



Transports Canada    Transport Canada

TP 12926F

---

## **Accroître l'accessibilité des transports aux personnes âgées et aux handicapés avec les systèmes intelligents de transport**

Janvier 1997

**Canada**

**Centre de développement des transports**





**Accroître l'accessibilité des transports  
aux personnes âgées et aux handicapés  
avec les systèmes intelligents de transport**

par  
C.G.B. Mitchell, expert invité  
Centre de développement des transports

pour  
Centre de développement des transports  
Transports Canada

Janvier 1997

---

Ce rapport présente les opinions et les vues de l'auteur et ne reflète pas nécessairement celles du Centre de développement des transports.

This report is also available in English under the title "The Potential of Intelligent Transportation Systems to Increase Accessibility to Transport for Elderly and Disabled People", TP 12926E.



1. N° de la publication de Transports Canada TP 12926F		2. N° de l'étude 8916		3. N° de catalogue du destinataire	
4. Titre et sous-titre Accroître l'accessibilité des transports aux personnes âgées et aux handicapés avec les systèmes intelligents de transport				5. Date de la publication Janvier 1997	
				6. N° de document de l'organisme exécutant	
7. Auteur(s) C.G.B. Mitchell			8. N° de dossier - Transports Canada ZCD1841-7-2-Mitchell		
9. Nom et adresse de l'organisme exécutant Dr. C.G.B. Mitchell 17 Tavistock Road Fleet Hampshire GU13 8EH England				10. N° de dossier - TPSGC XSD-5-02230	
				11. N° de contrat - TPSGC ou Transports Canada T8200-5-5559	
12. Nom et adresse de l'organisme parrain Centre de développement des transports (CDT) 800, boul. René-Lévesque Ouest 6 <sup>e</sup> étage Montréal (Québec) H3B 1X9				13. Genre de publication et période visée Final	
				14. Agent de projet S. Ling Suen	
15. Remarques additionnelles (programmes de financement, titres de publications connexes, etc.) Un des trois rapports, dont M. Mitchell est l'auteur, réalisé dans le cadre du Programme des experts invités du CDT.					
16. Résumé <p>D'ici l'an 2025, 23 p. 100 de la population du Canada aura 65 ans et plus, 21 p. 100 une déficience quelconque et 12 p. 100 un handicap de mobilité d'une nature particulière. Le présent rapport traite des difficultés éprouvées par les piétons, les usagers des transports en commun et les conducteurs de voitures privées. De grands progrès ont été réalisés pour améliorer l'accessibilité des transports en commun et des installations terminales, sans faire appel à des technologies de pointe. Cependant, des barrières subsistent encore, qui ne seront abolies que par une information de meilleure qualité et l'utilisation de systèmes intelligents de transport, SIT, et d'autres.</p> <p>Les SIT, notamment les systèmes d'information des usagers et les systèmes d'alerte-urgence routière, promettent d'atténuer quelques-uns des effets de l'âge sur l'aptitude à conduire des conducteurs âgés. Les systèmes avancés de commande des véhicules et d'aide à la sécurité viendront les compléter bientôt. On pense entre autres aux systèmes de vision nocturne assistée. À plus long terme, ce sera l'automatisation graduelle de l'autoroute électronique.</p> <p>Les lignes directrices concernant les critères de conception ergonomique des SIT se font cruellement attendre. Le Canada aura un rôle à jouer dans le cadre du groupement international appelé Enhanced Safety of Vehicles (ESV) pour promouvoir et diffuser ces lignes directrices. Le présent rapport dresse une liste des actions de recherche visant à améliorer l'accessibilité des transports, et propose un programme de R&amp;D sur les SIT et l'accessibilité au Canada.</p>					
17. Mots clés Accessibilité, personnes âgées, handicapés, facteurs humains, critères de conception ergonomique, systèmes intelligents de transport, équipements, transports en commun, conducteurs âgés			18. Diffusion Le Centre de développement des transports dispose d'un nombre limité d'exemplaires.		
19. Classification de sécurité (de cette publication) Non classifiée		20. Classification de sécurité (de cette page) Non classifiée		21. Déclassification (date) —	22. Nombre de pages xviii, 123
					23. Prix —



1. Transport Canada Publication No. <b>TP 12926F</b>		2. Project No. <b>8916</b>		3. Recipient's Catalogue No.	
4. Title and Subtitle <b>Accroître l'accessibilité des transports aux personnes âgées et aux handicapés avec les systèmes intelligents de transport</b>				5. Publication Date <b>January 1997</b>	
				6. Performing Organization Document No.	
7. Author(s) <b>C.G.B. Mitchell</b>				8. Transport Canada File No. <b>ZCD1841-7-2-Mitchell</b>	
9. Performing Organization Name and Address <b>Dr. C.G.B. Mitchell 17 Tavistock Road Fleet Hampshire GU13 8EH England</b>				10. PWGSC File No. <b>XSD-5-02230</b>	
				11. PWGSC or Transport Canada Contract No. <b>T8200-5-5559</b>	
12. Sponsoring Agency Name and Address <b>Transportation Development Centre (TDC) 800 René Lévesque Blvd. West 6th Floor Montreal, Quebec H3B 1X9</b>				13. Type of Publication and Period Covered <b>Final</b>	
				14. Project Officer <b>S. Ling Suen</b>	
15. Supplementary Notes (Funding programs, titles of related publications, etc.) <b>One of three reports authored by Dr. Mitchell and produced under TDC's Visiting Experts Program.</b>					
16. Abstract <p>By the year 2025 elderly people will form 23 percent of the adult Canadian population, people with disabilities 21 percent and people with specific transportation disabilities 12 percent. This report reviews the access problems of pedestrians, bus passengers, train passengers and car drivers. Much has been done to make public transport and urban infrastructure physically accessible without using advanced technology. However, even with improved physical accessibility, barriers will remain. Many could be overcome by better information and the application of intelligent transport systems and other advanced technology.</p> <p>Intelligent transport systems are well suited to the driving tasks that pose problems as people age. Advanced Traveller Information Systems and Emergency Management Systems can already partially compensate for some of the effects of aging. Advanced Vehicle Control and Safety Systems will soon extend this process, particularly for night vision. Progressive automation of the highway system could greatly increase accessibility in the long term.</p> <p>Guidelines are urgently needed for the ergonomic design of ITS equipment that is easy for elderly and disabled people to use. Canada's role in the international forum Enhanced Safety of Vehicles (ESV) provides an excellent opportunity to produce and disseminate such guidelines. This report lists research and development that would improve transport accessibility, and suggests a research program for Canada on ITS and accessibility.</p>					
17. Key Words <b>Accessibility, elderly, disabled, human factors, ergonomic design, intelligent transportation systems, public transport, aged automobile drivers</b>				18. Distribution Statement <b>Limited number of copies available from the Transportation Development Centre</b>	
19. Security Classification (of this publication) <b>Unclassified</b>		20. Security Classification (of this page) <b>Unclassified</b>		21. Declassification (date) <b>—</b>	22. No. of Pages <b>xviii, 123</b>
					23. Price <b>—</b>

---

## **SOMMAIRE**

### **Introduction**

Le présent rapport a été rendu possible grâce à la participation de l'auteur au programme des experts invités du Centre de développement des transports, CDT, de Transports Canada. Le projet de recherche avait pour objet de :

- reconnaître et d'approfondir les créneaux de recherche visant l'application des technologies fondées sur les SIT pour améliorer l'accessibilité des transports aux personnes âgées et à celles ayant une déficience;
- proposer une stratégie efficace que Transports Canada pourra adopter dans cette intention;
- définir les divers rôles que pourront jouer le secteur des transports avec la collaboration des fournisseurs de services et d'installations de transports, au Canada, aux États-Unis et en Europe.

### **Les personnes ayant une déficience**

Les personnes ayant une déficience quelconque forment, d'après l'estimation de la plupart des pays, environ 12 à 14 p. 100 de leur population, alors que 5 à 10 p. 100 ont un handicap de mobilité, y compris celui de ne pouvoir marcher. Au Canada, la proportion de personnes ayant un handicap de mobilité est estimée à 10 p. 100. Grosso modo, de 0,5 à 1 p. 100 de la population est en fauteuil roulant, souvent pour une partie de la journée ou pour effectuer une tâche particulière. La population des personnes âgées augmentera de façon sensible dans la plupart des pays, au rythme du vieillissement de la population dans son ensemble.

D'ici l'an 2025, 23 p. 100 de la population adulte du Canada sera âgée de 65 ans ou plus, 21 p. 100 aura un handicap quelconque et 12 p. 100 un handicap de mobilité. Quant aux conducteurs handicapés, ils forment d'ores et déjà 11 p. 100 environ de tous les conducteurs et, d'ici l'an 2025, la proportion de conducteurs âgés ou handicapés avoisinera les 20 p. 100.

### **Accessibilité**

L'accessibilité peut être favorisée par l'information, l'argent et par des véhicules et des installations appropriés qui n'exigent pas de l'utilisateur plus qu'il ne peut entreprendre. Elle est favorisée aussi par des préposés bien formés et par des procédures bien pensées, de manière à suppléer aux lacunes des équipements. Les progrès réalisés dans le domaine de l'accessibilité sont dus à un processus laborieux d'améliorations techniques et administratives visant à supprimer les barrières gênant les déplacements d'une catégorie d'utilisateurs. Ces dernières années ont vu la mise en oeuvre de systèmes de

transport intégrés faisant place à des groupes particuliers d'usagers, les personnes en fauteuil roulant, par exemple, au lieu de les tenir à l'écart en leur fournissant des services séparés.

### **Critères de conception ergonomique**

Durant les années 1980, la recherche a mis en lumière les aptitudes fonctionnelles motrices des personnes âgées et des handicapés ainsi que les critères de conception ergonomique de voitures, d'autobus, d'installations terminales et de zones piétonnières. La recherche s'est ensuite penchée sur les besoins des personnes ayant un handicap sensoriel, dont elle a défini les besoins d'information et ainsi que les méthodes d'affichage de celle-ci. Depuis une dizaine d'années, on a cherché à trouver des solutions aux difficultés éprouvées par les personnes ayant un handicap visuel, auditif ou cognitif. Il est d'ores et déjà acquis que l'accessibilité des transports ne saurait être améliorée davantage sans l'apport de l'électronique. Or, il n'existe pas encore de nos jours des critères applicables aux SIT et visant à les rendre utilisables par les personnes âgées et les handicapés. Il existe cependant un certain nombre de rapports de recherche où divers standards de base sont proposés et décrits.

### **Problèmes et solutions en accessibilité**

#### **Piétons**

Les personnes âgées et les handicapés ne peuvent pas marcher de grandes distances et ils le font lentement. Près de la moitié des personnes en fauteuil roulant et des handicapés ambulatoires ne peuvent pas faire plus de 150 m d'un trait. Entre 30 et 50 p. 100 des personnes handicapées ambulatoires éprouvent des difficultés lorsque la route est en pente ou lorsqu'il s'agit de traverser une rue, et si on y ajoute des marches et la cohue, ce chiffre atteint près de la moitié de tous les handicapés inscrits. Les personnes malvoyantes se déplaçant seules connaissent un taux d'accidents élevé lorsqu'elles marchent dans la rue, traversent une rue et utilisent les chemins de fer.

#### **Autobus urbains**

Plusieurs pays européens ont publié des recommandations visant à rendre accessibles les autobus urbains aux personnes âgées et aux handicapés, recommandations qui ont mené à la réalisation d'autobus sans équivalent en Amérique du Nord. Sans être accessibles aux personnes en fauteuil roulant, ces autobus sont beaucoup plus accessibles que les autobus standard nord-américains, grâce à un plancher à quelque 550 mm au-dessus du sol, des marches d'escalier basses et larges, des dispositifs d'appui, des appuis verticaux en grand nombre et un revêtement très contrasté en couleur (appuis revêtus de plastique jaune) pour aider les personnes malvoyantes.



## **Autobus à plancher bas**

Les autobus à plancher bas ont fait leur apparition en Allemagne vers la fin des années 1980. Ils se sont vite répandus en Europe et commencent à entrer en service aux États-Unis. Il n'avait pas été prévu qu'ils soient accessibles aux fauteuils roulants, mais on s'est rendu compte qu'ils pouvaient l'être, et le sont devenus depuis. Dans les autobus à plancher bas européens, les personnes en fauteuil roulant sont dos à la circulation, dans un compartiment spécialement aménagé où il n'est pas nécessaire d'ancrer les fauteuils roulants au plancher. Aux États-Unis, le fauteuil roulant est placé face à la circulation et l'immobilisation de l'occupant est facultative, mais non celle du fauteuil lui-même. Le temps d'accès pour une personne en fauteuil roulant est d'environ 40 secondes en Europe et de 2 à 4 minutes aux États-Unis. Grâce à la mise en service des autobus à plancher bas, les personnes en fauteuil roulant ont accès à un service d'autobus comme tout le monde et ne sont plus traitées à part.

## **Trains et métros**

Les difficultés éprouvées par les usagers handicapés et surtout ceux en fauteuil roulant viennent de la distance entre le quai et le plancher du train, de l'exiguïté des portes et des couloirs et de la difficulté d'accès aux quais. On construit maintenant des métros totalement accessibles et on modifie les anciens en conséquence. Il existe maintenant des critères de conception ergonomique des trains et métros.

## **Voitures privées**

La population des conducteurs âgés ou handicapés augmente, malgré les changements physiologiques apportés par l'âge qui rendent la tâche de conduire de plus en plus difficile : réflexes ralentis, aptitude amoindrie à s'occuper de plusieurs choses à la fois, vision affaiblie, surtout la nuit. Dans la plupart des pays, les conducteurs âgés connaissent un taux d'accidents par conducteur et par an parmi les plus bas, du fait qu'un grand nombre prend la décision de conduire moins souvent et moins longtemps. En revanche, le taux d'accidents par mille parcouru commence à augmenter autour des 65 ans, et monte en flèche à partir de 75 ans.

## **Intérêt des SIT**

Tous modes confondus, il existe des moyens simples et peu coûteux permettant d'améliorer l'accessibilité des transports, qu'il s'agisse d'adaptation des véhicules, des installations ou des procédures. Ils sont bien connus et n'attendent qu'une mise en oeuvre. Mais, il y aura toujours des barrières que seules l'implantation de SIT permettra de surmonter. Une façon parmi d'autres, valable pour tous les modes, est l'organisation préalable à un déplacement et l'information en cours de route.

## **Piétons**

Les SIT sont très prometteurs en ce qui concerne les piétons, à commencer par les balises infrarouges (signaux parlants) et par les dispositifs portatifs de localisation et de guidage pour les personnes malvoyantes. En Grande-Bretagne, on a implanté des feux de circulation qui prolongent la durée des cycles pour le passage de piétons âgés ou handicapés, mais qui interviennent seulement lorsqu'un piéton se présente. Aux États-Unis, on expérimente un dispositif qui déclenche, lorsqu'il détecte la présence d'un piéton, des feux clignotants encastrés dans la chaussée, en guise d'avertissement aux automobilistes.

## **Transports en commun**

Une information de meilleure qualité, avant un déplacement et en cours de route, profite à l'ensemble des usagers des transports en commun. Une information en temps réel présentée sur écran de télévision à domicile ou sur un terminal portatif réduira les temps d'attente aux arrêts d'autobus. L'affichage aux arrêts de la ligne et de l'heure d'arrivée des prochains autobus a pour effet de réduire l'angoisse de l'attente. Il existe une télécommande qui permet de déclencher des annonces parlées, accompagnant les annonces écrites. L'affichage des arrêts successifs à bord des autobus et des rames de métro permet aux personnes qui se déplacent lentement de se préparer à descendre. Des boucles d'induction installées dans les autobus et les rames de métro permettent aux personnes malentendantes d'écouter les annonces directement au moyen de leur aide auditive et sans être gênées par le bruit ambiant.

Les cartes à mémoire pour la perception automatique des tarifs permettent d'affranchir les personnes âgées ou les handicapés de la pression de faire vite. Leur utilité pourrait être étendue à d'autres services notamment les téléphones publics. Il y a aussi la possibilité que ces cartes puissent, au gré du porteur, stocker de l'information le concernant, de manière à lui assurer un déplacement sans problème et sans interruption, du début à la fin.

