritaire. D'autre part, le décideur-lecteur, qui voudrait en tirer quelque chose de logique et de fondamental pour « gérer son problème », est devant tellement d'avenues, pas nécessairement documentées, qu'il peut s'y perdre en conjoncture. On débouche en quelque sorte sur des principes « trop généraux » d'aménagement favorisant une seule option, elle-même généraliste, la piste multi-usages.

Ulrich (2006)

L'article d'Ulrich traite de l'aspect technologique de l'ensemble des appareils de mobilité personnelle, autant les ATPM que les aides à la mobilité motorisées, les AMM. Il couvre l'éventail des modèles et des types d'appareils, qu'ils aient 2, 3, ou 4 roues, et que le conducteur soit debout ou assis. Il relate les coûts de production et les coûts d'achat en fonction des modèles. On y discute de tous les aspects physiques des appareils, dont le poids, le type et la dimension des roues. Le texte compare les moteurs électriques avec ou sans brosses, leurs caractéristiques d'opération et leur rendement. Il passe en revue le rayon d'action et la capacité

maximale en pente des appareils, en exposant les principes physiques du roulement et de l'énergie cinétique. Il catégorise les besoins énergétiques des appareils, les caractéristiques des types de batteries, leur densité, les indices de coûts et le nombre de charges, leur fiabilité. Il discute des vitesses maximales et de croisière.

De façon générale, le document note que les coûts d'opération des AMM et des ATPM sont plus bas que ceux des automobiles, mais que leur utilisation est complémentaire au transport public, auxiliaire à l'auto, ou un substitut à la marche à pied. Ces appareils peuvent réduire la congestion et représentent un mode de transport propre et silencieux. Les AMM confèrent une mobilité accrue aux personnes à mobilité réduite. L'auteur souligne que les AMM et les ATPM, même s'ils sont peu populaires actuellement, ont tout de même un large potentiel pour envahir le marché. Les principales contraintes sont la lourdeur des appareils et leur rayon d'action limité, ainsi que leur coût d'achat élevé. Donc, bien qu'il existe actuellement des limites technologiques, il est de les surmonter et des développements sont à prévoir d'ici peu. En somme, ce n'est qu'une question de temps avant que ces appareils puissent concurrencer l'automobile pour les déplacements de proximité.

Ce document traite essentiellement des aspects techniques des appareils. Très intéressant sous cet aspect, le texte offre peu d'informations propres aux milieux potentiels d'usage et leurs conditions de circulation en situation réelle. À ce niveau, il faut le considérer ce document comme informatif au niveau technologique.

Darmochwal et Topp (2006)

Ce rapport du *Institute for Mobility & Transport*, de la *Kaiserslautern University of Technology*, en Allemagne, est probablement la référence la plus exhaustive sur les aspects de sécurité liés à la circulation du Segway® dans l'espace public. Il expose tous les faits importants à considérer : les avantages et les inconvénients, le détail des aspects réglementaires, et le plus important, une expérimentation concrète du Segway® dans des conditions réelles et expérimentales d'opération.

Dans le bilan des avantages, les auteurs soulignent l'aspect silencieux et écologique de l'appareil, de même que l'amélioration potentielle de la condition de vie des personnes handicapées qui en seraient les utilisateurs. D'une autre côté, on souligne son poids élevé, et son rayon d'action limité. Trop lent sur la route, il est incapable de tirer profit de ses avantages sur le trottoir (vitesse et agilité). Les auteurs parlent aussi d'une controverse autour du Segway® qui polarise deux opinions : les pros, qui sont des fanatiques de la technologie et qui se montrent très enthousiastes, et les contres, qui ne voient pas d'ouverture possible pour l'utiliser sur le réseau, considérant qu'il ne s'agit que d'un objet inutile ou purement ludique.

La méthodologie de l'expérience de terrain est bien structurée. Les sujets sont préalablement entraînés (tous de jeunes policiers) et formés en circuit fermé, et leur performance d'apprentissage est mesurée en détails, à l'aide d'observations et d'un questionnaire. On procède à des tests de conduite et de freinage en circuit fermé, au début et à la fin du projet-pilote sur le réseau. Parmi les éléments vérifiés, il y a : la conduite sécuritaire, la capacité à réagir aux situations inattendues, le freinage et l'évitement, surtout avec dénivelé. Le circuit comprend plusieurs stations : slalom, visibilité réduite, obstacles et attroupement de piétons, ouverture de portière, changements de terrain et dénivelés abrupts. Les auteurs notent que la performance des usagers est remarquable après 3 heures de pratique. Les principaux problèmes observés chez les utilisateurs inexpérimentés sont les difficultés à regarder ailleurs

lorsqu'en mouvement, et la capacité à conserver une trajectoire précise (évitement des cônes sur le circuit). Dans les situations complexes, l'utilisateur inexpérimenté a tendance à surestimer ses capacités et il réagit trop tard ou de la mauvaise façon. Les tests de freinage ont porté sur 7 sujets, qui circulaient à 20 km/h, sur 20m, suivi par un freinage. La distance d'arrêt et le délai moyen de réponse (5m/s²) ont été mesurés. Les observateurs ont noté qu'un freinage trop rapide provoque un déséquilibre, une perte de contrôle, voire une chute. La distance de freinage est nettement plus longue lorsque le freinage est trop rapide et hors de contrôle, que s'il est lent, mais contrôlé. Ces problèmes diminuent après quelques heures de pratique.

Dans des conditions réelles d'opération, six Segways®, prêtés par la compagnie, sont testés pendant 3 mois par : la Police de Saarbrücken (3 Segways® et 8 participants) et la municipalité de Neunkirchen (3 Segways® et 3 participants). Les appareils sont utilisés plusieurs heures par jour. Des caméras vidéo sont placées dans les zones fortement achalandées de la ville où les appareils circulent et captent la circulation des appareils dans leur environnement et les conflits potentiels ou réels. Il y a aussi une caméra sur chacun des 6 Segways®, avec enregistrement sonore, ce qui permet simultanément au conducteur à faire des commentaires et à rapporter les problèmes, les conflits ou autres. Deux rondes d'interviews ont lieu avec tous les participants, après 3 semaines et à la fin de la phase pratique d'expérimentation.

En conclusion, on énonce que le Segway® peut aussi bien être classé en tant qu'automobile, que vélo électrique, que fauteuil roulant motorisé ou mobylette légère, sans toutefois correspondre parfaitement à ni un ni l'autre, à moins que des altérations ne soient apportées aux modèles de base. Il faut donc déterminer si les normes propres aux véhicules routiers, entre autres une classe de véhicule par défaut doit être imputée au Segway®, vu ses caractéristiques techniques uniques. C'est après cette étape, et en regard de sa conformité, que Segway® pourra être autorisé à circuler.