## **Conduite automobile**

On constate une adéquation intéressante entre les fonctionnalités des SIT pour la conduite automobile et les tâches de conduite qui deviennent de plus en plus ardues avec l'âge. Ces SIT permettent d'atténuer quelques-uns des effets de l'âge sur l'aptitude des personnes âgées à conduire. Il s'agit des systèmes avancés d'information des usagers (ATIS) et de gestion des urgences (EM) qui sont des aides à la navigation routière, qui informent sur la circulation et qui avertissent des obstacles à proximité du véhicule lorsqu'il manoeuvre à faible vitesse. Ils informent aussi sur les sites touristiques et donnent l'alerte en cas d'urgence. Les essais en Europe ont suscité un accueil très favorable de la part des conducteurs âgés qui les ont essayés et qui ont indiqué qu'ils seraient prêts à les acquérir à un prix raisonnable.

Dans quelques années, d'autres applications des SIT permettront aux conducteurs âgés d'éviter certains ennuis de la circulation et qu'ils trouvent stressants. Il s'agit d'applications mettant en oeuvre des systèmes avancés de contrôle et de sécurité (AVCSS), notamment des aides à la vision nocturne, des systèmes de régulation des distances et des vitesses, de guidage latéral, de prévention des collisions, d'affichage de la signalisation à l'intérieur du véhicule et de diagnostic de l'état du conducteur. À plus long terme, les SIT mèneront à l'automatisation de la conduite sur les autoroutes et à la prévention des accidents sur les routes secondaires. On assistera à l'émergence d'une forme de transport routier entièrement inconnue jusqu'alors et accessible pratiquement à tous.

### **Perspectives commerciales**

Les perspectives commerciales ouvertes aux SIT sur les marchés d'Amérique du Nord, d'Europe et du Japon sur les vingt prochaines années sont de l'ordre de 200 milliards de dollars, répartis comme suit : 100 milliards environ pour les systèmes avancés d'information aux usagers (ATIS) et 50 milliards environ pour les systèmes avancés de contrôle et de sécurité (AVCSS). Les personnes âgées et les handicapés représenteront probablement le quart de ce lucratif marché, à condition que ces systèmes tiennent compte des besoins spécifiques de ces personnes. Il n'existe pas encore de standard ergonomique international pour la conception de SIT faciles à utiliser par les conducteurs âgés et les handicapés.

### **Recherches sur les SIT et l'accessibilité**

L'auteur a mis en évidence un certain nombre de créneaux de R&D qui permettront aux SIT de remplir leurs promesses d'accessibilité accrue pour les personnes âgées ou handicapées. Ce sont les suivants :

#### **Bases de données et statistiques**

##### ***Cartes numériques***

Un grand nombre des SIT décrits dans ce rapport ne pourra voir le jour que dans la mesure où existeront des cartes numériques de grande qualité, représentant le réseau routier ainsi que les adresses et les occupations des sols correspondantes. Le Service de cartographie topographique de Ressources naturelles Canada a édifié une base de données numériques de tous les réseaux routiers du pays. La Navigation Technologies Corporation commencera en 1997 à édifier sa propre base de données numériques couvrant les principales villes du Canada, à commencer par Toronto.

### **Statistiques sur la population âgée ou handicapée**

Le Canada ne dispose pas de statistiques sur la proportion de personnes détenant un permis de conduire et conduisant effectivement un véhicule, selon le groupe d'âge. Cela s'explique d'une part par le fait que ce pays est une confédération de provinces et, d'autre part, parce qu'il ne mène pas des enquêtes périodiques sur les habitudes de déplacement de ses citoyens, comme c'est le cas aux États-Unis et en Grande-Bretagne. Or, ce type d'enquête est le seul moyen par lequel on peut mesurer de manière fiable la proportion de personnes détenant un permis de conduire, et qui conduisent effectivement, selon les différents groupes d'âge. On ne possède pas de données non plus sur le nombre de conducteurs ayant une déficience, et sur le nombre d'accidents impliquant des conducteurs ayant une déficience ou conduisant un véhicule converti.

### **Généralités**

- Faire en sorte que, dans la réalisation d'un SIT destiné au grand public, son évaluation se fasse sur le plan ergonomique aussi bien que technique. Que l'on fasse appel à des conducteurs âgés, handicapés ou les deux lorsqu'on viendra à l'étape des évaluations en service.
- Élaborer des lignes directrices sur les critères de conception ergonomique des SIT visant à les rendre utilisables par la population des conducteurs âgés ou handicapés. Elles devront être rendues publiques rapidement par les comités respectifs et ne devront pas se substituer aux normes publiées par les organismes internationaux reconnus. Le fait que le Canada soit réputé un chef de file dans les recherches sur les SIT coordonnées par le groupement international Enhanced Safety of Vehicles (ESV) lui donnera une belle occasion d'agir efficacement dans ce domaine.
- Étudier et réaliser des équipements portatifs de stockage et d'affichage de l'information. On pourrait commencer par des agendas électroniques offrant un éventail de services tels que Pages Jaunes sur les transports et les attraits touristiques. Plus tard, on pourrait mettre au point des dispositifs plus complexes, combinant téléphone, réception de signaux GPS et cartes numériques. Une version adaptée de ces dispositifs pourra être mise à la disposition des personnes malvoyantes ou aveugles pour servir d'aide à la localisation et au guidage.
- Introduire en Amérique du Nord une commande sans contact permettant entre autres de manoeuvrer des portes asservies ou de déclencher des annonces parlées.

## **Conducteurs**

- Mettre en place, de concert avec les États-Unis, des programmes d'essai à long terme des SIT par des conducteurs âgés et qui viseront à obtenir des précisions sur les difficultés éprouvées, sur les modifications des habitudes de conduite, et si possible, sur l'effet des SIT sur la sécurité. Ces programmes serviront en outre à valider les lignes directrices (voir le deuxième paragraphe de «Généralités» ci-dessus).
- Déterminer si les paramètres de la fatigue au volant dans l'ensemble de la population sont applicables à la population des conducteurs âgés ou handicapés.
- Étudier un moyen permettant de transmettre au système de navigation embarqué les modifications cartographiques, d'abord en mode discontinu (une fois au début de la journée) et, plus tard, en mode continu pour signaler les accidents ou incidents de la route.

## **Usagers des transports publics**

- Rendre polyvalentes les cartes à mémoire de manière qu'une seule et même carte soit utilisable dans plusieurs villes, pour acheter des titres de transport ou utiliser un téléphone public (à l'instar de ce que fait déjà l'association allemande des transporteurs VDV). Une autre application serait de les utiliser pour stocker l'information sur les besoins spéciaux du porteur qui en ferait la demande, de manière à prévenir d'avance le transporteur.
- Étudier un dispositif permettant à une personne âgée ou handicapée de faire signe à un autobus communautaire de s'arrêter.
- Afficher l'heure d'arrivée des prochains autobus urbains à un arrêt particulier, diffuser l'information sur les transports en commun et les transports en général, ainsi que les Pages Jaunes, au moyen du câble sur l'écran d'un ordinateur ou d'une télévision à la maison, ou au moyen de l'Internet sur des récepteurs portatifs.
- Rechercher d'autres moyens économiques d'exploiter les SIT pour aider les personnes handicapées. Il est techniquement possible d'installer des boucles d'induction dans les autobus et les rames de métro pour permettre aux personnes malentendantes d'écouter les annonces directement au moyen de leur aide auditive et sans être gênées par le bruit ambiant.

Prendre en compte les besoins des personnes âgées et des handicapés signifierait d'abord que les SIT soient d'emploi facile et sûr pour eux et, par la force des choses, pour l'ensemble des usagers, et ensuite qu'il faudra trouver des moyens pour que les aides standard puissent satisfaire aux exigences propres à ces personnes. Enfin, il

faudra que les SIT existants puissent rendre des services destinés aux seules personnes âgées et aux handicapés.

Si les produits à usage spécifique peuvent certainement aider les voyageurs âgés ou handicapés, il faut cependant s'assurer qu'ils ne leur créent pas des barrières d'un type nouveau. Exemple, les aides à la conduite automobile devraient être vérifiées du point de vue de leur compatibilité ergonomique aux besoins des conducteurs âgés ou handicapés. Des organismes de normalisation comme l'ISO et le CEN se penchent sur les aspects ergonomiques des SIT, mais il leur faudra beaucoup de temps avant qu'ils ne puissent se prononcer. Entre-temps, il faut élaborer des critères, fondés sur les connaissances acquises, afin de s'assurer que les SIT déjà sur le marché soient utilisables par les personnes âgées et les handicapés.

Seul un programme de recherche permanent sur les SIT et l'accessibilité permettra de prévenir le risque que les SIT, en bouleversant les transports routiers, et plus particulièrement la conduite automobile, au cours des 20 ou 30 prochaines années, ne débouchent, contrairement aux attentes, sur des barrières d'un type nouveau, remplaçant les anciennes.

### **Programme de R&D pour le Canada**

Le présent rapport propose un ensemble d'actions de recherche visant à améliorer l'accessibilité des transports par des moyens très divers, fondés sur les SIT : cartes routières numériques, critères de conception ergonomique, essais de longue durée des aides à la conduite, terminaux portatifs, cartes à mémoire, équipements SIT à usage spécifique; par la création de compétences et la signature d'ententes internationales; et par la définition du mandat à donner à SIT Canada. Le rapport décrit également les actions que le Centre de développement des transports pourra entreprendre dans ce secteur.

---

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1.</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>OBJET ET RÉSULTATS DE LA RECHERCHE</b> .....	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>LE HANDICAP DE MOBILITÉ</b> .....	<b>7</b>
3.1	Population à mobilité réduite .....	8
3.2	Typologie des incapacités .....	9
3.3	Capacités motrices des populations .....	11
<b>4.</b>	<b>PROBLÈMES ET SOLUTIONS EN ACCESSIBILITÉ</b> .....	<b>13</b>
4.1	Information préalable à un déplacement et en cours de route .....	15
4.2	Piétons .....	17
4.2.1	Obstacles gênant la marche .....	17
4.2.2	Les distances à marcher .....	19
4.2.3	Taux d'accidents .....	20
4.2.4	Améliorer l'accessibilité aux piétons .....	22
4.3	Transport par autobus .....	22
4.3.1	Usagers âgés et handicapés ambulatoires .....	23
4.3.2	Usagers en fauteuil roulant .....	29
4.3.3	Autobus à plancher bas .....	31
4.3.4	Autobus communautaires .....	32
4.3.5	Carte de perception à mémoire .....	33
4.4	Transports adaptés et taxis .....	33
4.4.1	Transports adaptés .....	33
4.4.2	Taxis .....	35
4.5	Trains et métros .....	35
4.5.1	Transports guidés sur rail .....	35
4.5.2	Trains intervilles .....	38
4.6	Conduite d'un véhicule moteur .....	40
4.6.1	Accidents et aptitude à prendre le volant .....	40
4.6.2	Éviter les situations difficiles .....	44
4.6.3	Situations difficiles .....	44
4.6.4	Pourquoi cesse-t-on de conduire? .....	47
4.6.5	Aides à la conduite .....	49
<b>5.</b>	<b>NORMALISATION ET RÉGLEMENTATION EUROPÉENNES</b> .....	<b>51</b>
<b>6.</b>	<b>INTÉRÊT DE L'ACCESSIBILITÉ</b> .....	<b>55</b>

<b>7.</b>	<b>SYSTÈMES INTELLIGENTS DE TRANSPORT</b> .....	57
7.1	Préparation d'un déplacement.....	60
7.2	Piétons.....	62
7.3	Transport par autobus .....	65
7.4	Véhicules de transport adapté et taxis .....	69
7.5	Transports guidés sur rail .....	70
7.6	Conduite automobile.....	72
7.6.1	Études ergonomiques des SIT et conducteurs âgés .....	72
7.6.2	Systèmes avancés d'information aux usagers (ATIS).....	73
7.6.3	Systèmes avancés de contrôle et de sécurité (AVCSS).....	78
7.6.4	Systèmes de gestion des urgences.....	82
7.6.5	Autoroute automatique .....	82
<b>8.</b>	<b>QUOTE-PART DES SIT ET CLIENTÈLE ÂGÉE ET HANDICAPÉE</b> .....	83
<b>9.</b>	<b>RECHERCHES SUR LES SIT ET L'ACCESSIBILITÉ</b> .....	87
9.1	Actions et produits SIT axés sur l'accessibilité.....	87
9.1.1	Bases de données et statistiques .....	87
9.1.2	Généralités .....	88
9.1.3	Conducteurs .....	89
9.1.4	Usagers des transports publics .....	89
9.2	Programme de R&D pour le Canada.....	90
9.2.1	Cartes numériques .....	91
9.2.2	Lignes directrices concernant l'ergonomie des SIT .....	93
9.2.3	Essais de longue durée des aides à la conduite .....	95
9.2.4	SIT portatifs .....	97
9.2.5	Cartes à mémoire .....	98
9.2.6	SIT à usagers spécifiques .....	99
9.2.7	Créer des compétences et nouer des relations internationales.....	100
9.2.8	Les rôles multiples de SIT Canada.....	101
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONS</b> .....	103
10.1	Les personnes ayant une déficience .....	103
10.2	Problèmes et solutions en accessibilité.....	104
10.3	Intérêt des SIT .....	105
10.4	Perspectives commerciales.....	106
10.5	Recherches sur les SIT et l'accessibilité .....	107
10.5.1	Bases de données et statistiques .....	107
10.5.2	Généralités .....	107
10.5.3	Conducteurs .....	108
10.5.4	Usagers des transports publics .....	108
10.6	Programme de R&D pour le Canada.....	110
	<b>RÉFÉRENCES</b> .....	111



---

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b>	Nombre et pourcentages des personnes à mobilité réduite dans divers pays d'Europe .....	9
<b>Tableau 2</b>	Pourcentage des personnes à mobilité réduite par rapport aux populations totales.....	10
<b>Tableau 3</b>	Proportion des piétons éprouvant des difficultés, selon l'obstacle .....	18
<b>Tableau 4</b>	Proportion des handicapés demandant de l'aide, centre-ville .....	18
<b>Tableau 5a</b>	Pourcentage cumulatif des handicapés se disant incapables de marcher d'un trait les distances indiquées .....	19
<b>Tableau 5b</b>	Pourcentage cumulatif des handicapés observés comme incapables de marcher d'un trait les distances indiquées .....	20
<b>Tableau 6</b>	Âge des usagers d'autobus, en fonction de la difficulté déclarée.....	25
<b>Tableau 7</b>	Difficultés déclarées .....	27
<b>Tableau 8</b>	Difficultés à utiliser le métro de Londres.....	36
<b>Tableau 9</b>	Difficultés à utiliser les trains .....	39
<b>Tableau 10</b>	Proportion de conducteurs âgés ayant déclaré éprouver plus de difficulté à conduire qu'il y a 10 ans .....	44
<b>Tableau 11</b>	Situations de déplacements courts que les conducteurs âgés de 70 ans et plus préfèrent éviter .....	46
<b>Tableau 12</b>	Proportion de conducteurs âgés qui évitent certaines situations de conduite ou qui l'ont fait avant de cesser de conduire.....	47
<b>Tableau 13</b>	Proportion des répondants ayant déclaré avoir cessé de conduire, selon la raison invoquée, Guildford, Grande-Bretagne, 1975.....	49
<b>Tableau 14</b>	Piétons : Fonctionnalités des SIT en fonction du handicap.....	63
<b>Tableau 15</b>	Transport par autobus : Fonctionnalités des SIT en fonction du handicap .....	65

*Liste des tableaux*

---

<b>Tableau 16</b>	Conducteurs âgés : Fonctionnalités des SIT en fonction du handicap .....	74
<b>Tableau 17</b>	Dépenses estimatives sur 20 ans pour la mise en service des SIT (en millions de dollars US).....	83
<b>Tableau 18</b>	Population potentielle des bénéficiaires de SIT en Amérique du Nord (1995) .....	85