En recommandation, on déclare que le Segway® devrait être considéré comme un AMM et être réservé aux zones piétonnières, à basse vitesse et sur les bandes cyclables, moyennant une limitation de la vitesse à 6 km/h. En contrepartie, une telle option fait perdre au Segway® ses avantages de base, soit de permettre un déplacement rapide entre plusieurs points de départ et d'arrivée.

L'expérimentation en site réel est bien exécutée. Une bonne structure méthodologique de saisie de données et d'analyse est mise sur pied pour rendre le tout rigoureux. Les remarques propres à l'usage sécuritaire de l'appareil en milieu réel informent bien. Cependant, peu de sujets sont impliqués et on doit prendre pour acquis qu'ils sont des utilisateurs « chevronnés » (8 sur 11 sujets) car des policiers qui possèdent des compétences physiques supérieures à la moyenne à l'accomplissement de ce type d'expérimentation. Les éléments de conclusion et les recommandations s'avèrent difficiles à interpréter et à évaluer pour toute forme de « transfert » d'expertise. D'une part, que le Segway® soit un type d'ATPM « atypique » saute aux yeux et d'autre part, qu'il n'entre pas dans aucune catégorie de véhicules autorisés à rouler sur la voie publique, constitue une autre évidence. La recommandation d'autoriser l'usage du Segway® en zone piétonnière seulement, à des vitesses de moins de 6km/h, est équivoque en un sens. Si cette recommandation peut s'avérer « sécuritaire » pour les conducteurs de ces appareils, l'est-elle vraiment pour les piétons co-utilisateurs des espaces, alors communs? Comment va-t-on alors s'assurer que cette vitesse limite est rigoureusement respectée? En surplus, pourquoi réduire « à néant » la caractéristique de cet appareil de circuler rapidement? Globalement, la réflexion finale des chercheurs, après expérimentation et présentation des résultats, ne nous apparaît pas comme véritablement « mûrie », ce qui reflète la complexité de la question.

Schoon et al. (2007)

Ce rapport du SWOV évalue les impacts en sécurité routière de l'usage du Segway® sur la voirie publique. Les milieux cyclistes consultés pensent que l'introduction du Segway® va mener à des plus hautes vitesses d'utilisation et à l'augmentation des conflits, particulièrement avec les personnes âgées et les enfants (sur les trottoirs). En milieu piétonnier, 90% des blessures subies en triporteur sont le fruit de l'usager lui-même, et c'est l'autre usager qui est en cause dans seulement 10 % des cas. On pense qu'avec le Segway® sur le trottoir, ces pourcentages vont changer si rien n'est fait pour limiter leur vitesse, car ils peuvent filer à 20 km/h. Bien que les conflits vélo vs Segway® ne sont pas envisagés en tant que tel, car leurs vitesses sont assez similaires, la masse élevée du Segway® peut causer davantage de dommages qu'une bicyclette, surtout vis-à-vis les piétons. Il n'y a cependant pas d'indication comme quoi le conducteur d'un Segway® s'expose à un risque accru de blessure à la tête comparativement à un cycliste.

Au moment de l'étude, le Segway® n'avait pas de place dans la législation hollandaise. Cependant, à une vitesse d'utilisation maximale de 6km/h, l'appareil pourrait être permis d'usage dans les zones piétonnières. D'autre part, la Convention de Vienne permet uniquement aux véhicules pour personnes handicapées d'utiliser les zones piétonnières. Plusieurs pays de l'Union Européenne interdisent le Segway® sur la rue ou sur la route. Ils considèrent l'appareil comme un "scooter / moped", et comme le Segway® ne peut obtenir cette certification, il est interdit l'usage. D'autres pays de l'Union font des arrangements spéciaux pour permettre l'usage du Segway® sur les rues et les routes publiques. Si l'appareil était classifié comme un véhicule pour les personnes handicapées, tel le triporteur, il n'aurait pas besoin d'approbation étatique même si techniquement ces véhicules peuvent circuler à plus de 6km/h. En Hollande, la personne qui conduit un véhicule pour handicapé n'a pas besoin de l'être pour le faire.

Lors de l'expérimentation, les auteurs notent que l'effort mental de conduire un Segway® est comparable à celui de conduire un triporteur ou une bicyclette; il y a peu de différences entre les trois types de véhicules quant aux manoeuvres à accomplir et à la réaction face aux imprévus. À 6 km/h, la distance de freinage du Segway® est plus longue de 0.7m que le triporteur. À 20km/h, il n'y a pas de différence dans la distance de freinage entre un Segway® et un vélo.

En conclusion, une diminution de la sécurité pourrait résulter de l'augmentation des types de véhicules, surtout si des réglementations différentes étaient appliquées. Pour des raisons de reconnaissance et de prévisibilité des différents types d'appareils, leur nombre devrait être limité dans le cadre d'une circulation sécuritaire et durable. Un calcul (estimé) en sécurité routière amène à conclure qu'on peut s'attendre à un niveau de traumatisme plus élevé si le Segway® est permis d'usage en milieu piétonnier. Ceci s'applique davantage aux personnes en présence qu'aux conducteurs, car le principal problème devient dans ce cas celui du risque pour autrui. On s'attend par ailleurs à un risque moindre si on permet l'usage du Segway® sur les pistes et bandes cyclables et dans les rues, en autant que les règles d'opération du Segway® soient simples et connues de tous les usagers de la route. Les risques de blessures à l'usage du Segway® peuvent se comparer à celles des utilisateurs de bicyclettes.

Il est donc recommandé de ne pas classier le Segway® en tant qu'appareil pour personne à mobilité restreinte. Il faudrait que les conducteurs de Segway® soient obligés de suivre une formation, et qu'ils soient âgés de plus de 16 ou 18 ans. Le Segway® devrait être muni d'un avertisseur (clochette), de lumières et de réflecteurs. L'appareil devrait être assuré selon la Loi des véhicules moteurs pour tiers parti. On ne recommande pas le port obligatoire du casque. Si le Segway® est permis d'usage sur les pistes et bandes cyclables, et sur la rue ou la route, le

conducteur devrait avoir le statut de conducteur et non de piéton, de sorte que la réglementation de la priorité des véhicules moteurs s'appliquerait.

Le SWOV est un organisme d'une grande crédibilité. Compte tenu du mandat de départ, et du fait que l'appareil Segway® était interdit en Hollande, l'opinion des chercheurs destinée au Ministre des transports est importante, mais teintée de prudence et de nuances. On a donc travaillé par expérimentation et par réflexion. Plusieurs principes fondamentaux de sécurité sous-tendent les conclusions et les recommandations. Globalement, le document est prudent en classifiant le Segway® comme un ATPM et en recommandant une série de conditions et d'équipement devant entourer leur circulation. Quant aux lieux d'utilisation, il favorise clairement le domaine public, à la condition de faire de cet appareil un « véhicule moteur ». Cette dernière affirmation, dans le résumé en anglais du texte principal en néerlandais, n'est pas véritablement étayée.