---

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b>	Piétons : Nombre de morts et taux d'accidents mortels, par groupe d'âge, 1986 .....	21
<b>Figure 2</b>	Pourcentage des personnes âgées ou des handicapés ambulatoires capables de monter l'escalier d'un autobus en s'aidant d'une rampe .....	24
<b>Figure 3</b>	Autobus - caractéristiques ergonomiques souhaitables (portes omises).....	26
<b>Figure 4</b>	Taux d'accidents chez les conducteurs âgés aux États-Unis.....	43
<b>Figure 5</b>	Situations de conduite que les conducteurs âgés préfèrent éviter, selon le groupe d'âge .....	45
<b>Figure 6</b>	Le Trafficmaster informe en temps réel sur l'état de la circulation autoroutière en Grande-Bretagne.....	58
<b>Figure 7</b>	Système de navigation routière embarqué «Neverlost» Rockwell/Hertz .....	59
<b>Figure 8</b>	Terminal d'information pour la préparation d'un déplacement .....	60
<b>Figure 9</b>	Unité d'information portative sur les transports en commun .....	62
<b>Figure 10</b>	Affichage des arrêts successifs dans un autobus à Malmö en Suède .....	66
<b>Figure 11</b>	Affichage du temps d'attente et de la destination de la rame de métro .....	67
<b>Figure 12</b>	Carte de perception intelligente utilisée sur le réseau allemand VDV.....	69
<b>Figure 13</b>	Taximètre intelligent facile à lire par les personnes malentendantes et malvoyantes.....	71
<b>Figure 14a</b>	Système de navigation routière embarqué Carin de Philips, accessoire maintenant standard sur les voitures BMW séries 5 et 7 .....	75
<b>Figure 14b</b>	Système de navigation routière embarqué TIS de Siemens où l'affichage se fait sous forme cartographique et non sous forme schématique comme à la figure 7.....	75

*Liste des figures*

---

<b>Figure 15</b>	Signalisation sur tableau de bord, dans un simulateur de conduite automobile au Centre de recherche Fiat, en Italie.....	77
<b>Figure 16</b>	Essai sur simulateur d'un système anti-collision .....	79
<b>Figure 17</b>	Détection d'obstacles .....	80
<b>Figure 18</b>	Marché des SIT en Amérique du Nord, en Europe et au Japon.....	84

---

## 1. INTRODUCTION

Au Canada, comme dans presque tous les pays industrialisés, la population âgée ou ayant une déficience augmente rapidement. D'ici l'an 2025, la population âgée pourrait constituer 23 p. 100 de la population adulte canadienne, les personnes ayant une déficience représenteront autour de 21 p. 100 et celles ayant un handicap de mobilité, 12 p. 100 (Goss Gilroy, 1995).

Il existe au Canada plusieurs lois qui requièrent l'insertion des personnes ayant une déficience dans la société et qui interdisent toute discrimination fondée sur la déficience (Office national des transports du Canada, 1995), notamment les suivantes :

- la Loi canadienne sur les droits de la personne, 1976
- la Charte des droits et libertés, 1982
- la Loi de 1987 sur les transports nationaux
- la Loi sur les transports au Canada, 1996

Dans la Loi de 1987 sur les transports nationaux, il est déclaré que

«... la mise en place d'un réseau sûr, rentable et bien adapté de services de transport viables et efficaces, accessibles aux personnes ayant une déficience, utilisant au mieux et aux moindres frais globaux tous les modes de transport existants, est essentielle à la satisfaction des besoins des expéditeurs et des voyageurs - y compris des personnes ayant un déficience...»

L'accessibilité peut être empêchée par le manque d'argent chez les personnes désireuses de se déplacer, par le manque d'information sur l'existence d'un service de renseignements ou sur les moyens de communiquer avec celui-ci ou par l'absence des autorisations nécessaires, permis de conduire, par exemple. Elle peut être empêchée aussi par l'obligation de faire usage d'une aptitude que la personne désireuse d'emprunter les transports en commun ne possède pas : monter un escalier, se tenir debout dans un véhicule en mouvement, lire et comprendre les informations affichées. Afin de surmonter ces empêchements, il faut soit que l'usager acquière les aptitudes nécessaires, soit en rendant les transports plus accessibles et, ce qui aiderait beaucoup, en donnant aux agents des transporteurs une formation permettant de suppléer aux insuffisances des équipements ou des infrastructures.

La sûreté et la sécurité des transports peuvent devenir un empêchement à l'accessibilité. La propension aux accidents de la route augmente avec l'âge. Le nombre d'accidents mortels sur la route est élevé chez les personnes dont l'âge avoisine les 75 ans, qu'il s'agisse de piétons, de passagers des transports en commun ou de conducteurs de voiture. La crainte d'un accident sur la route figure parmi les principaux facteurs influençant la décision de sortir de chez soi ou non.

Pour vivre selon nos désirs, on est souvent obligé de se déplacer. Or, nous avons tous nos limitations, physiques, sensorielles, intellectuelles, financières ou d'aptitude. L'accessibilité des transports a été surtout un long processus tant technique qu'opérationnel, visant à supprimer progressivement les barrières gênant les déplacements de telle ou telle catégorie de voyageurs. Le but de cette démarche est de rendre les transports accessibles au plus grand nombre de personnes, pour que, si une personne ne parvient pas à participer à une activité extérieure, on ne puisse pas dire que la faute retombe uniquement sur les transports.

L'accessibilité des transports pour les personnes âgées ou ayant une déficience s'est beaucoup améliorée au cours des deux dernières décennies. Maintenant, par l'accessibilité on vise la réalisation d'un réseau de transport intégré, sans obstacle et sans discontinuité pour tous les voyageurs, plutôt que de chercher à créer un réseau séparé n'intéressant qu'un segment de la population handicapée, les personnes en fauteuil roulant, par exemple. Le développement de transports accessibles au Canada a fait l'objet du document «Access and Mobility for All» (Centre de développement des transports, 1997). Se voulant une étude en tous points complémentaire, la présente recherche a eu pour objet de mettre en lumière les travaux de recherche et de développement sur l'accessibilité des transports en Europe et aux États-Unis, en les mettant chaque fois que faire se peut en parallèle avec les travaux faits au Canada.

La recherche documentaire qui a été faite montre que, en Europe et aux États-Unis, la recherche sur l'accessibilité des transports a connu de nombreuses phases. Dans la décennie entre la fin des années 1960 et des années 1970, la recherche a porté surtout sur les habitudes et la demande de transport chez les personnes ayant une déficience, et sur la nature des barrières tant physiques que sociales empêchant les déplacements. Dans la décennie suivante, on s'est servi de l'ergonomie pour mesurer les aptitudes des personnes ayant une déficience en fonction des contraintes posées par les divers modes des transports en commun. La tendance à cette époque a été de modifier les équipements et les véhicules de transport et de lancer des services spéciaux tels que les transports à la demande, dans le but d'augmenter l'accessibilité des transports.

Depuis le milieu des années 1980, il y a eu une intensification de la recherche sur les risques posés par les conducteurs âgés et sur l'efficacité mesurée des premiers services de transport accessibles, ainsi que sur la nature des empêchements causés par les handicaps sensoriels et cognitifs. Depuis le milieu des années 1990, la recherche sur l'ergonomie des véhicules de transport et des installations terminales semble avoir diminué, bien que l'on s'intéresse toujours à l'ergonomie des systèmes d'information des voyageurs. On institue par ailleurs des veilles technologiques aussi bien sur des systèmes de transport originaux tels que les autobus urbains à plancher bas que sur les politiques de transport accessible adoptées par certains pays comme la Suède. La mise au point des dispositifs d'ancrage des fauteuils roulants et de retenue de leur occupant se poursuit, mais pas sans anicroches. L'implantation de systèmes d'information des voyageurs (annonce en temps réel dans les arrêts d'autobus, par

exemple) se poursuit au sein du secteur des transports en commun, avec des retombées bénéfiques pour les voyageurs âgés ou ayant une déficience.

Dans Vespa, 1995, sont recensées les trois étapes observées dans l'évolution des transports accessibles, surtout au Canada, à savoir :

- 1972 - 1984, l'accent étant alors sur la mobilité, l'objectif à atteindre était l'autonomie des déplacements dans toute la mesure du possible, et le facteur humain visé était l'autonomie;
- 1985 - 1995, l'accent étant l'intégration et l'aplanissement des obstacles aux personnes à mobilité réduite ou ayant une déficience sensorielle ou cognitive, l'objectif à atteindre était que ces personnes puissent emprunter le même réseau que le reste de la population, et le facteur humain visé était l'insertion sociale;
- depuis 1995, l'accent est mis sur le choix, le confort et la dignité des déplacements, notamment dans le cas des personnes âgées, l'objectif à atteindre est qu'elles puissent emprunter le réseau tout en bénéficiant des mêmes qualités de choix, de confort et de dignité des autres usagers, et le facteur humain visé est d'augmenter le goût de vivre.

Ce rapport considère que l'électronique dominera les nouvelles technologies prometteuses de transports plus accessibles.

Par «systèmes intelligents de transport», on entend l'application aux transports de la télématique, des systèmes d'information des voyageurs, des capteurs et des commandes relevant de technologies de pointe (Catling, 1994). Les SIT promettent d'accroître la capacité et la productivité du réseau routier, de relever la fiabilité et la sécurité des transports par route et d'atténuer l'impact sur l'environnement des transports routiers et des incidents qui peuvent en être la conséquence. Dans le présent rapport, on examine plus particulièrement l'apport des SIT au mieux-être des personnes âgées ou ayant une déficience sur le plan des transports. Il permet de tirer la conclusion que les SIT offrent la possibilité de rendre les déplacements plus faciles aux conducteurs, aux piétons et aux personnes qui empruntent les transports en commun pour effectuer des déplacements urbains ou interurbains. Pour ce qui est de l'automobile, on observe que les possibilités offertes par les SIT permettent de pallier les aptitudes dans la tâche de conduire qui faiblissent avec l'âge. Afin que les retombées des SIT puissent profiter à l'ensemble de la population, il faudra prêter une attention particulière aux besoins et aux aptitudes des personnes âgées et celles ayant une déficience qui forment une part importante et grandissante du marché promis aux SIT. Les fabricants de SIT ont donc grand intérêt à ce que leurs produits soient conviviaux pour cette catégorie de consommateurs que sont les personnes âgées et celles ayant une déficience.

Le présent rapport a été rendu possible grâce à la participation de l'auteur au programme des experts invités du Centre de développement des transports, CDT, de Transports Canada. La partie 2 donne les objectifs qui avaient été fixés à la présente étude *Accroître l'accessibilité des transports aux personnes âgées et aux handicapés avec les systèmes intelligents de transport*, dans le cadre du programme d'experts invités du CDT et récapitule les travaux exécutés dans le cadre de notre mandat. La partie 3 donne des chiffres tirés de statistiques de provenances diverses sur la population des personnes ayant une incapacité et sur la typologie des incapacités recensées. La partie 4 dénombre les difficultés qu'éprouvaient ces personnes à emprunter les transports en commun et explique comment ces difficultés ont pu être surmontées dans les pays recensés. La partie 5 traite des normes et des règlements sur l'accessibilité des transports en commun et sur les infrastructures correspondantes. La partie 6 traite des retombées des recherches menées sur l'accessibilité des transports. Quant à la partie 7, qui constitue la cheville ouvrière de notre démarche, elle décrit les possibilités offertes par les SIT dans le domaine des transports. La partie 8 décrit le potentiel commercial des SIT appliqués à l'accessibilité des transports et propose un programme de recherche devant permettre au Canada de se lancer dans les développements technologiques nécessaires.



---

## 2. OBJET ET RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

Le projet de recherche avait pour objet de :

Reconnaître et d'approfondir les créneaux de recherche visant l'application des technologies fondées sur les SIT aux transports pour en améliorer l'accessibilité aux personnes âgées et à celles ayant une déficience; de proposer une stratégie efficace que Transports Canada pourra adopter dans cette intention, avec la collaboration des fournisseurs de services et d'installations de transports, au Canada, aux États-Unis et en Europe.

Le plan de travail élaboré dans le cadre de ce projet avait prévu de faire un tour d'horizon des principales difficultés d'accessibilité éprouvées par les conducteurs, les usagers des transports en commun et les piétons et de produire un autre rapport touchant l'application des SIT selon le point de vue de ces groupes de personnes. Il avait prévu aussi que soient définies les grandes lignes d'un programme de R&D sur l'accessibilité des transports au Canada, tenant compte des propositions contenues dans Suen et Parviainen, 1993, du programme européen TIDE (Commission des communautés européennes, 1994) et du programme européen DRIVE II (Commission des communautés européennes, 1993). À partir des grandes lignes définies, des recommandations pourraient être formulées permettant de définir les actions de R&D que le CDT pourrait lancer dans le cadre d'un programme d'exécution précis.

Outre le présent rapport, la recherche a débouché sur la rédaction des communications suivantes :

- *The value of intelligent transport systems to elderly drivers*, communication présentée au Troisième Congrès mondial sur les applications télématiques aux transports, Orlando (Floride), octobre 1996 (Mitchell, 1996).
- *ITS impact on elderly drivers*, communication à être présentée à la XIII<sup>e</sup> réunion mondiale de la Fédération internationale de la route, Toronto 1997 (Mitchell et Suen, 1997).
- *Directions for ITS research and development on safety and security for elderly and disabled travellers in Canada*, communication de Suen et Rutenberg qui, n'ayant pas pu être lue devant la Third International Conference of ITS en Australie (Brisbane, mars 1997), le sera probablement lors du Quatrième Congrès mondial sur les applications télématiques aux transports, Berlin, octobre 1997 (Suen et coll., 1997).
- *Intelligent Transport Systems (ITS) - Applications for improving transportation for elderly and disabled travellers*, pour Industrie Canada sous forme de rapport de Transports Canada, TP 12925E, (Mitchell, 1997a).

- *Access to transport systems and services - an international review*, tour d'horizon des difficultés d'accessibilité publié sous forme de rapport de Transports Canada, TP 12927E, (Mitchell, 1997b).

---

### 3. LE HANDICAP DE MOBILITÉ

Les parties 3 à 6 du présent rapport s'inspirent du rapport de synthèse *Access to transport systems and services - an international review* (Mitchell, 1997b). Elles traitent de l'accessibilité des transports en Europe et aux États-Unis et font état des lacunes dont la littérature internationale s'est faite l'écho. Elles décrivent les moyens qui ont permis d'améliorer l'accessibilité en Europe et aux États-Unis et, à un degré moindre, au Canada, ainsi que leur genèse. La présente partie a pour objet de résumer la situation en Europe et aux États-Unis au bénéfice des lecteurs canadiens. Quant à l'état de l'art au Canada, il est décrit dans le rapport *Access and mobility for all*, publié en 1997 par le Centre de développement des transports. Afin d'éviter les répétitions, la présente partie ne fait qu'effleurer la situation au Canada.

Dans les années 1960, on prit conscience du fait que, du moins pour ce qui est des pays industrialisés, les populations vieillissaient et que la proportion des personnes âgées entamait une courbe ascendante (Olshansky et coll., 1993). On se rendit compte aussi que ces personnes seraient, pour la plupart, fragiles, handicapées, malvoyantes ou malentendantes. Durant les années 1970, on constata en Europe (Norman, 1977) et en Amérique du Nord (Revis, 1978) que les transports en commun étaient largement inaccessibles aux personnes âgées et aux personnes ayant une déficience. Ce fut donc vers la fin des années 1960 et le début des années 1970 que la notion d'accessibilité des transports à tous commença à émerger dans les esprits (Bell, 1978). En 1970 a été modifiée la U.S. Urban Mass Transportation Act de 1964 où il est dit à l'alinéa 16(a) :

est par les présentes déclarée politique nationale que les personnes âgées et les personnes ayant une déficience ont les mêmes droits que les autres usagers d'emprunter les réseaux et les services de transport de masse; que les planificateurs et les concepteurs de services et d'installations de transport de masse fassent le nécessaire pour que les personnes âgées et les personnes ayant une déficience puissent les utiliser effectivement.