LES DOCUMENTS NOTÉS « 3 »

Porrello et Jones (2006)

Cet article aborde la question de l'interaction entre le Segway®, les cyclistes et les piétons. Le texte repose essentiellement sur le jugement des auteurs, car aucune démarche scientifique n'est réalisée et les éléments de contenu sont rapportés et organisés sous forme de discussion. Les auteurs présentent en opinion, les avantages et les inconvénients propres au Segway®, pour en arriver à la conclusion qu'il faut se poser davantage de questions car l'appareil est à mi-chemin entre un piéton et un cycliste, mais étant muni d'un moteur, il pose un problème de cohabitation avec les usagers non motorisés. Le plus grand problème est sans doute le différentiel de vitesse entre le Segway® et les piétons et les cyclistes. On soulève non seulement la question des collisions et de l'inconfort entre usagers, mais aussi de la compétition de l'espace en référant notamment à la notion de justice sociale. À cet égard, on se demande quelle est l'équité de donner plein accès au seul espace public pour piétons, subventionné par l'État, à une minorité aisée qui a la possibilité de se payer ce type d'appareil. En conclusion, le Segway® est une intéressante solution d'affaires ou institutionnelle, ainsi qu'une alternative à l'automobile en ville (stratégie à la congestion urbaine), mais les caractéristiques du Segway® font en sorte qu'il faudrait sans doute l'assimiler à un piéton ou un cycliste, qu'à un véhicule moteur.

CEVEQ (2006)

Ce rapport se révèle d'une grande ampleur, de par l'expérimentation mise de l'avant. Un test complexe de l'appareil Segway® vise à évaluer sa sécurité et son acceptabilité, et ses normes d'usage, comme véhicule pouvant être utilisé en situation réelle (plusieurs types de milieux urbains). Il commande au départ de fortes attentes, car il suppose des énergies énormes et une très forte organisation de recherche. Malencontreusement, et après analyse du rapport final, une série de questions surgit, diminuant la portée scientifique de cette expérimentation.

Il apparaît que le mandat d'évaluation de l'appareil Segway® par le CEVEQ s'inscrit *a contrario* de la mission de l'organisme qui en est une de démonstration des véhicules à dominantes électriques afin de « faire évoluer le marché québécois et canadien du transport propre, à partir de partenariats et de projets avec les manufacturiers ». Le mandat reçu par le CEVEQ des commanditaires, exige de l'organisme de vérifier la sécurité et l'acceptabilité de l'ATPM Segway®. Le document ne fournit aucunement la logique de cette cohabitation, c'est-à-dire le lien relationnel qui relie ces concepts, pas plus qu'une définition des termes eux-mêmes eu égard à la mission.

Dans la description du processus expérimental, il est fait mention que 7 appareils Segway® sur 14 ont été fournis par le manufacturier. Il s'avère que, dans un contexte de neutralité de l'expérimentateur, ce « prêt » d'équipement aurait dû être transformé en location pour garantir la transparence du processus et l'indépendance de l'organisme de « recherche » et des responsables de l'expérimentation.

La méthodologie de recherche principale consiste à administrer un long questionnaire principal aux utilisateurs et un second, très bref, aux « interacteurs » présents lors des « sorties de

terrain ». On s'intéresse surtout à la sécurité personnelle de l'utilisateur, à l'appareil et sa manipulation, c'est-à-dire à son contrôle technique, ce qui semble limitatif dans un cadre plus global de la sécurité routière. Par ailleurs, l'obligation pour les utilisateurs de devoir répondre au questionnaire à la fin de 7 jours d'expérimentation fait appel à la mémoire long terme, ce qui engendre une sélection et une filtration de l'information. L'usage de carnets de route quotidiens aurait certes été approprié.

Le groupe de répondants « utilisateurs », selon les prémisses de départ, devait être constitué d'autant de femmes que d'hommes alors qu'en fin de processus, il est composé à 63% de répondants masculins. Il y a ici un biais dans la composition des répondants, ce qui n'est pas ajusté dans l'analyse des résultats. La littérature de base en sécurité routière démontre que les comportements des hommes et des femmes, comme conducteurs/conductrices, varient, les femmes étant généralement plus prudentes.

Le traitement des données repose intégralement sur la présentation des fréquences aux différentes réponses des questionnaires. La présentation qui en découle est nécessairement descriptive et l'analyse est obligatoirement sélective en s'attachant exclusivement au phénomène des « grands nombres ».

En termes méthodologique, il apparaît que les responsables de l'expérimentation ont également observé des événements, qu'ils rapportent, sans que cette pratique soit mentionnée dans la méthodologie et encadrée par un processus de recherche validé.

Enfin, les recommandations finales du rapport ne semblent pas du tout ancrées dans les conclusions et apportent des éléments nouveaux et étrangers au texte du rapport. Il est juste de se demander si les sections 4 et 5 du rapport ont été rédigées en « apartheid », c'est-à-dire que les deux sections finales rapport ne relèvent pas d'un même processus logique.

Liu et Parthasarathy (2002)

Cet article soumis au TRB tente d'expliquer le Segway® aux professionnels du transport, au niveau des caractéristiques et des implications. Il pose la question de la place à accorder au Segway® : « où doit-il être incorporé? ». Les auteurs passent en revue les avantages de l'appareil : accroissement de la productivité (USPS et *Boston Police* sont cités en exemple), mobilité accrue pour des déplacements de courte distance, réduction de la congestion en milieu urbain et bénéfices environnementaux. Au chapitre des inconvénients, l'usage du Segway® pourrait augmenter le niveau de conflit avec les autres modes de transport. Les analystes et les décideurs doivent donc statuer du lieu d'usage le plus approprié. Sur le trottoir, la sécurité des piétons est mise en cause par le Segway®, car celui-ci est trois fois plus rapide. On note que les milieux communautaires et de santé sont inquiets, et que la condition et qualité des surfaces de roulement idéales pour le Segway® sont inconnues actuellement. En concluant, les auteurs recommandent que l'usage du Segway® se fasse sur des bandes non-motorisées en milieu urbain.

Liu et Parthasarathy (2003)

Ce compte-rendu publié dans le cadre d'un symposium sur les transports urbains n'apporte rien de nouveau à ce qui a été publié par les mêmes auteurs, sinon que de leur permettre de se manifester. Il reprend les mêmes prémisses que le texte précédent, en allant parfois un peu plus loin ou dans des directions différentes. Les auteurs avancent que la société en entier va

bénéficier du Segway® s'il est accepté et adapté en milieu urbain. La congestion serait diminuée, le bruit et la pollution moindres, le tissu urbain intégré et densifié. Il y a toutefois absence de recherche sur les caractéristiques opérationnelles du Segway® et sur leurs conducteurs. Les auteurs évoquent aussi l'impact sur la justice sociale d'un petit nombre de personnes qui utilisent un appareil coûteux pour "dominer" l'espace public, tel que le trottoir. Bien que certains États autorisent l'utilisation des trottoirs par les ATPM, les activistes, les médecins et les personnes âgées s'y opposent pour des raisons de sécurité, notamment celle des piétons sur les trottoirs achalandés. Et si un inconfort à utiliser le trottoir est ressenti par les piétons, il y a donc risque qu'il y ait encore moins de marcheurs qu'à l'heure actuelle. De plus, cet espace étant déjà limité, il y a un danger d'établir un précédent, car cela pourrait conduire à permettre aux triporteurs et aux quadriporteurs de circuler eux aussi sur le trottoir.

Shaheen et Finson (2003)

Ce document fait la présentation d'un très vaste projet de recherche sur l'introduction et l'utilisation du Segway®, et à moindre titre d'autres véhicules électriques tels les scooters et les VAE. Ces véhicules doivent servir à compléter les déplacements banlieue-ville dans une station de transit du réseau BART à San-Francisco, Californie. Ce projet vise à mesurer le niveau d'acceptation de ces véhicules, leur aspect sécuritaire, ainsi que leurs effets sur l'utilisation du sol et sur le stationnement. L'usage de tels appareils permettrait aux utilisateurs du BART de se rendre plus facilement au travail, de la station au bureau, en permettant à l'utilisateur de compléter son « dernier mille de déplacement » par un transport individuel, d'où l'expression « bridging the last mile ». L'étude est en deux phases avec une troisième probable, si les résultats des deux premières sont probants. Au cours de la première année, on cible et on étudie les aspects sécuritaires de l'appareil Segway®, en plus de prévoir son utilisation au projet de l'an 2. La deuxième année vise tester l'appareil en conditions réelles. On cherche aussi à mieux connaître, en parallèle, les impacts indirects d'autres ATPM comme les scooters et les bicyclettes. Pour l'an 2, il s'agit de procéder à un projet pilote de démonstration, afin d'acquérir une connaissance appliquée de l'utilisation du Segway® en conditions réelles (aspects de sécurité, comportement des usagers, acceptabilité par les usagers de la station, impacts sociétaux et location d'appareils) et voir comment fonctionnerait un service de location dans la station Pleasant Hill / BART / San Francisco.

Ce projet est d'une très grande ampleur, puisqu'il s'étale en trois phases sur plusieurs années. Le plan général, dans ses grandes lignes, apparaît logique, mais les objectifs sont très nombreux et la réalisation s'avère complexe et pas du tout garantie. Des méthodologies multiples sont énoncées. Projet réaliste ou optimiste... difficile à dire à ce niveau, car c'est un projet complexe. De plus, la démarche n'est pas expliquée en détails. L'appareil Segway® est mis partout en évidence. Les auteures Shaheen et Finson sont crédibles, elles appartiennent à des organismes de recherche de renommée, et leurs références (9 au total) sont de bonne qualité.

Shaheen, Rodier et Eaken (2005)

Cet article publié dans le *Transportation Research Record* relate les caractéristiques du projet précédemment cité, le BART (*San Francisco Bay Area Rapid Transit*), auquel participe plusieurs organismes : *California PATH (Partners for Advanced Transit & Highways)*, *University of California* (Berkeley), *Caltrans-Research & Innovation/Mass Transportation*, ainsi que la corporation *Segway LLC*. Le but est de faire la promotion du transfert modal pour le transit interurbain, en vérifiant s'il est possible d'associer le vélo électrique et le Segway® aux transports publics. Une expérimentation est prévue en temps réel, auprès de plusieurs types d'utilisateurs, un questionnaire est administré avant et après l'usage de l'appareil, ainsi qu'un focus group avant et après l'expérience. Des carnets de déplacement et d'enquête seront remis aux participants. On a tenu compte des aspects de sécurité, donc formation à la conduite avant l'étude et une attention spéciale à la vitesse, aux intersections, aux passages route-piste-trottoir, aux sens uniques, et aux entrées charretières. Une surface de bonne qualité a été choisie pour mener l'expérimentation.

L'article présente au départ l'objectif de considérer les usagers non-motorisés et six catégories d'AMM et d'ATPM (bicycles, patins, planches, scooters, fauteuils roulant, Segway®). Toutefois, la suite du texte bifurque rapidement de cet objectif, et on ne sait pas trop pourquoi. Par la suite, l'essentiel du texte porte exclusivement sur le Segway®, délaissant les autres modes déjà mentionnés. Parmi les avantages du Segway®, signalés avant même l'expérimentation, on dit qu'il présente peu de risques, sinon pour les jeunes utilisateurs. Les éléments clés du risque sont la condition de la surface de roulement et les erreurs de conduite (vitesse, non respect des règles). On dit que l'appareil est sécuritaire, facile d'usage, écologique, et que la compagnie fait des démonstrations en ce sens.

À partir de 13 expériences pilote, les constats sont positifs : diminution des temps de déplacement, accessibilité accrue et réduction du problème de stationnement, coûts d'opération et entretien faibles. Le Segway® favorise aussi le secours d'urgence dans les endroits peu accessibles. Il est efficace pour la livraison, le relevé des compteurs et la patrouille policière. Il favorise un environnement sain tout en améliorant les relations publiques.

Toutefois, le fait qu'il soit inaudible est une menace aux piétons. Parmi les autres constats négatifs, il y a : la nécessité d'une formation sur la conduite, le besoin pour le conducteur de porter un équipement, la difficulté de transporter l'appareil, de le stationner ou de l'amener dans un bâtiment. Les usagers de haute taille risquent aussi de se frapper la tête sur des objets (cadres de porte, branches d'arbres). Le plus grand défaut du Segway® serait la durée de charge relativement courte des batteries, surtout en présence de dénivelés.

En conclusion, les auteurs mentionnent que le Segway® pourrait générer des bénéfices économiques et environnementaux s'il était utilisé avec prudence pour des motifs précis et dans des lieux spécifiques.

Shaheen et Rodier (2006)

Ce rapport technique de projet fait suite à l'article précédent, afin d'en faire connaître un peu plus sur le projet. Peu de détails méthodologiques sont livrés. Il s'agit des grandes orientations et des objectifs du projet, sa justification et son contexte. Il s'agit d'un important projet pilote, où l'on cherche à vérifier plusieurs aspects : 1) l'intégration des nouvelles technologies véhiculaires dans le système de transit; 2) déterminer si l'accessibilité au transit augmente; 3) vérifier si la santé des gens est meilleure; 4) vérifier si c'est économiquement rentable. Outre l'accessibilité à des vélos électriques et des Segway®, on a prévu des casiers électroniques de rangement dans la station Pleasant Hill /BART/ San Francisco, avec des parcomètres intégrés, des carte d'accès à débit/crédit, avec réservation possible et accessibilité Internet pour connaître leur disponibilité.