Au Canada, la Charte des droits et libertés promulguée en 1982 a été étendue aux personnes ayant une déficience et a interdit toute discrimination fondée sur la déficience; la Loi sur les droits de la personne de 1976 ainsi que les modifications ultérieures; la Loi de 1987 sur les transports nationaux et la Loi sur les transports au Canada, 1996 (Office national des transports du Canada, 1995).

L'année 1981, déclarée par les Nations-Unies Année internationale des personnes handicapées, a attiré l'attention sur les difficultés éprouvées par ces personnes. Au début des années 1980, celles-ci étaient généralement perçues comme formant un groupe distinct et à part, du fait qu'elles étaient soit en fauteuil roulant, soit complètement aveugle. Cependant, diverses études ergonomiques ont permis d'étendre la notion de déficience aux personnes âgées et aux personnes ambulatoires mais à mobilité réduite (exemple, Brooks et coll., 1974). La notion qu'il puisse exister un handicap de situations s'ajoutant à celle de handicap au sens médical du terme, et qui

serait le résultat de la confrontation entre l'incapacité fonctionnelle présentée par un individu et les caractéristiques des situations rencontrées dans la vie courante, cette notion n'a apparue que dans les années 1980 (Dejeannes et coll., 1988). Or, l'évolution dans la perception qu'on se faisait de la population à mobilité réduite a produit à son tour une évolution dans la notion d'offre de services de transport, comme devant s'adresser, dans la mesure du possible, à l'ensemble de la population. On s'est rendu compte par la suite que toute aide destinée aux personnes à mobilité réduite profitait également aux autres, puisque que répondre aux besoins des personnes à mobilité réduite c'est le meilleur moyen d'améliorer la qualité du service pour tous (Hultgren, 1995). Une nouvelle dimension a été donnée à toute cette question, lorsqu'on a compris que le transport doit être un processus ininterrompu, s'étendant entre l'origine et la destination, et qu'améliorer l'accessibilité d'un maillon de cette chaîne n'améliorait en rien l'accessibilité des autres maillons.

### **3.1 Population à mobilité réduite**

Vers 1965, parurent aux États-Unis les premières estimations du nombre de personnes ayant une déficience chronique ou aiguë. En Grande-Bretagne, la première enquête sur les personnes handicapées a été effectuée en 1971 par Harris. Dans le rapport TP 2084 (Systems Approach Consultants Ltd., 1979) et dans U.S. Department of Transportation (1978), il avait été estimé qu'environ 5 p. 100 de la population du Canada et des États-Unis âgée de 65 ans ou plus était à mobilité réduite. Ce chiffre a été par la suite augmenté en ce qui concerne le Canada, pour avoisiner les 10 p. 100 de la population adulte totale (Goss Gilroy Inc., 1995).

Dans CEMT 1986, figure un tableau résumant la situation dans certains pays d'Europe, où la proportion des personnes à mobilité réduite est estimée à 10 p. 100, environ, bien que les enquêtes ultérieures l'ait estimée autour de 12 à 14 p. 100. Le tableau 1 montre le nombre ainsi que les pourcentages des personnes à mobilité réduite dans certains pays d'Europe, membres de la CEMT.

Récemment, Cohen (1996) a observé que les incapacités frappant les personnes d'âge moyen et les personnes âgées - arthrite, tension sanguine élevée et problèmes vasculaires - signalés dans l'U.S. National Long Term Care Survey, frappent une proportion de personnes âgées de 65 ans ou plus qui s'amenuise chaque année. Les incapacités considérées comme normales chez une personne âgée de 65 ans ou plus en 1982, n'apparaissent plus avant 70 ou 75 ans. Il en tire la conclusion que le vieillissement de la population sera un fardeau moins lourd à supporter qu'on ne l'avait d'abord cru. En 1994, près de 80 p. 100 des personnes âgées de 65 ans ou plus aux États-Unis pouvaient vaquer à leurs occupations quotidiennes, apportant une diminution considérable dans la proportion de personnes ayant une déficience par rapport à la population totale.

**Tableau 1**  
**Nombre et pourcentages des personnes à mobilité réduite dans divers**  
**pays d'Europe (CEMT, 1986)**

Pays	Nombre de personnes à mobilité réduite (milliers)	Pourcentage de la population
Danemark	550 - 660	10,0 - 12,0
Finlande	250 - 400	5,2 - 8,3
France	3,282 - 5,500	6,5 - 10,0
Allemagne <sup>(1)</sup>	6,608 - 7,462	10,8 - 13,1
Irlande	100 - 150	3,3 - 5,0
Italie	960 - 9,750	1,7 - 17,1
Luxembourg	35 - 40	10,0 - 11,0
Pays-Bas	1,123	9,5
Norvège	500	12,0
Portugal	727	7,4
Espagne <sup>(2)</sup>	9,500	25,0
Suède	1,000	12,0
Grande-Bretagne : (Angleterre, Écosse, Pays de Galles)	4,000	7,3
Autre		6,0 - 10,0
Irlande du Nord	51	3,9
Canada	3,435	13,7
Europe	42,000	10,0

1) Le premier chiffre est tiré des statistiques officielles; le second d'enquêtes sur les handicaps.

2) Ce chiffre comprend les 1 851 000 personnes (5,1 p. cent) empêchées de porter des bagages, de magasiner, d'accompagner des enfants en bas âge. On croit que dans ces chiffres existent des cas de comptages doubles.

(Source : CEMT, 1986)

En 1995, les personnes âgées de 65 ans ou plus représentaient 12,8 p. 100 de la population totale aux États-Unis, et en 2025, elles en formeront 18,4 p. 100. Au Canada, elles représentaient, en 1991, 11,6 p. 100 de la population totale et 14,7 p. 100 de la population adulte. Elles formeront en l'an 2025 environ 19 p. 100 de la population totale et 23 p. 100 de la population adulte. La proportion des personnes très avancées en âge, 80 ans et plus, croîtra encore plus, passant de 2,1 p. 100 de la population totale en 1991 à 4,1 p. 100 en l'an 2016.

### 3.2 Typologie des incapacités

Le nombre de personnes atteintes d'incapacités diverses (tableau 1) présente des écarts qui ne peuvent s'expliquer que par des différences dans la définition du terme

incapacité selon le pays concerné et selon la source où l'information est puisée. Les écarts observés deviennent encore plus prononcés lorsqu'on caractérise les incapacités selon leur type ou leur degré. Le tableau 2 donne une idée des pourcentages de la population à mobilité réduite par rapport aux populations totales des pays visés, ventilés selon le type et le degré de l'incapacité, sous réserve que les chiffres ne sont pas comparables étant donné les différences dans la définition d'incapacité.

**Tableau 2**  
**Pourcentage des personnes à mobilité réduite par rapport aux populations totales**

Pays	Toutes incapacités confondues	Handicap de mobilité	Difficulté à marcher	Fauteuil roulant	Confinées à la maison	Handicap visuel	Handicap auditif
Finlande	8,3			0,4			
France	9 - 10	6,0			1,0		
Allemagne	10,8	6,5 (+2,2) <sup>(1)</sup>			0,15		
Suède		12,0 <sup>(2)</sup>	4,8	0,4		0,8	4,8
Grande-Bretagne	7,3			0,2	1,0		
enquête 1988	14,2		9,9	1,0			
Canada	13,7		8,8 <sup>(3)</sup>			1,2	2,7
enquête 1991	13,1	7,6	5,7 <sup>(4)</sup>		0,8	1,9	4,0

1) *Handicap de mobilité mais pas de déficience.*

2) *Ne peuvent emprunter les transports en commun ou sont empêchées de voyager ou de se déplacer.*

3) *Troubles de la mobilité et (ou) de l'agilité.*

4) *Personnes à mobilité réduite.*

(Sources : CEMT, 1986 plus Martin et coll., 1988 en Grande-Bretagne et Goss Gilroy Inc., 1995 pour le Canada)

Les chiffres concernant la Grande-Bretagne ont été grossis après une enquête ultérieure (Martin et coll., 1988), notamment la proportion des personnes ayant une incapacité quelconque qui est maintenant estimée à 14,2 p. 100, et celle en fauteuil roulant, maintenant estimée à 1 p. 100 de la population totale. Il en est de même au Canada, où l'enquête sur la santé et les limitations d'activités de 1991 a fait grossir les chiffres précédents publiés par la CEMT. La Base de données TransAccess (Goss Gilroy Inc., 1995) montre que le nombre de personnes ayant une incapacité quelconque au Canada en 1995 est estimé à 3,81 millions, soit 17,1 de la population adulte, alors que le nombre de personnes ayant un handicap de mobilité s'établissait en 1995 à 2,19 millions ou 9,9 p. 100 de la population adulte.

### **3.3 Capacités motrices des populations**

Les études détaillées sur les handicaps de mobilité ne manquent pas. En France, sur les 527 habitants d'un village, 504 ont participé à une étude fonctionnelle d'une population au complet. On a mesurer l'effort sur une poignée, le déplacement sur une surface lisse ou non lisse, et on a pu déterminer la proportion de cette population incapable d'effectuer des tâches telles que descendre des marches hautes de 35 cm ou se déplacer sur un plan incliné de 20 % d'angle (Flores et Minaire, 1985). Il s'agit probablement là de l'étude la plus exhaustive sur les capacités motrices de toute une population type.

En Grande-Bretagne, deux enquêtes générales des personnes handicapées ont permis de dénombrer les personnes ayant une incapacité, celles qui utilisent une aide à la mobilité et celles capables d'effectuer diverses tâches, certaines liées à l'utilisation des transports en commun (Harris, 1971; Martin et coll., 1988). Parmi les tâches visées, il y avait la marche sur une certaine distance, la montée de marches dont le nombre variait, la préhension et l'équilibre.

Les recherches menées en France et en Grande-Bretagne dans les années 1970 et jusqu'au début des années 1980 ont permis de définir les limitations des personnes âgées et celles ayant une incapacité, notamment à emprunter un autobus urbain. Ces études ont permis d'édifier une base de données exhaustives sur les exigences à respecter concernant les emmarchements, les mains courantes, les sièges et divers autres aspects de l'aménagement d'un autobus urbain (Brooks et coll., 1974; Flores et coll., 1981; Oxley et Benwell, 1985; Mitchell, 1988). L'intérêt de ces données est qu'elles peuvent se transposer à d'autres modes de transports, les transports guidés sur rail, légers ou lourds, par exemple, où les contraintes d'embarquement, de déplacement à l'intérieur du véhicule et de s'asseoir sont comparables.

Leake et coll., 1991 ont étudié les comportements des piétons, donnant des informations utiles telles que les distances franchissables à pied ou en fauteuil roulant sans repos, les allures, l'inclinaison des pentes et divers autres aspects pouvant constituer une gêne pour les piétons. Bails (1986) a établi pour les personnes âgées les distances de marche à recommander en fonction d'un âge croissant et utilisant diverses aides à la mobilité. Knoblauch et coll. (1995) ont recueilli des informations sur les capacités motrices et sensorielles des piétons âgés, les allures de marche, par exemple, dans le cadre de l'établissement de normes concernant les installations piétonnières.





---

## 4. PROBLÈMES ET SOLUTIONS EN ACCESSIBILITÉ

Les premières enquêtes sur les déplacements des personnes à mobilité réduite ont commencé vers la fin des années 1960, notamment la grande enquête menée aux États-Unis par Abt Associates Inc., en 1969. Celle-ci a révélé que, dans la région de Boston, les personnes handicapées effectuaient 1,13 déplacements locaux par jour, comparativement aux 2,23 déplacements par jour pour la population dans son ensemble. Les raisons citées étaient : taux de motorisation plus bas, moins de permis de conduire, moins d'emplois et plus de pauvreté. L'enquête a recensé les barrières physiques gênant les personnes à mobilité réduite dans leurs déplacements, en plus d'autres facteurs tels que l'emploi et le revenu. Elle a identifié des obstacles comme le fait d'avoir à monter des escaliers, mais sans les dénombrer et sans approfondir les aptitudes ergonomiques de l'échantillonnage enquêté. Les enquêtes qui ont suivi ont confirmé la principale découverte de l'enquête Abt, à savoir que le groupe formé des personnes âgées et de celles à mobilité réduite se déplaçait moins fréquemment que ne le font les plus jeunes.

En Grande-Bretagne, l'enquête menée par Harris (1971) a donné des chiffres estimatifs sur le nombre de personnes ayant des handicaps de mobilité. Dans le *State of the Art Report* produit à la demande de la U.S. Administration on Aging (1975), l'Institute of Public Administration a mis le doigt sur les quatre principales difficultés éprouvées par les personnes âgées ou handicapées dans leurs déplacements aux États-Unis :

- N'ont pas de voiture ou ne peuvent pas conduire à cause de la pauvreté ou d'un handicap physique;
- Résident dans des quartiers mal desservis par les transports en commun ou sans transports en commun;
- Doivent emprunter des réseaux de transports et circuler dans des installations mal adaptés à leurs besoins;
- Difficulté à s'orienter et à manoeuvrer à cause d'aménagements et de caractéristiques de service des réseaux de transports ne tenant pas compte des usagers âgés ou handicapés.

Il est intéressant de remarquer que les difficultés socio-économiques figurent avant les difficultés issues de l'aménagement des réseaux de transports.

Vers la fin de 1970, plusieurs autres enquêtes avaient examiné les difficultés touchant des groupes particuliers de personnes ou d'usagers d'un mode de transport particulier. Dans *Transport and the elderly* (1977), Norman a examiné l'utilisation de la marche à pied, des autocars et des autobus, les réductions de tarifs et les actions susceptibles de remédier à la situation qui régnait en Grande-Bretagne à cette époque. L'étude menée dans la ville de Guilford par Hopkin et coll. (1978) a permis de découvrir que la marche à pied (53 p. 100 de tous les déplacements) était le mode de transport le plus répandu dans cette ville; que les autobus étaient utilisés pour les longs déplacements par les

personnes sans voiture et qu'on se servait peu des autres modes tels que deux-roues, trains, taxis et transports organisés par des institutions de bien-être.

Sur l'échantillonnage de personnes âgées de 65 ans ou plus dans cette ville, 44 p. 100 marchait avec difficulté et que ce groupe se déplaçait 10 fois moins que les autres. Par contre ce groupe marchait plus que ceux qui n'éprouvaient pas de difficulté à marcher. Comme la difficulté à marcher rendait l'utilisation des autobus encore plus difficile, ce groupe fréquentait moins les autobus que les autres. La motorisation a permis de porter à 1,27 et à 0,94 le nombre de déplacements par jour pour les conducteurs et les non conducteurs respectivement dans les ménages motorisés, comparativement à 0,76 déplacement par jour dans les ménages non motorisés.

Les enquêtes menées en 1978 et en 1984-1985 sur la population suédoise et les personnes handicapées ont montré que la proportion des personnes à mobilité réduite augmente avec l'âge, et qu'environ 70 p. 100 des personnes ayant déclaré un handicap avaient plus de 65 ans. Börjesson (1989) a découvert que les personnes ayant une déficience se déplaçaient moins fréquemment que les autres, le nombre de déplacements par an étant de 883 par les personnes actives, de 371 par les personnes à mobilité réduite et de 198 par les handicapés. En dehors de déplacements pour travail ou affaires, ce nombre tombait à 492, 301 et 186, respectivement.

Plus récemment, Rosenbloom (1992) a utilisé les données d'une enquête menée en 1983 pour montrer que le nombre de déplacements annuels des personnes habitant les agglomérations urbaines diminuait régulièrement à partir de l'âge de 60 ans. Chez les personnes ayant un permis de conduire, il a observé 1 272 déplacements par an entre 16 et 60 ans, 850 entre 71 et 75 ans et 377 au-delà de 85 ans. Chez les personnes n'ayant pas de permis de conduire, les chiffres correspondants étaient de 750, 510 et 270 déplacements par an.

Les lois adoptées en Suède en 1979 ont fait de ce pays celui où le réseau de transports est l'un des plus accessibles. En 1992, Ståhl et coll. (1993) ont examiné l'état des transports en commun dans le but d'évaluer l'effet des progrès réalisés depuis 1979, dénombré les difficultés non encore réglées et rapporté des suggestions faites par des usagers âgés et handicapés. Les auteurs ont observé que, tout compte fait, les déplacements vers et depuis le mode de transport choisi constituaient l'étape la plus ardue pour tous les modes sauf le métro, les autobus communautaires et l'avion. Pour ce qui est du déplacement lui-même, les difficultés recensées, souvent mineures, concernaient les trains, les avions et le métro. Les parties 4.3 et 4.5 de ce rapport récapitulent les résultats de cette étude touchant les déplacements par autobus et par train, respectivement.

Les parties 4.2 à 4.6 traitent des enquêtes ergonomiques plus détaillées, menées au milieu des années 1970 jusqu'au début des années 1990, sur les difficultés éprouvées par les piétons, les automobilistes et les usagers des autobus.

#### **4.1 Information préalable à un déplacement et en cours de route**

Comme le font ressortir les parties 4.2 à 4.6, une bonne façon d'aider les usagers âgés et handicapés serait d'améliorer les informations auxquelles ils peuvent avoir accès, avant un voyage ou en cours de route.

L'information préalable à un voyage concerne la gamme des services adaptés, les itinéraires, les véhicules faciles à emprunter, les horaires, les tarifs réduits et les procédures de réservation. Elle devrait, dans la mesure du possible, indiquer en temps réel les changements aux horaires réguliers, le remplacement d'un matériel accessible par un autre qui ne l'est pas, le manque de personnel, les pannes mécaniques (ascenseurs ou escaliers mobiles), les retards et les annulations. Tous ces changements sont susceptibles de causer de grands dérangements dans la vie de plusieurs personnes âgées ou ayant une déficience.

En Europe, on cherche de plus en plus à améliorer les services d'information des voyageurs âgés ou handicapés, ainsi que de leurs amis, de leur famille et des personnes chargées de prendre soin d'eux. On trouve des organismes prêts à les aider à organiser un voyage; les transporteurs font de la publicité autour des services spéciaux qu'ils offrent et facilitent les démarches touchant l'organisation d'un voyage : (itinéraires, horaires et tarifs), les réservations et mise à disposition des aides demandées. Dans les installations terminales, les arrêts et à bord des véhicules eux-mêmes, l'information présentée est en temps réel de façon à éviter les erreurs d'orientation et à rassurer les voyageurs. Quant à la présentation elle-même, elle utilise des moyens qui facilitent la lecture et la compréhension, bien qu'elle puisse ne pas être partout de qualité égale.

Le ministère des Transports de la Grande-Bretagne publie régulièrement depuis 1983 un guide appelé Door to Door destiné aux personnes ayant une déficience. Il traite des sujets les plus divers : tarifs réduits disponibles, marche à pied, fauteuils roulants, transport de personnes, taxis, transports organisés par les services de bien-être social, automobiles, autobus, métro, trains, correspondances, autocars, voyages par bateau ou par avion, et donne des conseils et de l'information utiles à tous. Les trois premières éditions ont été gratuites, mais depuis que ce guide a cessé de l'être, son tirage a dû être réduit. Par ailleurs, la parution de ce guide a incité de nombreux organismes à publier leur propre guide aux voyageurs handicapés. Citons à titre d'exemple, British Rail, London Transport, l'Automobile Association et plusieurs autres.

Il existe un autre service d'information destiné aux personnes ayant une déficience, organisé par une société caritative et baptisé Tripscope. Ces personnes peuvent se renseigner gratuitement, généralement par téléphone, sur un itinéraire particulier et apprendre comment éviter telle ou telle gêne à la mobilité (Howard, 1995). En 1995-1996, il y a eu 4 000 appels au sujet de 12 700 déplacements individuels. L'information sur les itinéraires comprend les horaires, les tarifs, les correspondances et l'achat du titre de transport. Il appartient toutefois aux personnes qui appellent de faire leurs

propres réservations et d'acheter le titre de transport, auprès du transporteur ou d'un agent de voyage.

L'information en cours de route, lorsqu'elle est donnée en temps réel, permet de se rendre jusqu'au quai ou jusqu'à l'arrêt d'autobus sans risque de se tromper, de savoir à quelle heure se fait le départ, de s'assurer que l'on monte dans le bon véhicule pour la bonne destination et, peut-être aussi, de savoir de quel côté du train il faudra descendre. Tout ceci a pour but de réduire le stress d'un voyage, surtout lorsqu'il s'agit d'être au bon endroit au bon moment. Cette même information pourra couvrir éventuellement les consignes à donner en cas d'urgence. Tous les avantages d'une bonne information en cours de route profiteront aux usagers âgés ou handicapés, et nul doute qu'ils profiteront également à tous les autres.

Depuis quelques années, le métro londonien affiche en temps réel sur les quais le temps d'attente de la rame suivante ainsi que sa destination. À Paris, le Réseau de communication visuelle installé depuis peu sur les quais du RER (ligne C) donne les mêmes renseignements. Dans plusieurs villes européennes, l'information des usagers en temps réel a commencé à apparaître dans les arrêts d'autobus (Rivett, 1996). Utile à tous les usagers, cette information intéresse surtout ceux qui fréquentent rarement le réseau ou qui aiment se rassurer qu'ils n'ont pas fait d'erreur. À Southampton, un transpondeur de proximité permet aux usagers ayant un handicap visuel de déclencher une annonce sonore s'ajoutant à l'annonce visuelle présentée dans les arrêts d'autobus (Wren et Jones, 1996).

À bord des autobus desservant certaines lignes, les arrêts successifs sont annoncés visuellement et par sonorisation publique. Il serait relativement aisé d'installer du côté des sièges réservés aux personnes handicapées, une boucle d'induction qui permettrait aux personnes ayant un handicap auditif et portant une aide auditive d'entendre les annonces malgré le bruit ambiant. En Suède, le TGV X2000 est équipé de boucles d'induction. À bord des autobus, il devrait être possible aux passagers désireux de savoir à l'avance qu'on s'approche d'un arrêt particulier de faire en sorte que le nom de celui-ci soit affiché dans le poste du conducteur pour que celui-ci annonce l'arrêt, le moment venu.

Les usagers âgés et handicapés souffrent d'avoir à attendre un autobus trop longtemps, surtout lorsque le temps est mauvais. Il existe des systèmes permettant de transmettre à domicile (via le câble par exemple) l'information sur les temps d'attente à un arrêt se trouvant à proximité de la maison, de façon à minimiser les temps d'attente. Le projet TURTLE faisant partie du programme européen TIDE a mis en service expérimental un système utilisant le télétexte (Commission des communautés européennes, 1994). Beaucoup d'information aux voyageurs s'affiche déjà en format télétexte sur les postes de télévision européens. En milieu urbain, les personnes âgées ou handicapées peuvent de la sorte décider à la dernière minute si elles veulent entreprendre le déplacement envisagé, compte tenu du temps qu'il fait.

On commence à utiliser les cartes à mémoire pour faciliter la fonction achat des titres de transport. Il serait relativement facile de les utiliser pour stocker l'information sur les besoins spéciaux du porteur, de manière à ce que les diverses parties intervenantes dans la réalisation de toutes les étapes d'un voyage, surtout s'il est multimodal, puissent agir en conséquence, au départ, en cours de route, à destination, et même pour que le voyageur soit informé à temps d'un retard ou d'un changement dans le programme établi. C'est à peine un peu plus que le contenu actuel des programmes grands voyageurs des sociétés aériennes.

## **4.2 Piétons**

### **4.2.1 Obstacles gênant la marche**

Relativement peu de recherches ont été faites sur l'aptitude des personnes handicapées à marcher. Par contre les études sur la sécurité des piétons en général, et des piétons âgés en particulier sont plus nombreuses (OCDE, 1985; TRB, 1988; Knoblauch et coll., 1995).

Dans leur étude sur la mobilité des personnes âgées en Grande-Bretagne, Hopkin et coll. (1978) ont révélé que 44 p. 100 des personnes âgées de 65 ans et plus marchaient avec difficulté. Cette proportion passait de 29 p. 100 des hommes et de 39 p. 100 des femmes âgés entre 65 et 69 ans à 43 p. 100 des hommes et à 66 p. 100 des femmes âgés de 80 ans et plus. Les difficultés à marcher les plus courantes sont dues aux côtes, aux pentes, aux chaussées étroites et (ou) irrégulières.

Dans une autre étude britannique, Hillman et Whalley (1979) ont observé que les difficultés éprouvées par des pensionnés à marcher étaient dues à des chaussées irrégulières (15 p. 100 des enquêtés), aux côtes/pentes (17 p. 100) et à la circulation (12 p. 100). Hitchcock et Mitchell (1984) ont compilé les résultats de plusieurs enquêtes et ont totalisé sous forme de tableaux les divers obstacles à la marche en fonction de la nature du handicap (tableau 3). Dans ce tableau, le degré du handicap va en décroissant de la gauche à la droite. Certains obstacles comme les côtes et les rampes, les chaussées étroites ou irrégulières et la circulation compliquent la vie de tout le monde, mais surtout aux personnes handicapées. Quant aux escaliers et à la foule, ces obstacles gênent la catégorie des handicapés officiellement inscrits plus que les autres.

Dans une enquête-étude plus récente sur la mobilité des piétons ayant une déficience et celle des personnes en fauteuil roulant, Leake et coll. (1991) ont donné les motifs cités par les premiers pour obtenir de l'aide (tableau 4).

L'enquête de la British Automobile Association auprès de 1 130 personnes handicapées a montré que 72 p. 100 de celles-ci éprouvaient parfois des difficultés à marcher depuis la voiture jusqu'à leur destination. Les raisons citées ont été : la distance (43 p. 100), l'inaptitude à marcher longtemps (20 p. 100), les escaliers (16 p. 100), les trottoirs

(13 p. 100), l'insuffisance des ascenseurs, les côtes et les pentes, les chaussées irrégulières et les voitures mal stationnées (Automobile Association, 1992).

**Tableau 3**  
**Proportion des piétons éprouvant des difficultés, selon l'obstacle**

Nature de l'obstacle	Handicapés inscrits	Piétons âgés, difficulté de marcher	Piétons non âgés, difficulté de marcher	Piétons âgés, aucune difficulté à marcher	Piétons non âgés, aucune difficulté à marcher
Bordures de trottoir	12	5	4	4	2
Escaliers	58				
Côtes/pentes	59	45	30	19	12
Chaussées étroites et (ou) irrégulières	21	19	13	14	8
Cohue	50	4	0	5	2
Circulation	35	31	22	16	17
Aucune difficulté	2	23	43	54	67
Échantillonnage	143	366	23	459	172

(Source : Hitchcock et Mitchell, 1984)

**Tableau 4**  
**Proportion des handicapés demandant de l'aide, centre-ville**

Motifs cités	Fauteuil roulant	Handicap visuel	Canne	Aucune aide à la mobilité
Pousser fauteuil roulant	76	-	-	-
Ouvrir des portes	49	37	26	15
Aider à monter des escaliers	36	41	35	15
Rassurer	25	37	34	11
Prévenir les accidents	33	43	31	11
Prévenir la fatigue	28	22	16	24
Transporter bagages	30	22	35	4

(Source : Leake et coll., 1991)

#### 4.2.2 Les distances à marcher

La distance que les personnes handicapées peuvent marcher d'un trait est faible. Dans son enquête sur 400 Londoniens ayant un handicap de mobilité, l'Association GLAD (1986) a révélé que 34 p. 100 des enquêtés ont déclaré ne pouvoir marcher plus d'un quart de mille sans éprouver un grand malaise. Une enquête plus récente, toujours sur des Londoniens, a trouvé que, sur le nombre de personnes disant qu'elles peuvent marcher, 30 p. 100 ne pouvait dépasser la distance de 50 verges et que seulement 38 p. 100 pouvait dépasser un quart de mille (Oxley et Alexander, 1994). Leake et coll. (1991) ont calculé le pourcentage de personnes handicapées se disant incapables de marcher une certaine distance d'un trait (tableau 5a) ainsi que le pourcentage de personnes observées comme incapables de dépasser une certaine distance d'un trait (tableau 5b). Alors que les personnes handicapées sous-estiment quelque peu leurs propres performances, moins de la moitié de l'échantillonnage peuvent marcher 180 m (200 verges) d'un trait et seulement 5 p. 100 des personnes utilisant une canne ont pu dépasser 360 m (400 verges), ces dernières étant la catégorie la plus handicapée de ce point de vue.

**Tableau 5a**  
**Pourcentage cumulé des handicapés se disant incapables de marcher d'un trait les distances indiquées**

	18 m	68 m	137 m
<b>Avec aide</b>			
Fauteuil roulant	35	45	55
Handicap visuel	5	20	35
Canne	15	35	70
Aucune aide-mobilité	10	30	50
<b>Sans aide</b>			
Fauteuil roulant	65	75	80
Handicap visuel	35	40	45
Canne	20	40	70
Aucune aide-mobilité	20	35	55

Leake et coll. ont également mesuré la durée du déplacement ou, la lenteur, de l'échantillonnage. Sur une distance de 180 m, la durée moyenne a été entre 1,2 et 2 secondes par mètre, les personnes s'aidant d'une canne ayant été les plus lentes. Pour le segment le plus lent (10 p. 100 de l'échantillonnage), la durée a été entre 2,1 et 4,6 secondes par mètre, mais pour les personnes s'aidant d'une canne, les ambulateurs marchant seules et les personnes en fauteuil roulant, la durée mesurée a été entre 3,5 et 4,6 secondes par mètre. La distance franchissable à pied par des personnes à mobilité réduite se mesure à la durée du déplacement, mais aussi à la distance qu'elles peuvent franchir d'un trait. En 1978, Dahlstedt a mesuré la vitesse

moyenne des piétons âgés comme étant de 0,9 m/s, et de 0,6 m/s pour ceux qui se rangent parmi les 10 p. 100 les plus lents.

**Tableau 5b**  
**Pourcentage cumulatif des handicapés observés comme incapables de marcher d'un trait les distances indiquées**

	18 m	68 m	137 m	180 m	360 m
<b>Aces aide</b>					
Fauteuil roulant	0	5	5	60	85
Handicap visuel	0	0	5	50	75
Canne	10	25	40	80	95
Aucune aide-mobilité	5	15	25	70	80

(Source : Leake et coll., 1991)

D'après l'étude menée par Knoblauch et coll. (1995) sur la vitesse de franchissement d'une rue, la vitesse moyenne observée chez les piétons âgés de plus de 65 ans a été de 1,25 m/s (4,1 pi/s), et de 0,97 m/s (3,2 pi/s) chez ceux qui se rangeaient parmi les 15 p. 100 les plus lents. Les femmes marchaient plus lentement que les hommes. Chez l'ensemble des piétonnes âgées de plus de 65 ans, la vitesse mesurée a été de 0,93 m/s (3,1 pi/s) chez les 15 p. 100 les plus lentes, alors que 0,90 m/s (3 pi/s) a été observée chez toutes celles qui traversent une rue lorsque le feu vire au vert.