Shaheen et Rodier (2008)

En octobre 2008, les auteures déposent leur rapport final. Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- Les participants (36 personnes) sont en forte majorité des hommes âgés entre 30 et 39 ans (40%) avec un niveau de santé élevé (91% = bon, très bon ou excellent) et pratiquant une activité physique régulière (60% = 3 à 5 fois ou + / par semaine)
- Les participants sont soucieux des questions de pollution de l'air et conséquemment disposés à modifier leurs habitudes de déplacement. Ils ne sont pas vraiment satisfaits de leur mode actuel de déplacement pour le travail
- Antérieurement à l'expérimentation, ils étaient des utilisateurs solos de l'auto même si 47% d'entre eux utilisaient à l'occasion une bicyclette ou une motocyclette pour la liaison domicile – travail
- La disponibilité et le coût du stationnement au lieu de travail n'était pas un problème pour la majeure partie des répondants
- Le jour, plusieurs participants faisaient des déplacements personnels (non professionnels), avec le véhicule emprunté, pour une distance moyenne de 4 km
- La majorité des sujets ont participé à l'expérience afin d'éviter d'avoir à conduire leur véhicule à l'heure du lunch, ou simplement dans le but de faire du magasinage
- Au total, seulement 6 participants planifiaient d'utiliser l'appareil emprunté dans leur déplacement entre la station de transit BART et le lieu de travail. Tous les autres qui travaillaient près de la station BART se proposaient plutôt de tirer partie de ces petits véhicules pendant le jour (heure du midi)

Pour les déplacements entre la station BART et le lieu de travail :

- La bicyclette électrique est plus souvent utilisée (68%) que la bicyclette conventionnelle (20%) et le Segway® (12%)
- La plupart des participants ont utilisé les ATPM hebdomadairement pour un trajet type de 2,4 à 8 km. Ces répondants avouent qu'ils auraient utilisé une auto ou une bicyclette sans l'existence du projet pilote Easy Connect
- La bicyclette électrique, de par sa vitesse et son rayon d'action, s'impose vis-à-vis le Segway®, et en conséquence, est plus souvent utilisée sur de grandes distances

Pour les déplacements de jour (heure du midi) :

- Le Segway® a le plus haut taux d'utilisation à l'heure du midi (52%) versus la bicyclette électrique (36%) et la bicyclette (12%)
- Pour les déplacements de moyenne distance, le Segway® a la préférence
- Les motifs de déplacement sont dans l'ordre : la restauration (42%), les affaires personnelles (35%), les affaires liées au travail (17%) et les loisirs (6%)
- 70% des répondants ont tiré partie du projet au moins 1 fois par mois ou au plus 4 fois par semaine, et 30% l'ont fait moins qu'une fois par mois.
- En termes de transfert modal, 63% de ces déplacements auraient été faits par auto, 19 % en marchant, 17% des personnes ne se seraient pas déplacées du tout et 1% aurait pris leur bicyclette
- La distance moyenne de déplacement est de 3,8 km pour les déplacements substitués à l'auto, et de 2,2 km pour le remplacement de la mobilité à pied ou à bicyclette

Pour la présence des ATPM sur le réseau (résultats d'une enquête auprès de 109 piétons) :

- Près de 20 % des piétons manifestent leur volonté de délaisser la piste si le Segway® et les bicyclettes électriques y avaient un usage courant et 70% affirment le contraire
- Les éléments de dissuasion sont reliés à la possibilité de heurts (accidents), la nature silencieuse des ATPM et leur usage intempestif, même si plusieurs concèdent que ces appareils sont écologiques à l'usage
- Les piétons affirment que les conducteurs d'ATPM devraient respecter les mêmes règles d'usage que les cyclistes (25%)
- Plusieurs piétons (31%) soulignent que des voies spécifiques de roulement (*lanes*) devraient être assignées au Segway® alors que d'autres (21%) suggèrent que les ATPM devraient se retrouver sur des pistes (*trails*), sur la chaussée (17%) ou sur les trottoirs (14%)

En conclusion, les auteures rappellent les éléments majeurs de l'expérimentation et reprennent quasi intégralement leurs constats. Elles soulignent que les résultats obtenus ne correspondent pas à ceux anticipés dans le devis du projet initial. Au départ, on visait à évaluer l'utilisation des ATPM comme substitut aux déplacements domicile-travail par un déplacement sur le « dernier mille » entre la station de transit et le lieu de travail. Les résultats semblent plutôt démontrer que ces appareils sont surtout utiles pour des déplacements locaux, dans le quartier même, à l'heure du midi. Ainsi, les déplacements s'effectuent pour des motifs autres que ceux prévus au projet initial. Néanmoins, on mentionne que ces résultats s'apparentent à une expérimentation londonienne (Nolan and Ishaque, 2006). Enfin, l'usage des ATPM devrait être examiné de près en ce qui a trait à la cohabitation ATPM/piétons sur les pistes, les bandes et les trottoirs.

Pour avoir utilisé et analysé tous les documents publiés par Shaheen *et al.*, nous sommes surpris de la « minceur » des résultats et du prudent doigté avec lequel ils sont présentés et interprétés. Voici une étude qui a exigé une longue préparation, des moyens techniques et technologiques importants, ainsi qu'une longue période d'expérimentation, s'échelonnant d'août 2005 à décembre 2006. Des faits limitatifs majeurs, nous relevons le nombre très limité de participants (n=36) et la ventilation statistique qu'on fait de leurs réponses. Si à la base, il y a trop peu de sujets pour une analyse globale, on est bien en deçà du seuil acceptable pour une analyse ventilée, ce qui empêche une interprétation solide et crédible. Pour les répondants piétons, le nombre nous semble plus « sécurisant » (n=109). Globalement, nous croyons que l'idée originelle du projet, celle qui visait à établir l'utilité des ATPM à « compléter le dernier mille du déplacement (*bridging the last mile*) », semble avoir été égarée en fin de démarche. Si ce concept avait été formellement présenté comme hypothèse de travail, celle-ci devrait, à notre avis, être infirmée à la seule lecture des résultats. Les résultats et leur interprétation s'avèrent faibles en termes scientifiques. Quant au concept que les ATPM pourraient devenir un substitut à l'usage de l'auto dans les déplacements domicile-travail, cette idée tient encore moins la route après l'analyse du présent rapport de Shaheen et Rodier (2008).

Relevons enfin, qu'en début d'introduction, une remarque assassine vient en quelque sorte sceller le sort du Segway® dans une comparaison avec les bicyclettes électriques :

« The maximum distance for the electric bicycles on one charge is 28 miles. The maximum distance for the Segway HT® for a single charge is 4 miles under strenuous conditions, eight miles under good conditions, and 12 miles under test conditions. » (Shaheen and Rodier, 2008, p. 3, section 2.1).

Cette assertion peut en partie expliquer le désintéressement des participants pour le Segway® lors de l'expérimentation, vu sa faible autonomie. D'une part, le risque pour son utilisateur de se retrouver coincé et sans recours, à l'opposé d'une bicyclette électrique à pédalier, avec un lourd appareil dont les piles sont épuisées, ne peut pas inciter à l'utiliser. D'un autre côté, l'obligation ou la possibilité de devoir le brancher pour recharger ses batteries pendant les heures de travail, pour un retour sécuritaire au point d'origine, pourrait apparaître à plusieurs comme une option impossible ou gênante face à des collègues de travail ou à tout employeur.

Cassell et Clapperton (2006)

Cet article, publié dans la revue *Hazard*, fait le point sur les accidents enregistrés dans l'État de Victoria, en Australie, et qui impliquent des AMM tels que les fauteuils roulants motorisés et les tri et quadriporteurs sur le réseau routier, avec ou sans présence de véhicules motorisés. Les rapports d'accidents permettent ainsi d'identifier 6 décès et 151 blessés, répertoriés de janvier 2000 à mai 2004. Le nombre d'admissions à l'hôpital pour traitement de blessure, suite à un accident, serait toutefois cinq fois plus élevé que ce qui est présentement recensé. La base de données des enregistrements hospitaliers et la terminologie « nouvelle », propre aux AMM, sont à l'origine de la difficulté à retracer ces cas spécifiques dans les rapports. Les auteurs mentionnent aussi que les personnes âgées de plus de 80 ans sont fortement surreprésentées dans les données. Fait à noter, tous les décès et la moitié des blessures sont dues à des chutes. Quatre grandes catégories de causes d'accident ont été distinguées : mécanique de l'appareil, environnement, manœuvre ou comportement de l'utilisateur et cause organisationnelle (ex. mauvaise directive ou conseil à l'utilisateur, manque de formation, réparation mal effectuée, etc.).

Les auteurs formulent plusieurs recommandations. Parmi celles-ci, le gouvernement de l'État de Victoria devrait clarifier quelle agence ou ministère aurait l'initiative quant à la sécurité des AMM, et qu'il définisse les rôles des autres agences relativement au design sécuritaire des appareils, son suivi et le lien avec les usagers. Ils conseillent de mener une enquête de fond auprès des usagers pour mieux comprendre l'utilisation des AMM et les questions de sécurité, et de mener des expérimentations en laboratoire sur la stabilité des appareils, dans les virages, les passages de seuils et les bosses, les rampes, les chaînes et les drains routiers, en tenant compte des types de surface de roulement. Il est aussi suggéré de voir à l'utilité d'une ceinture de sécurité sur les impacts à basse vitesse. On recommande de développer l'évaluation et la formation de sorte que les utilisateurs d'AMM soient vus par des ergothérapeutes bien formés, et qu'ils aient ainsi une formation satisfaisante. On suggère d'évaluer les bénéfices possibles de mesures de sécurité comme la protection au renversement des AMM par le port de casques protecteurs et des gants. Il faudrait aussi recoder les formulaires pour mieux distinguer les chutes des triporteurs et des quadriporteurs de celles qui impliquent des fauteuils roulants motorisés. Il faudrait enfin améliorer la base de données officielle (VEMD) pour acquérir des données valables quant aux produits de consommation présents lors de traumatismes, et voir à ce que le personnel du secteur de la santé soit formé en ce sens.

ANNEXE B
QUESTIONNAIRE AMM-ATPM

Questionnaire AMM / ATPM

Bonjour,

La Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), le Ministère des Transports du Québec (MTQ) et le Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS), ont mandaté l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) et l'Université de Sherbrooke, pour réaliser des études sur la circulation des appareils de mobilité personnelle, sur le réseau routier et les aménagements connexes. Nous sollicitons aujourd'hui votre collaboration, à titre d'expert, parce que votre expérience peut nous aider à identifier des solutions concrètes pour accroître la sécurité des usagers sur le réseau routier.

Ce questionnaire est strictement confidentiel. Le fait d'y répondre constitue votre consentement à participer au projet de recherche. Aucune information nominale ou permettant d'identifier les participants ou leur organisme d'appartenance ne sera divulguée. Nous vous demandons de répondre librement, au meilleur de vos connaissances d'expert, plutôt que de refléter « à tout prix » la position officielle de votre organisme. Nous vous encourageons à donner autant de détails que possible, dans vos explications, ainsi qu'à formuler des propositions nouvelles ou originales.

Tout au long du questionnaire, deux catégories d'appareils sont différenciées : les **AMM** et les **ATPM** :

- « **AMM** » : Aide à la **M**obilité **M**otorisée. Les AMM sont des appareils de transport généralement utilisés par des personnes à mobilité réduite, qui ont une incapacité ou une difficulté à marcher sur les distances courantes de la vie quotidienne. Trois types d'AMM sont ciblés dans ce groupe d'appareils : le triporteur et le quadriporteur (TQP), et le fauteuil roulant motorisé.



Triporteur



Quadriporteur



Fauteuil roulant motorisé

- « **ATPM** » : Appareil de Transport **P**ersonnel **M**otorisé. Dans l'étude, les ATPM correspondent à tous les autres types d'appareil de mobilité et qui sont utilisables par l'ensemble de la population, par exemple : le Segway®, le T3 Motion®, la trottinette électrique, la mobylette électrique, et les autres appareils qui ont une certaine ressemblance avec ceux-ci, peu importe le nombre de roues, mais à l'exclusion de tous les appareils à carburant.



Segway®



T3 Motion®



Trottinette électrique



Mobylette électrique

La plupart des questions offrent la possibilité de répondre séparément aux volets AMM et ATPM. Si possible, veuillez répondre pour chaque catégorie d'appareil, même si la réponse est identique dans les deux cas. **Votre réponse doit considérer que, généralement, les AMM sont utilisés par des personnes à mobilité réduite, et que les ATPM sont utilisés par des personnes sans problème de mobilité.**

Merci à l'avance pour votre précieuse collaboration!

1) A quel organisme ou compagnie appartenez-vous? Et à quel direction ou service?

Organisme / compagnie: _____

Direction / service : _____

2) Au travail, quel est votre rôle et vos principales fonctions?

Titre : _____

Rôle / fonction : _____

3) Sachant que certains appareils de mobilité personnelle (ex. triporteur) peuvent être utilisés autant par des personnes à mobilité réduite que par des personnes sans problème de mobilité, croyez-vous que la réglementation régissant la circulation devrait être différente selon le type d'utilisateur, le type d'appareil, ou les deux à la fois?