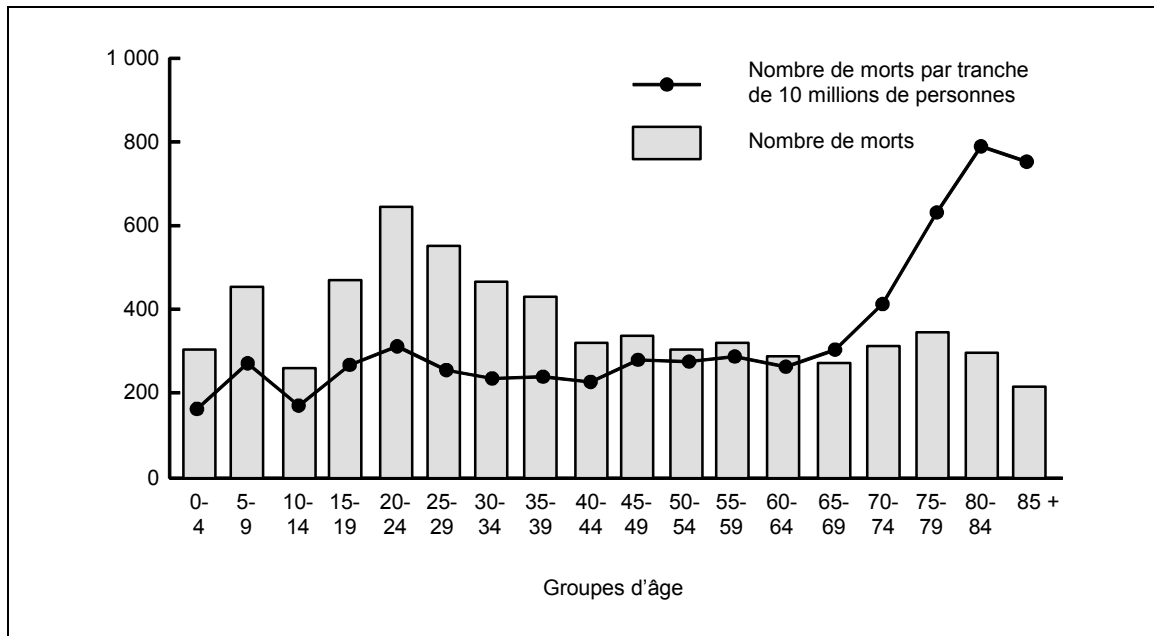
#### 4.2.3 Taux d'accidents

Les piétons âgés se signalent par le taux d'accidents mortels le plus élevé de tous les groupes d'âge (figure 1) (TRB, 1988). En 1989, il a été observé en Grande-Bretagne que, sur le nombre de piétons tués dans des accidents de la route, près de la moitié étaient âgés de plus de 60 ans (Department of Transport, 1991). Au Canada, 32 p. 100 de tous les piétons tués dans des accidents de la circulation en 1992 étaient âgés de 65 ans ou plus. Si les personnes âgées dominent les statistiques des piétons tués dans des accidents de la circulation, c'est, semble-t-il, le résultat d'une vulnérabilité physiologique plutôt que d'un aspect particulier de leur comportement. Le tableau 3 montre qu'environ 30 à 35 p. 100 des personnes âgées ou ayant une déficience ont déclaré que la circulation ou le franchissement des rues constituait pour elles une grande difficulté lorsqu'elles se déplacent à pied. Aux États-Unis, deux tiers des personnes âgées habitant deux des grandes agglomérations urbaines du pays ont déclaré craindre pour leur sécurité lorsqu'elles vont à pied (Knoblauch et coll., 1995), craignant d'être agressées, heurtées par une automobile ou de tomber.

Rares sont les statistiques concernant des piétons victimes d'accidents non liés à la circulation automobile. La British National Consumer Council estime que le nombre de piétons blessés et que la quantité de ressources hospitalières qu'ils mobilisent sont plus élevés lorsqu'ils sont victimes d'accidents causés par une chute dans la rue que



d'accidents causés par la circulation automobile (National Consumer Council, 1987). Il meurt chaque année aux États-Unis quelque 9 000 personnes âgées de 65 ans ou plus, suite d'une chute accidentelle, comparativement aux quelque 1 500 piétons tués dans un accident de la circulation (Knoblauch et coll., 1995). Toutes ces chutes ne se produisent pas dans la rue, certes, mais il est manifeste que le risque de chutes dans la rue se compare à peu près à celui d'être victime d'un accident de la circulation.



**Figure 1** Piétons : Nombre de morts et taux d'accidents mortels, par groupe d'âge, 1986 (Données NHTSA; TRB, 1988)

L'Université Cranfield a mené une enquête (Gallon et coll., 1995) sur 302 personnes malvoyantes qui se déplacent en autonomie, et sur le nombre d'accidents qu'elles ont eus lorsqu'elles se déplaçaient à pied : trottoirs, rues, escaliers et collisions avec une porte vitrée. Presque toutes ont eu à déplorer au moins un accident, avec blessures dans plus de la moitié des cas. La fréquence des accidents est plus élevée chez les piétons malvoyants que les autres, et la probabilité de blessures est également plus élevée. La fréquence des accidents lorsqu'ils traversent une rue est également plus élevée, alors qu'un tiers et plus de tous les répondants ont eu à déplorer un accident en montant des escaliers. De tous les répondants ayant voyagé en chemin de fer, 35 p. 100 ont eu au moins un accident, de même que 23 p. 100 en montant à bord ou en descendant d'un train et 5 p.100 en tombant du quai.

#### **4.2.4 Améliorer l'accessibilité aux piétons**

Les bateaux (dépression du trottoir) ont commencé à être aménagés en Europe au début des années 1980, pour permettre aux personnes en fauteuil roulant d'utiliser les trottoirs pour avoir accès à un bâtiment accessible. Aux États-Unis, ces aménagements ont commencé un peu plus tôt, lorsqu'on s'est rendu compte que la hauteur des trottoirs constituait une gêne à l'utilisation des véhicules équipés d'une plate-forme élévatrice. En Grande-Bretagne, le débat entre ceux qui voulaient des trottoirs sans bordure (personnes en fauteuil roulant) et ceux qui voulaient qu'ils en aient (personnes malvoyantes) a été résolu lorsqu'on a adopté l'idée de faire des trottoirs avec un revêtement texturé là où la bordure s'arrête. On a implanté des passages piétonniers, des carrefours contrôlés par des feux de circulation comportant un cycle pour les piétons accompagné d'une signal sonore indiquant que le passage est sûr. Depuis 1994, on essaie des passages piétonniers munis de détecteurs à l'infrarouge qui allongent la durée des feux en présence de piétons lents qui se trouvent encore dans la traversée. Par contre, ces détecteurs passent outre au cycle autorisant le passage des piétons lorsqu'il n'y en a pas qui attendent.

### **4.3 Transport par autobus**

Les difficultés éprouvées par les personnes âgées et celles ayant une déficience lorsqu'elles se déplacent par autobus varient selon le degré de mobilité, depuis l'aptitude à marcher seul ou avec l'aide d'une canne, jusqu'à l'utilisation d'un fauteuil roulant. Il existe en outre d'autres difficultés communes non seulement à l'ensemble des personnes à mobilité réduite mais aussi aux autres usagers. Les solutions techniques permettant d'assurer l'accessibilité des autobus varient et selon que les personnes que l'on veut aider sont en fauteuil roulant ou sont ambulatoires. La présente section traitera séparément des besoins des uns et des autres.

Pour les personnes âgées ou ayant une déficience qui ne disposent pas d'une voiture, l'autobus constitue le meilleur moyen de franchir des distances supérieures à celles qu'autorise la marche. Depuis la fin des années 1960, plusieurs auteurs européens et nord-américains signalent les difficultés qu'ont ces personnes lorsqu'elles veulent emprunter l'autobus. Abt Associates Inc. (1969) a découvert que les raisons amenant à éviter les transports en commun sont principalement les barrières, la crainte d'agression et l'inconfort des itinéraires. Pour les usagers handicapés, les barrières propres au réseau des transports apparaissent comme plus difficiles à surmonter que les barrières architecturales. En Grande-Bretagne, Norman (1977) a décrit ces difficultés de la façon suivante :

«Les transports en commun si importants pour ces personnes... n'ont cessé de se dégrader du point de vue de la fréquence, de la fidélité aux horaires, des coûts et de l'utilisation, au moment même où la centralisation des services rendait ces transports essentiels pour les personnes sans voiture.»

Parmi les difficultés recensées par Norman, il y avait les coupures dans les services réguliers, les tracasseries administratives lorsqu'il s'agissait d'autoriser des services de transport en régions rurales, le manque d'information sur les services disponibles et la difficulté à monter à bord, ou de descendre, des véhicules.

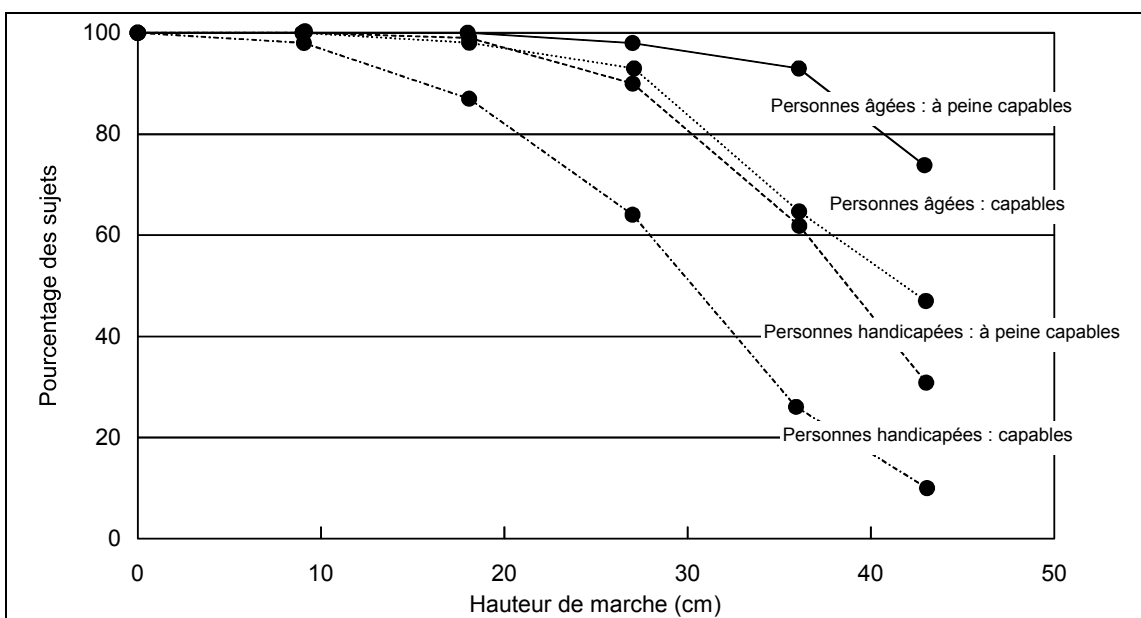
Revis (1978) a soulevé des difficultés identiques aux États-Unis. La plupart des personnes pauvres, âgées ou handicapées habitent des secteurs de la ville mal desservis par les transports en commun, surtout aux heures creuses et pour les destinations qui les intéressent. Les parcours desservis sont axés sur les centres urbains et les secteurs où il y a de l'emploi. Des endroits comme les cliniques externes, les hôpitaux, les installations destinées aux personnes âgées ou handicapées sont mal desservis, ou pas du tout. Ces personnes se voient forcées à se rabattre sur les transports en commun au moment même où leurs facultés sensorielles et motrices, leur mobilité et leur agilité sont amoindries. Lorsqu'elles empruntent les transports en commun, ces personnes s'entendent dire de se mouvoir rapidement, pour ne pas causer un retard sur l'horaire.

#### **4.3.1 Usagers âgés et handicapés ambulatoires**

Du début des années 1970 au milieu des années 1980 plusieurs études scientifiques ont été menées en Grande-Bretagne, en France et en Suède, dans le but de mesurer la mobilité des personnes âgées et des handicapés ambulatoires qui utilisent les autobus pour se déplacer, et aux États-Unis, pour connaître l'opinion des personnes en fauteuil roulant concernant la mise en service régulier d'autobus équipés de plates-formes élévatrices. Brooks et coll. (1974) ont mesuré les facteurs ergonomiques en jeu dans l'utilisation de l'autobus par des personnes âgées ou par des handicapés ambulatoires. En laboratoire, ils ont mesuré les capacités fonctionnelles motrices d'un échantillonnage de 201 personnes âgées ou handicapés ambulatoires du point de vue de la hauteur des marches à franchir avec ou sans point d'appui, de la portée entre appuis verticaux, de la force de préhension exercée sur ces appuis, du diamètre de main courante à privilégier, de la hauteur des sièges et du pas séparant les rangées de sièges. Leur étude sur les critères de conception ergonomique des autobus est maintenant un ouvrage qui fait foi partout en Europe. Les conclusions les plus intéressantes de cette étude ont été la réduction dans le nombre observé de sujets capables de monter des marches d'escalier, lorsque la hauteur de la marche passe progressivement de 27 cm à 36 cm (figure 2) et l'importance de donner aux mains courantes le même angle que celui de l'escalier par rapport à l'horizontale. Il a été observé que 86 p. 100 des sujets avaient de la difficulté avec l'embarquement et que 50 p. 100 éprouvaient des difficultés à s'asseoir et à quitter leur siège.

Une étude sur les accidents des usagers à bord des autobus en mouvement montre que la majorité des blessures étaient causées par des chutes (Leyland Vehicles Ltd., 1980). Les passagers âgés dominent cette catégorie d'accidents. Des statistiques du British Department of Transport (1991) ont montré par la suite que presque la moitié de tous les accidents mortels ou avec des blessures graves à bord des autobus survenait à des

personnes âgées de 60 ans ou plus. En France, Flores et coll. (1981) ont découvert que le confort des autobus et que la force nécessaire pour rester en équilibre sont conditionnés autant par les à-coups brefs du moteur que par l'accélération. Cette étude fait le point sur le confort de l'autobus par une approche ergonomique analysant l'accessibilité des véhicules (hauteur des marches, appuis, dimensions des portes), l'ergonomie des aménagements (circulation intérieure, espace debout et sièges); le bilan acoustique et le bilan thermique (chauffage et ventilation) ainsi que le confort dynamique. Elle s'est appuyée sur les résultats de l'étude Brooks et coll. (1974) ainsi que des études en laboratoire en France.



**Figure 2** Pourcentage des personnes âgées ou des handicapés ambulatoires capables de monter l'escalier d'un autobus en s'aidant d'une rampe (Source : Brooks et coll., 1974)

L'étude Oxley et Benwell (1983) sur la hauteur des marches d'escalier à bord des autobus en service a cherché à savoir si les résultats de l'étude Brooks et coll. (1974) se vérifiaient dans la réalité. L'étude sur un échantillon de 783 personnes a montré que 34 p. 100 seulement des passagers âgés de plus de 75 ans n'éprouvaient pas de difficultés à emprunter les autobus, que la principale difficulté était celle de se mouvoir à l'intérieur (tableau 6) et qu'il était toujours plus difficile de descendre que de monter à bord. Les facteurs d'inconfort cités par les personnes qui se sont plaints ont été : les à-coups ou les cahots (29 p. 100), la hauteur des marches (20 p. 100), l'aménagement intérieur (15 p. 100), se lever de son siège (10 p. 100) et départ de l'autobus avant de s'asseoir (10 p. 100).

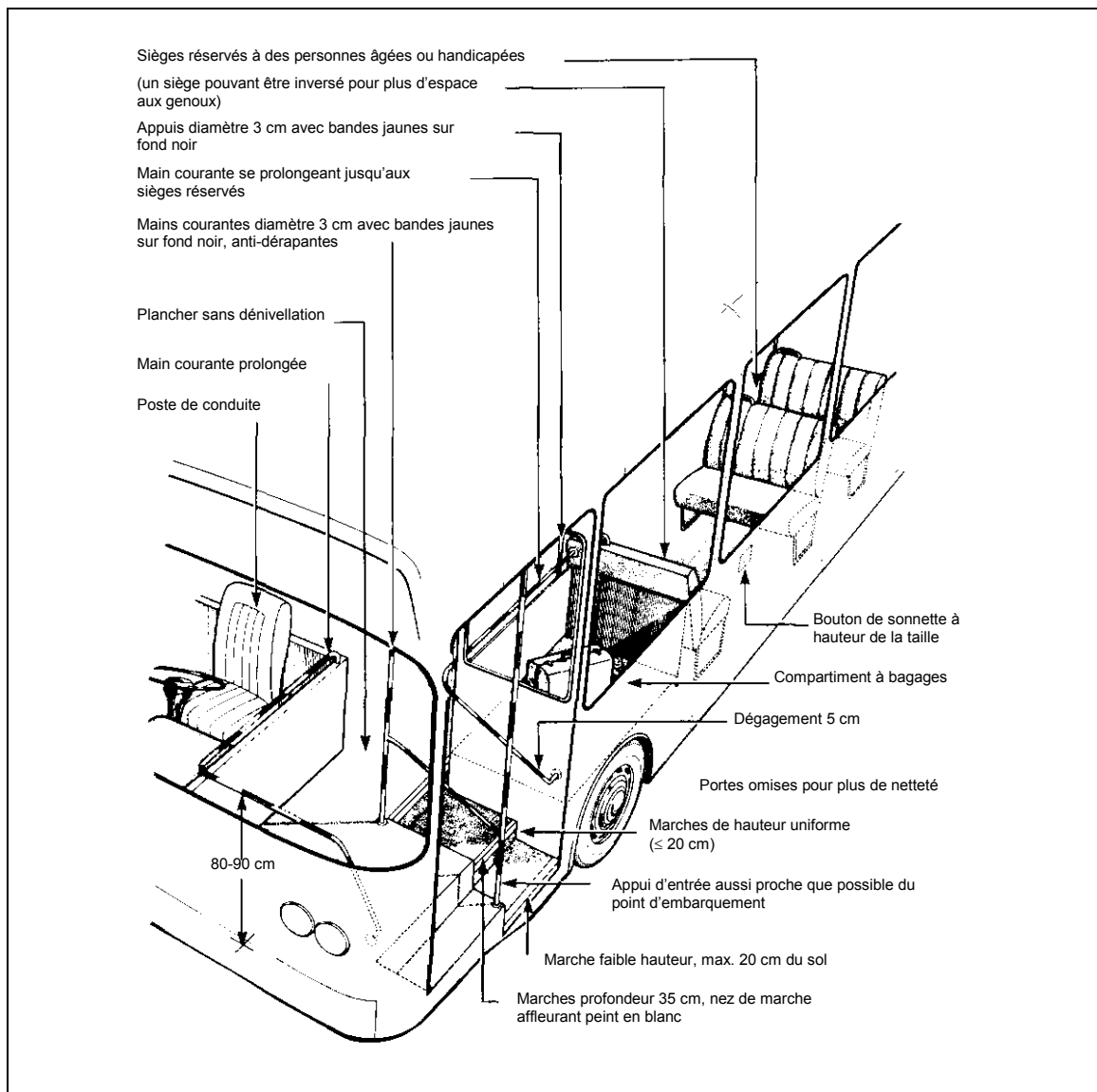
**Tableau 6**  
**Âge des usagers d'autobus, en fonction de la difficulté déclarée**

Âge	Monter à bord	Circulation à l'intérieur	Descendre	Aucune difficulté	Total (=100 %)
Moins de 65 ans	21 (6 %)	106 (31 %)	54 (16 %)	170 (49 %)	347
De 65 à 75	36 (11 %)	114 (34 %)	49 (15 %)	135 (34 %)	332
Plus de 75	15 (14 %)	34 (33 %)	20 (19 %)	35 (34 %)	104

(Source : Oxley et Benwell, 1983)

Oxley et Benwell ont publié en 1985 les résultats d'une autre étude, où les capacités fonctionnelles motrices de personnes âgées ou handicapées ont été mesurées dans des conditions contrôlées dans le but de préciser les spécifications ergonomiques à appliquer relativement à certains aspects de l'aménagement intérieur des autobus empruntés par ces personnes, telles que la distance d'enjambée au moment de monter et de descendre. Ces chercheurs ont également mené une enquête-ménages visant à connaître dans quelle mesure la fréquentation des autobus augmenterait si ces derniers étaient plus accessibles. Une enquête mesurant l'allongement des temps de parcours lorsqu'on attend que les passagers gagnent leur siège avant que l'autobus ne reparte et qu'on leur permet de rester assis jusqu'à ce que l'autobus s'immobilise a montré que les temps de parcours n'augmenteraient, dans le pire des cas, que de 40 secondes par heure, soit de 1 p. 100.

Oxley et Benwell (1985) ont découvert que, pour permettre aux usagers âgés ou handicapés de prendre pied sur le trottoir, l'autobus doit s'approcher à moins de 40 cm du bord du trottoir. Du point de vue des handicapés ambulatoires, la hauteur critique d'une marche d'escalier semble être d'une vingtaine de centimètres, au-delà de laquelle les plaintes commencent à se faire entendre. La marche devrait avoir au moins 35 cm de profondeur, une contremarche verticale et une rive sans saillie. L'étude a confirmé la recommandation de Brooks et coll. (1974) concernant le diamètre et l'emplacement des rampes d'appui; elle a par contre recommandé d'installer une main courante entre l'escalier et l'emplacement réservé aux personnes handicapées. Elle a par ailleurs montré que les handicapés ambulatoires étaient très sensibles à la pente du plancher et que les boutons actionnant la sonnette devraient être à portée de main des usagers assis. Le dessin de la figure 3 montre les aménagements souhaitables à bord d'un autobus urbain et qui, de l'avis de ces deux chercheurs, augmenteraient la fréquentation des autobus d'au moins 2 p. 100. De plus, si on attendait que les usagers âgés ou handicapés gagnent leur siège avant que l'autobus ne reparte, ceux-ci utiliseraient davantage ce mode de transport.



**Figure 3**      **Autobus - caractéristiques ergonomiques souhaitables (portes omises)**  
(Source : Oxley et Benwell, 1985)

L'enquête menée par la Greater London Association for Disabled People (GLAD, 1986) auprès de 400 Londoniens ayant un handicap de mobilité a vérifié les difficultés que les personnes âgées ou handicapées disent éprouver lorsqu'elles empruntent les autobus. Sur ce nombre, 59 p. 100 ont déclaré utiliser les autobus, dont un quart se disait se débrouiller toutes seules, et un autre quart disait avoir besoin d'une aide pour monter à bord. Sur les 41 p. 100 qui ont déclaré ne pas utiliser les autobus, la moitié a déclaré en être complètement incapable. Le tableau 7 donne le pourcentage des personnes

utilisant les autobus avec difficulté ou ayant besoin d'une aide. L'importance de l'embarquement comme facteur déterminant dans ces deux cas ressort clairement. La circulation intérieure et les temps d'attente sont des facteurs d'inconfort tout aussi importants, mais moins susceptibles que les deux précédents de nécessiter le recours à une aide extérieure.

**Tableau 7**  
**Difficultés déclarées**

Difficulté	Pourcentage éprouvant une difficulté	Pourcentage nécessitant de l'aide
Se déplacer vers et depuis l'arrêt	54	20
Attendre l'arrivée de l'autobus	71	11
Savoir quel autobus prendre	18	9
Monter à bord	64	31
Descendre	61	28
Gagner un siège	55	18
Se lever du siège	44	12
Prendre pied sur le quai	58	20
Acheter un titre de transport	9	6
S'asseoir à bord de l'autobus	13	3
Savoir où descendre	15	9

*Échantillonnage : 248 personnes ayant un handicap de mobilité, utilisant les autobus mais avec difficulté ou seulement avec de l'aide.*

*(Source : GLAD, 1986)*

Fowkes et coll. (1987) ont analysé les services de transport par minibus pour personnes âgées, handicapées ou en fauteuil roulant et ont procédé à des études en laboratoire visant à mesurer les capacités fonctionnelles motrices d'un échantillonnage de ces personnes. La population observée était plus handicapée que l'échantillonnage étudié par Brooks et coll. (1974) et par Oxley et Benwell (1985); la hauteur maximale acceptable des marches était un peu plus faible que celle dégagée par les autres études, toutes trois cependant montrant des résultats se confirmant les uns les autres. Fowkes et coll. (1987) ont cependant précisé des spécifications concernant certains aspects de l'aménagement intérieur des minibus que les autres études n'avaient pas abordées.

Mitchell (1988) a compilé les résultats tirés de divers travaux britanniques et de Flores et coll. (1981) et a analysé les bonnes habitudes adoptées par les exploitants d'autobus; il a fait la synthèse des spécifications proposées et des bonnes habitudes concernant les divers aspects de l'aménagement des autobus du point de vue des usagers ayant un handicap de mobilité. Par ailleurs, le comité consultatif pour le transport des personnes handicapées de Grande-Bretagne a fait sienne une spécification recommandée dans Mitchell (1988) concernant les autobus urbains (DPTAC, 1988). En France, une

recommandation semblable, appelée *Proposition de spécifications pour l'accessibilité à tous de l'autobus urbain*, a été publiée par COLITRAH (1991). Les propositions tant anglaise que française n'avaient pas de caractère exécutoire. La Suède, en revanche, a donné en 1985 un caractère exécutoire à la réglementation concernant l'adaptation des véhicules de transport en commun au transport des personnes handicapées (Commission de transport de Suède, 1989).

En 1991-1992, l'Université Cranfield a mené une enquête (Oxley et Alexander, 1994) sur un échantillonnage de 2 417 Londoniens qui, depuis fort longtemps, étaient soit faibles de santé, soit handicapés. Cette enquête a montré que la proportion des personnes ayant un handicap de mobilité et se déplaçant par autobus avait probablement fléchi au cours de la décennie précédente, mais que la hiérarchie des difficultés posées par les autobus n'avait pas changé. Quarante-quatre pour cent de cet échantillonnage utilisait régulièrement les autobus.

Les raisons données pour expliquer l'abandon de l'autobus ont été les suivantes :

hauteur des marches, difficulté à monter à bord et à descendre	31 %
trop grande distance à parcourir jusqu'à l'arrêt	20 %
dispose d'un mode de transport personnel	16 %
raisons de santé	15 %
n'en ressent pas le besoin	12 %
le fauteuil roulant/scooter ne le permet pas	8 %

Les difficultés posées par l'autobus ont été les suivantes :

hauteur des marches, difficulté à monter à bord et à descendre	31 %
temps d'attente, manque de régularité	8 %
remise en marche trop rapide	6 %
trop forte affluence, aucun siège disponible	6 %
conduite trop rapide	5 %

Principales améliorations suggérées :

marches plus accessibles/ entrée réservée	43 %
poste pour des personnes en fauteuil roulant	24 %
aide au moment de monter ou de descendre/plus de temps	17 %
nombre accru d'arrêts	11 %
plus grande fidélité aux horaires/services plus fréquents	7 %

Pour sa part, l'Automobile Association (1992) a trouvé que les raisons expliquant l'abandon de l'autobus sont principalement la difficulté à monter à bord (37 p. 100), la hauteur des marches (22 p. 100), inaccessibilité - fauteuil roulant (14 p. 100), transport personnel (13 p. 100) et mal adapté aux besoins (10 p. 100).

Ståhl et coll. (1993) ont demandé aux personnes âgées ou handicapées utilisant l'autobus en Suède de préciser les améliorations qu'elles attendaient encore, dix ans après la promulgation des lois concernant l'accessibilité, entrées en vigueur en 1985. De



tous les modes de transport, l'autobus a été cité comme le mode laissant le plus à désirer. Les difficultés citées touchaient plus à l'exploitation qu'à l'aménagement ou qu'à l'information. La difficulté citée à l'époque comme en 1993 au premier rang de toutes, c'est-à-dire monter à bord et descendre, revenait sans cesse dans les propos des personnes ayant un handicap de mobilité.

Les améliorations proposées dans Ståhl et coll. (1993) étaient les suivantes :

Aménagement - Aux arrêts, rapprocher l'autobus davantage du trottoir, actionner le dispositif d'agenouillement, ôter la cloison séparant le flux des personnes montant à bord, placer des mains courantes identiques des deux côtés de chaque porte. Prévoir de l'espace pour un fauteuil roulant ou une voiture d'enfant, plus d'espace pour les genoux, plancher sans dénivellation ou revêtement contrastant aux dénivellations, meilleure ventilation.

Exploitation - Plus grande fréquence, arrêts plus rapprochés, raccourcir les temps de parcours en utilisant les couloirs réservés aux autobus, lancer des services de transport communautaire, alléger la charge mentale de la tâche de conduire par une plus grande souplesse dans les horaires, tarifs réduits aux pensionnés de l'État.

Service et information - Conduite plus douce, préposés aux usagers handicapés à l'arrivée et au départ, pas de coupure d'effectif sous prétexte d'automatisation, bicyclettes et scooters autorisés à bord. Horaires plus faciles à lire, information en Braille à certaines stations, affichage électronique, panneaux d'information placés à la hauteur des yeux, annonce des arrêts successifs à bord d'un plus grand nombre de véhicules.

#### **4.3.2 Usagers en fauteuil roulant**

En Europe, et surtout en Grande-Bretagne, on a suivi attentivement l'entrée en vigueur en 1979, de l'alinéa 504 de la Rehabilitation Act promulguée aux États-Unis en 1973, concernant les autobus devant être équipés d'une plate-forme élévatrice. Les Européens ont estimé que cette politique n'était pas efficace du fait que l'embarquement et l'immobilisation d'un fauteuil roulant à bord d'un véhicule à plancher élevé prennent beaucoup de temps et que, de toutes façons, la fréquentation s'établissait, en moyenne, à une personne en fauteuil roulant par autobus et par mois. Cela ne justifiait pas les surcoûts à consentir et il était difficile de considérer cette politique comme une forme de transport intégré accessible à tous. Mais à supposer que ces autobus parviennent à attirer un nombre suffisant de passagers en fauteuil roulant de façon à justifier les surcoûts, les temps d'embarquement et d'immobilisation restent si élevés que le respect des horaires risque d'en souffrir au point de mécontenter les autres passagers. De plus, la plate-forme élévatrice n'améliore en rien le sort des nombreux passagers qui, sans être en fauteuil roulant, éprouvent cependant des difficultés à marcher, monter des escaliers ou à garder leur équilibre à bord.

Emboitant le pas à la Suède, les pays européens ont adopté la politique de rendre les autobus urbains accessibles à l'ensemble de la population, à l'exception des personnes en fauteuil roulant. Pour celles-ci, des services de transport séparés, à la demande, ont été prévus. En Suède, d'abord, puis dans certaines parties de la Grande-Bretagne, des taxis subventionnés ont été mis à la disposition des personnes incapables d'emprunter les transports en commun, mais qui n'avaient pas besoin non plus d'un service de transport à la demande, c'est-à-dire complètement accessible, avec préposé, et assurant un transport vraiment de porte à porte.

En Europe, jusqu'à l'arrivée des autobus à plancher bas dans les années 1990, le transport des personnes en fauteuil roulant à bord d'autobus standard en service régulier était assuré sur de rares lignes de transport adapté. Sur ces lignes circulaient des autobus équipés d'une plate-forme élévatrice, assurant un service irrégulier sur des parcours limités à la desserte de destinations intéressant surtout les personnes âgées et les handicapés. La fréquence de service vers une destination ne dépassait pas généralement un ou deux allers-retours par semaine, de sorte qu'un seul de ces autobus pouvait suffire à desservir toute une ville. C'est dire que ces lignes n'ont jamais été considérées comme un apport important à la mobilité. Les personnes en fauteuil roulant faisaient appel presque exclusivement à des services séparés, à la demande, où il leur fallait réserver à l'avance.

La démarche américaine vers l'accessibilité des transports était radicalement différente de l'europpéenne. Avec un plancher à 850 mm du sol (550 mm en Europe), les véhicules utilisés aux États-Unis étaient peu ergonomiques. On s'intéressait surtout aux personnes en fauteuil roulant, qu'il fallait embarquer et faire descendre à l'aide d'une plate-forme élévatrice. Les temps d'embarquement étaient fort longs et la fréquentation plutôt faible. D'autre part, on n'avait rien fait pour améliorer le sort du grand nombre de personnes âgées, handicapées ou chargées qui devaient emprunter les autobus ordinaires.

Vers la fin des années 1970, quelque temps après l'introduction des autobus équipés d'une plate-forme élévatrice, Falcochio (1980) a fait une enquête auprès des usagers en fauteuil roulant du comté de Westchester dans l'État de New York, le but étant de connaître les raisons empêchant une fréquentation plus assidue de ces services. Quarante-vingt et onze pour cent de l'échantillonnage connaissait leur existence, mais seulement 37 p. 100 les considérait comme intéressants de leur point de vue. Soixante-cinq pour cent se disait apte à les utiliser, mais 68 p. 100 avait de la difficulté à se rendre jusqu'à l'arrêt et 59 p. 100 à traverser les rues. Plus de la moitié avait besoin d'aide pour franchir les bateaux (dépressions des trottoirs) et seulement 37 p. 100 éprouvait peu de difficulté, ou pas du tout, à traverser des rues aux passages piétonniers protégés par des feux. Mais la raison la plus répandue de ne pas utiliser les autobus équipés d'une plate-forme élévatrice a été : je m'arrange autrement.