- ☐ Réglementer uniquement en fonction du type d'appareil
- ☐ Réglementer uniquement en fonction du type d'utilisateur (« avec » ou « sans » problème de mobilité)
- ☐ Réglementer en considérant à la fois le type d'appareil et le type d'utilisateur

Explications : _____

4) Faudrait-il autoriser la circulation des AMM ou des ATPM en fonction de la capacité de l'utilisateur à conduire ce type de véhicule sur le réseau public (trottoir ou chaussée)?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

Explications : _____

5) Faudrait-il réglementer l'usage des AMM ou des ATPM en fonction de l'âge (minimal ou maximal) de l'utilisateur?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

Explications : _____

6) Faudrait-il obliger les utilisateurs d'AMM ou d'ATPM à détenir un permis (ex. de conduire, de compétence)?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

Explications : _____

b) Si oui, quel type? _____

c) Devrait-on assujettir l'obtention de ce permis à la réussite d'un examen?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

Explications : _____

7) Faudrait-il immatriculer les AMM ou les ATPM?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

Explications : _____

8) Devrait-on implanter un système de vignette (ou autre certificat) permettant aux AMM ou aux ATPM de circuler sur le trottoir?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

Explications : _____

9) Sur quels types d'aménagements les AMM ou les ATPM devraient-ils être autorisés?

(Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| ☐ | ☐ | Chaussée (voie de circulation d'une rue ou d'une route) |
| ☐ | ☐ | Accotement pavé |
| ☐ | ☐ | Trottoir |
| ☐ | ☐ | Bande cyclable (sur la chaussée) |
| ☐ | ☐ | Piste ou sentier (en site propre) |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

Explications : _____

10) Au Québec, lorsqu'il n'y a pas de trottoir, les piétons doivent circuler sur la chaussée en sens inverse du trafic. En supposant qu'ils soient assimilés aux piétons, croyez-vous que les usagers d'AMM ou d'ATPM devraient être autorisés à circuler sur la chaussée, en sens inverse du trafic, en l'absence de trottoir?

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|-----------|
| ☐ | ☐ | Non |
| ☐ | ☐ | Oui |
| ☐ | ☐ | Ça dépend |

Explications : _____

11) Dans quels milieux les AMM ou les ATPM devraient-ils être autorisés sur la voie publique?

(Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| ☐ | ☐ | Urbain |
| ☐ | ☐ | Semi-urbain |
| ☐ | ☐ | Rural |
| ☐ | ☐ | Ne dépend pas du milieu mais d'autres facteurs |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

12) Dans quelles zones de vitesse affichée les AMM ou les ATPM devraient-ils être autorisés?

(Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| ☐ | ☐ | <50 km/h (zone à circulation apaisée, zone 30, zone 40) |
| ☐ | ☐ | 50 km/h |
| ☐ | ☐ | 60 à 80 km/h |
| ☐ | ☐ | 90 km/h |
| ☐ | ☐ | Toute limite de vitesse affichée |
| ☐ | ☐ | Ne dépend pas de la vitesse mais d'autres facteurs : _____ |

13) Les fabricants devraient-ils limiter la vitesse maximale des AMM ou des ATPM (ex. par limiteur)?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

b) Si oui, à quelle vitesse devrait être fixée cette limite?

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|------------|
| ☐ | ☐ | <5 km/h |
| ☐ | ☐ | 5-9 km/h |
| ☐ | ☐ | 10-14 km/h |
| ☐ | ☐ | 15-19 km/h |
| ☐ | ☐ | 20-24 km/h |
| ☐ | ☐ | 25-29 km/h |
| ☐ | ☐ | 30 km/h + |

c) Si oui, par quel moyen limiter la vitesse maximale?

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| ☐ | ☐ | par la conception du véhicule |
| ☐ | ☐ | par une clef (ou moyen équivalent) |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

14) Est-il réaliste de demander aux fabricants une telle mesure (limitation de la vitesse maximale)?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

Explications : _____

15) Devrait-on interdire la circulation des AMM ou des ATPM à certaines périodes de la journée ou de l'année?
(Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| ☐ | ☐ | Non, aucune interdiction |
| ☐ | ☐ | Oui, en période hivernale : de _____ à _____
sur les infrastructures suivantes : _____ |
| ☐ | ☐ | Oui, aux heures de pointe : de _____ à _____
sur les infrastructures suivantes : _____ |
| ☐ | ☐ | Oui, lorsqu'il y a obscurité : de _____ à _____
sur les infrastructures suivantes : _____ |
| ☐ | ☐ | Autre interdiction : _____ |

Explications : _____

16) Devrait-on munir les AMM, les ATPM et leurs utilisateurs, de certains équipements obligatoires? Lesquels?
(Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| ☐ | ☐ | Aucun équipement obligatoire |
| ☐ | ☐ | Casque protecteur |
| ☐ | ☐ | Gilet auto-réfléchissant |
| ☐ | ☐ | Lumière de nuit |
| ☐ | ☐ | Rélecteurs avant, arrière et latéraux |
| ☐ | ☐ | Feux de direction (clignotants) |
| ☐ | ☐ | Fanion (en bas d'un certain seuil de hauteur) |
| ☐ | ☐ | Klaxon |
| ☐ | ☐ | Rétroviseur |
| ☐ | ☐ | Autre(s) : _____ |

Explications : _____

17) Devrait-on fixer certaines normes de conception des AMM ou des ATPM pour leur circulation?
(Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| ☐ | ☐ | Aucune norme spécifique |
| ☐ | ☐ | Diamètre minimal des roues |
| ☐ | ☐ | Largeur maximale |
| ☐ | ☐ | Longueur maximale |
| ☐ | ☐ | Hauteur minimale du véhicule (visibilité) |
| ☐ | ☐ | Hauteur minimale du siège |
| ☐ | ☐ | Dégagement au sol |
| ☐ | ☐ | Autre(s) : _____ |

18) Devrait-on instaurer un mécanisme de vérification technique obligatoire des AMM ou des ATPM?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

Explications : _____

b) Si oui, qui devrait être en charge de réaliser cette inspection?

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| ☐ | ☐ | Les mêmes organismes que ceux qui vérifient les véhicules routiers |
| ☐ | ☐ | Les organismes autorisés par les fabricants |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

Explications : _____

19) En cas de panne (ex. batterie) ou de bri mécanique, quels seraient les mécanismes de dépannage à prévoir? (Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| ☐ | ☐ | Ne rien faire, se fier au principe du devoir d'assistance |
| ☐ | ☐ | Numéro de téléphone 1-800 avec assistance 24 heures / jour et 365 jours / année |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

Explications : _____

20) Selon vous, les utilisateurs d'AMM ou d'ATPM devraient davantage assimilés à un :

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| ☐ | ☐ | Automobiliste |
| ☐ | ☐ | Conducteur hors-route (ex. quadriste, motoneigiste) |
| ☐ | ☐ | Cycliste |
| ☐ | ☐ | Piéton |
| ☐ | ☐ | Aucun autre usager connu (nouvelle catégorie à traiter séparément) |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

21) Devrait-on distinguer les droits et les obligations des utilisateurs d'AMM et d'ATPM?

- ☐ Non, traiter AMM et ATPM de la même façon
☐ Oui, distinguer AMM et ATPM
☐ Ça dépend

Explications : _____

22) Si les AMM ou les ATPM deviennent concurrentiels, pensez-vous que les automobilistes sont prêts à troquer leur automobile pour ces appareils dans leurs déplacements quotidiens (ex. entre la maison et le travail)?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

b) Pour quelle raison? _____

23) Si les AMM ou les ATPM gagnent en popularité, croyez-vous que les piétons vont modifier leurs habitudes et utiliser un AMM ou un ATPM dans leurs déplacements quotidiens?

AMM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

ATPM : ☐ Non ☐ Oui ☐ Ça dépend

b) Pour quelle raison? _____

24) Si l'usage des AMM ou des ATPM est permis sur la route et/ou sur le trottoir, quel est le principal effet escompté : (plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| ☐ | ☐ | Une réduction plus importante du nombre de véhicules sur la route que de piétons sur le trottoir |
| ☐ | ☐ | Une réduction plus importante du nombre de piétons sur le trottoir que de véhicules sur la route |
| ☐ | ☐ | Aucune différence (transferts modaux équivalents) |
| ☐ | ☐ | Un plus grand achalandage du transport collectif |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

25) Qu'est-ce qui est plus écologique à l'usage : (plus d'un choix possible)

☐ Automobile ☐ AMM ☐ ATPM ☐ Transport collectif ☐ Ça dépend : _____

b) Pour quelle raison? (Plus d'un choix possible)

- ☐ Émissions atmosphériques polluantes
- ☐ Quantité de matériaux utilisés pour la construction et l'entretien des véhicules
- ☐ Disposition des batteries à terme de la durée de vie
- ☐ Autre : _____

26) Quels risques à la personne peuvent être observés avec l'usage des AMM ou des ATPM?

(Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| ☐ | ☐ | Aucun |
| ☐ | ☐ | Sédentarité et mauvaise condition physique, si utilisé sans qu'il y ait besoin réel |
| ☐ | ☐ | Accident en solo (ex. chute, frapper un objet) |
| ☐ | ☐ | Collision avec un AMM / ATPM |
| ☐ | ☐ | Collision avec un piéton |
| ☐ | ☐ | Collision avec un cycliste |
| ☐ | ☐ | Collision avec un véhicule à moteur |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

Explications : _____

27) Êtes-vous renseigné sur l'existence de situations ou manœuvres à risque impliquant des utilisateurs d'AMM ou d'ATPM (ex. transport d'objets ou de personnes sur l'appareil, zigzags, empiètement)?

(SVP Expliquer et/ou nous faire parvenir la documentation pertinente à cet effet)

AMM : ☐ Non ☐ Oui **Explications :** _____

ATPM : ☐ Non ☐ Oui **Explications :** _____

28) Croyez-vous que l'utilisation du téléphone cellulaire, durant la conduite d'un AMM ou d'un ATPM, devrait être soumise aux mêmes règles que pour les conducteurs de véhicules routiers?

AMM : ☐ Non ☐ Oui **Explications :** _____

ATPM : ☐ Non ☐ Oui **Explications :** _____

29) Devrait-on imposer des obligations aux détaillants d'AMM ou d'ATPM? (Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| ☐ | ☐ | Aucun : appareils disponibles partout sans restriction |
| ☐ | ☐ | Fixer un âge minimal pour acheter/obtenir un appareil. Age minimal : _____ |
| ☐ | ☐ | Exiger une prescription du médecin pour pouvoir vendre une AMM |
| ☐ | ☐ | Former les clients à l'utilisation sécuritaire de l'appareil. Durée de la formation : _____ |
| ☐ | ☐ | Sensibiliser les clients sur les effets de l'appareil pour la santé de l'utilisateur |
| ☐ | ☐ | Informar les clients des risques d'accident |
| ☐ | ☐ | Informar les clients des droits et obligations de l'utilisateur (ex. Code, utilisation permise, etc.) |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

30) Faudrait-il obliger les nouveaux utilisateurs d'AMM ou d'ATPM à suivre une formation? Si oui, en préciser la nature? (Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| ☐ | ☐ | Non, aucune |
| ☐ | ☐ | Connaissance de la loi (utilisation de la route) et d'éventuelles obligations aux AMM-ATPM |
| ☐ | ☐ | Connaissances techniques de base sur l'appareil (commandes, mode opérationnel, etc.) |
| ☐ | ☐ | Formation pratique (accroître les capacités à circuler sur le réseau public) |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

31) Si vous jugez qu'une ou plusieurs formations sont nécessaires, quel organisme devrait s'occuper de la ou les gérer? (Plus d'un choix possible)

AMM ATPM

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| ☐ | ☐ | Les mêmes formateurs que pour les véhicules automobiles |
| ☐ | ☐ | Les vendeurs d'AMM et d'ATPM |
| ☐ | ☐ | Le réseau de la santé |
| ☐ | ☐ | Le réseau de la réadaptation |
| ☐ | ☐ | La SAAQ |
| ☐ | ☐ | Autre : _____ |

32) Dans votre juridiction, y a-t-il des lois ou des règlements qui régissent la circulation des AMM ou des ATPM sur le réseau public, tels que l'usage permis ou le comportement à adopter? (SVP nous faire parvenir la documentation pertinente : recherches, lois ou règlements, directives, etc.)

Pays : _____ Province/département: _____ Ville: _____

Vs AMM : _____

Vs ATPM : _____

33) D'après vous, quels sont les principaux avantages / inconvénients des AMM et des ATPM?

Avantages AMM

Désavantages AMM

Avantages ATPM

Désavantages ATPM

Si vous avez des questions relatives à cette étude, veuillez contacter P. Maurice (418-666-7000 poste 345; Pierre.Maurice@ssss.gouv.qc.ca), M. Pouliot (819-821-7190; Marcel.Pouliot@USherbrooke.ca) ou J.-F. Bruneau (819-821-8000 poste 63217; Jean-Francois.Bruneau@USherbrooke.ca).

Pour retourner ce questionnaire, vous pouvez utiliser le courriel, le fax ou la poste :

Courriel : Jean-Francois.Bruneau@USherbrooke.ca

Fax : 819-821-7944

Adresse postale : J.-F. Bruneau, Université de Sherbrooke, FLSH, Dép. Géomatique appliquée,
2500, boul. de l'Université, Sherbrooke (Québec) Canada, J1K 2R1