Durant les années 1990, la Americans with Disabilities Act a eu pour effet qu'un nombre encore plus grand d'autobus urbains ont dû être équipés d'une plate-forme élévatrice. Il

ne semble y avoir eu que peu d'études récentes visant à connaître l'opinion des usagers sur ces autobus. Geehan (1995) a comparé le service d'autobus équipés d'une plate-forme élévatrice utilisés à Vancouver à celui des autobus à plancher bas utilisés à Victoria. Cette étude a montré que deux aspects rebutaient le plus les usagers : celui d'avoir à utiliser le dispositif d'ancrage pour immobiliser le fauteuil roulant ou le scooter et le fait d'avoir à prendre place à reculons sur la plate-forme élévatrice, étant donné le peu d'espace de manoeuvre à bord du véhicule. Du point de vue des conducteurs, l'ancrage et le désancrage des aides à la mobilité sont considérés comme les moins agréables des services rendus à la clientèle handicapée.

### **4.3.3 Autobus à plancher bas**

En Europe, vers la fin des années 1980, le transport des personnes en fauteuil roulant à bord des autobus urbains a connu un bouleversement lorsque les premiers autobus à plancher bas ont fait leur apparition en Allemagne. Ceux-ci se caractérisent par un plancher sans dénivellation entre les portes avant et du milieu, à une hauteur entre 320 et 340 mm du sol. À l'entrée, une faible pente réduit la hauteur du plancher, la ramenant de 340 mm à 320 mm, et même à 250 mm environ avec un dispositif d'agenouillement. L'idée initiale de l'autobus à plancher bas était de raccourcir les temps d'arrêt et d'assurer l'accessibilité à tous. Mais on s'est vite rendu compte qu'ils étaient également plus accessibles aux personnes : portant un enfant, des bagages ou des sacs ainsi qu'aux personnes se déplaçant avec difficulté.

Certaines personnes en fauteuil roulant manuel parvenaient aussi à embarquer sans problème. Pour les rendre accessibles aux autres fauteuils roulants, il ne fallait plus qu'une rampe ou un petit élévateur, et un compartiment sûr dépourvu d'ancrage. Tournant le dos au sens de la marche, le fauteuil roulant s'adosse à une cloison placée vis-à-vis de la porte du milieu, dans un espace sans dispositif de retenue pour l'occupant. La rampe d'accès est utile à tous ceux qui se déplacent avec difficulté, et le temps d'arrêt se situe entre 30 et 40 secondes. Enfin, le conducteur n'a pas à quitter sa place pour s'occuper du passager handicapé.

En 1996, les autobus à plancher bas représentaient de 75 à 85 p. 100 des nouveaux autobus mis en service en Allemagne, et il y en avait aussi en France, aux Pays-Bas, au Danemark et en Grande-Bretagne. Le transport s'est révélé sûr, même avec des personnes en fauteuil roulant laissé sans ancrage, bien que les essais en laboratoire sur des mannequins fixés à un fauteuil roulant sans ancrage aient indiqué l'instabilité de ceux-ci en service urbain normal. La fréquentation a augmenté, notamment celle des personnes handicapées ambulatoires et des personnes chargées de sacs d'épicerie ou poussant une voiture d'enfant. Qui plus est, les autobus à plancher bas ont accru l'attractivité des autobus pour tous les passagers.

Les autobus à plancher bas (550 mm du sol) sont manifestement plus accessibles aux personnes âgées et aux handicapés ambulatoires que les autobus nord-américains dont le plancher est à 850 mm du sol. Des études menées en France (Dejeammes et coll.,

1993), en Allemagne (Blennemann, 1992) et en Grande-Bretagne (Balcombe et York, 1995), confirment que les autobus à plancher bas sont plus accessibles que les autobus européens standard. S'ils conviennent surtout aux personnes âgées et aux handicapés ambulatoires, ils conviennent également aux autres, comme l'a découvert Blennemann, qui précise toutefois que l'avantage des premiers sur les seconds est d'autant plus net que le handicap est plus profond. Dejeammes (1996) décrit l'Action 322 européenne COST (Co-operation in Science and Technology) sur les autobus à plancher bas, et présente ses recommandations.

Rutenberg (1995) a fait la synthèse des résultats obtenus au Canada, aux États-Unis et en Europe, dans une étude menée pour le compte de l'Association canadienne du transport urbain. Cette étude dresse la liste des questions que les entreprises de transport en commun doivent se poser et à la lumière desquelles elles décideront de la politique à adopter concernant le transport des personnes handicapées. Elle formule des recommandations sur les recherches à poursuivre concernant la sécurité, les technologies (ancrage des fauteuils roulants), l'exploitation et la politique générale.

#### **4.3.4 Autobus communautaires**

Une autre mutation s'est produite depuis l'implantation en Suède des autobus dits communautaires. Il s'agit de minibus accessibles aux fauteuils roulants, circulant sur des parcours proches de destinations intéressant la population âgée et handicapée (Ståhl, 1991). Ces minibus ont un plancher bas avec, à l'entrée, un escalier dont la première marche est à 200-230 mm du sol, et ils sont équipés d'une rampe pour les fauteuils roulants. Non soumis à la contrainte du temps, le conducteur peut prêter main forte à qui la lui demande. Lancée d'abord dans la ville de Borås en Suède en 1983, ces minibus ont vite été adoptés par les personnes handicapées qui avaient auparavant recours à un service de transport à la demande, plus coûteux que les services communautaires.

Les services communautaires peuvent être offerts parallèlement à d'autres services de transport en commun et desservir des parcours insuffisamment fréquentés, de manière à accroître la fréquentation des transports en commun. L'accessibilité et le mode d'exploitation de ces véhicules réduisent le nombre de personnes incapables d'emprunter les transports en commun. Vers la fin de 1991, une cinquantaine de villes suédoises avaient adopté cette formule, de même que des villes de l'Alberta et de l'Ontario et certaines localités des États-Unis.

La Suède a ainsi ouvert la voie à la formule de transports intégrés accessibles à des personnes dont le degré de handicap varie beaucoup. Cette formule se distingue par les nombreuses possibilités qu'elle offre : transports en commun accessibles à itinéraire fixe (autobus à plancher bas et métros accessibles) destinés aux personnes pouvant se rendre jusqu'aux arrêts; autobus communautaires pour les personnes dont il faut s'occuper un peu plus que ne le font les transports de masse, mais qui n'ont pas besoin d'un service régulier; taxis subventionnés pour les personnes qu'il faut transporter de porte à porte, mais qui n'ont pas besoin d'attention particulière durant le trajet;

transports à la demande pour les handicapés profonds qui ont besoin de soins soutenus durant le trajet; transports personnalisés subventionnés pour les personnes handicapées aptes à prendre le volant et n'ayant pas accès à des services de transport en commun, ou qui ne peuvent travailler que dans la mesure où elles disposent d'une voiture.

#### **4.3.5 Carte de perception à mémoire**

En Allemagne, la Deutsche Telecom, les services de transport en commun et l'association des entreprises de transport mettent à la disposition du public des cartes à mémoire prépayées, aussi bien pour l'achat de titres de transports urbains ou interurbains que pour l'usage d'un téléphone. La carte se recharge en l'insérant dans un téléphone à cartes prépayées, dont on actionne les boutons du clavier pour que le montant porté à notre crédit soit débité de notre compte en banque.

### **4.4 Transports adaptés et taxis**

#### **4.4.1 Transports adaptés**

Par transports adaptés, on entend les services de transport assurés parallèlement aux formes classiques de transport en commun. Cette partie traitera plus précisément du transport porte à porte, dit aussi à la demande. On se sert de fourgonnettes ou de minibus pour transporter des personnes de porte à porte lorsqu'elles en font la demande, comme le ferait un taxi. Mais, contrairement à ce dernier, le coût du déplacement est partagé entre les utilisateurs qui ont une même destination, le parcours n'étant plus aussi direct qu'en taxi, compte tenu des origines-destinations des différents usagers. Le transport à la demande a été lancé au début des années 1970 pour desservir les régions à densité de population faible. Par la suite, il a évolué pour devenir ce qu'il est maintenant : un service spécialisé pour les personnes incapables d'utiliser les transports en commun, évolution survenue généralement à la suite d'une fusion des services de transport assurés par des bénévoles et ceux assurés par le bien-être social.

Les transports adaptés ont fait l'objet de nombreuses recherches dans les années 1970 et 1980, visant surtout l'aspect opérationnel du service : planification, exploitation, coordination avec les taxis et les autres transports adaptés, sélection, exploitation et maintenance des véhicules donnant un rapport services-coût optimal. Plusieurs des manuels produits par la U.S. Federal Transit Administration au début des années 1990 se sont inspirés de ces travaux. Des recherches approfondies, surtout par l'industrie concernée, ont été consacrées à la mise au point de dispositifs d'ancrage des fauteuils roulants et de retenue des occupants à l'intérieur des fourgonnettes de transport à la demande.

La recherche a également porté sur les logiciels conçus pour la gestion de la demande et de l'offre de transport. Des logiciels servent maintenant à la régulation des services de taxis et du transport à la demande, qu'ils contribuent à rendre plus productifs qu'auparavant.

Relativement peu d'études ont été faites sur les difficultés éprouvées par les usagers des services de transport adapté. Oxley et Alexander (1994) ont recensé les raisons pour lesquelles les personnes handicapées habitant Londres n'utilisent pas les services à la demande offerts aux Londoniens :

Obligation de planifier/réserver au moins 3 jours à l'avance	22 %
Pas besoin/pas besoin de me déplacer/j'ai tout ce qu'il faut à portée de main/j'ai mon propre véhicule/je m'organise	17 %
Difficulté à rejoindre le service au téléphone/pas de réponse/toujours occupé	13 %
Lorsque j'y parviens, c'est toujours trop tard, plus de place	11 %
Ne desservent pas les hôpitaux	8 %

Ils donnent aussi les difficultés éprouvées par les usagers des services de transport à la demande :

Difficulté à les rejoindre/toujours plein/jamais disponible	9 %
Toujours occupé/difficulté à les rejoindre	6 %
Obligation de réserver très en avance	6 %
Itinéraires, services restreints/ne dépassent pas certaines limites/ne desservent pas les hôpitaux	4 %

Changements proposés pour accroître la fréquentation :

Préavis plus court/réservation à plus court terme	20 %
Possibilité de réservation pour le même jour/service instantané	19 %
Plus de souplesse	18 %
Meilleur accès par téléphone	16 %
Plus de véhicules/de conducteurs	14 %

Les coûts élevés d'exploitation des services de transport adapté ont toujours conditionné l'offre et la capacité de transport. Il faut parfois les rejoindre au téléphone dès qu'ils ouvrent le matin, sinon on se heurte à un refus pour manque de place libre. L'usage du téléphone peut constituer un handicap pour les personnes malentendantes ou ayant un trouble de la parole, bien qu'il leur soit possible d'utiliser un terminal dans ce but. En Europe, il y a eu plusieurs cas où le conducteur et le préposé ont eu beaucoup de difficulté à transporter un client depuis son logement difficile d'accès. Mais le grand problème est celui de l'inadéquation de l'offre à la demande de transport. Le manque de place oblige à effectuer des réservations très en avance, ce qui risque d'accroître le nombre de défections.

#### 4.4.2 Taxis

Les recherches sur l'adaptation des taxis au transport des personnes handicapées ont suivi trois grands axes : coordination des services de taxi avec les services de transports en commun et de transport adapté; élaboration de programmes de subventions aux usagers pour rendre les taxis plus abordables aux personnes âgées et aux handicapés; étude de véhicules accessibles pouvant servir de taxi. Au Canada, le Centre de développement des transports a financé la mise au point d'équipements conçus pour permettre aux passagers d'un taxi de communiquer avec le conducteur et de lire plus aisément le taximètre.

Oxley et Alexander (1994) ont recensé les raisons pour lesquelles les personnes handicapées habitant Londres n'utilisent pas les services de taxi qui leur sont proposés :

Trop chers	32 %
J'utilise mon propre transport (voiture)	22 %
Je n'en ai pas besoin	21 %

Quant aux usagers de ces services, très peu ont eu des raisons de s'en plaindre.

#### 4.5 Trains et métros

Les transports par rail opposent trois sortes de difficultés d'accès : dénivellation entre le quai et la première marche, exigüité des portes et des couloirs, accès aux quais. Quant aux autres obstacles, tels que difficulté de se déplacer dans les gares, manque d'espace pour les fauteuils roulants à bord des trains, information et billetterie, ils ne diffèrent pas beaucoup des barrières existant dans les bâtiments recevant du public ou dans les autres modes de transport, les autobus, par exemple.

En Grande-Bretagne, les quais sont plus hauts qu'en Amérique du Nord ou dans la plupart des pays européens, la dénivellation entre le quai et le plancher du train se situant dans la plupart des cas entre 20 et 30 cm, que l'on peut franchir aisément au moyen d'une rampe manuelle. Dans le cas de la plupart des autres réseaux, une plateforme élévatrice devient nécessaire. Quant aux métros, leur plancher est dans la plupart des pays au même niveau que les quais.

##### 4.5.1 Transports guidés sur rail

La plupart des métros lourds et légers de construction récente sont accessibles aux fauteuils roulants. Au Canada et aux États-Unis, les années 1970 et 1980 ont été marquées par des projets de recherche visant à rendre les trains de banlieue plus accessibles et, notamment, à faciliter l'embarquement en fauteuil roulant à partir de quais plutôt bas. Quant à la largeur des portes, il n'y avait rien qui pouvait être fait, et seuls les fauteuils roulants manuels pouvaient les franchir.

En 1975, l'organisme de transports londonien a fait faire une étude du métro de Londres du point de vue des obstacles architecturaux, dans le but d'en faciliter l'utilisation par les personnes handicapées ambulatrices (Penton, 1978). L'étude a montré que 20 p. 100 de la population profiterait grandement de certaines améliorations, telles que rampes, meilleur éclairage, uniformité des marches et contremarches, prolongement des temps d'arrêt des trains.

L'enquête menée par la Greater London Association for Disabled People (GLAD, 1986) a révélé que 25 p. 100 seulement des personnes handicapées utilisaient le métro de Londres et que sur ce nombre, 10 p. 100 seulement l'utilisait sans difficulté. Trente-trois pour cent ont déclaré ne pas pouvoir l'utiliser, contre 20 p. 100 pour l'autobus. Les difficultés éprouvées par les personnes capables d'utiliser le métro de Londres, avec difficulté ou avec de l'aide, ont été recensées. Elles figurent au tableau 8 ci-dessous :

**Tableau 8**  
**Difficultés à utiliser le métro de Londres**

Difficulté	Proportion éprouvant de la difficulté	Proportion ayant besoin d'aide
Se déplacer vers et depuis la station	66	31
Acheter un titre de transport	15	9
Utilisation des escaliers	84	33
Utilisation des ascenseurs	35	16
Utilisation des escaliers roulants	61	38
S'orienter vers le bon quai	35	19
Monter à bord de la rame	36	18
Gagner un siège libre	29	15
S'asseoir	15	6
Savoir à temps que l'on est arrivé	20	12
Descendre de la rame	41	19

*Échantillonnage : 196 personnes ayant un handicap de mobilité, pouvant utiliser le métro, avec difficulté ou de l'aide.*

*(Source : GLAD, 1986)*

Sur l'Europe des années 1980 a déferlé une vague d'investissements visant à construire des métros légers à plancher bas, à améliorer les métros en circulation et à rendre les trains de banlieue plus accessibles. En Allemagne, Munich et Hambourg et d'autres villes aussi ont commencé à moderniser leur métro vieillissant, notamment en le rendant accessible aux fauteuils roulants (Sack, 1989). Ce pays a modernisé également plusieurs de ses réseaux de trains de banlieue dans ce sens, mais il a connu ce faisant des difficultés là où les trains rapides et les trains de banlieue doivent utiliser les mêmes quais. L'accès aux trains de banlieue a été amélioré en élevant les quais au niveau du plancher des trains, et par une meilleure accessibilité des quais (Blennemann, 1992).



Cette vague d'améliorations s'est accompagnée du souci d'améliorer aussi l'accès aux distributrices de titres de transport, les billetteries, les systèmes d'information des voyageurs et les aides aux personnes malvoyantes : signalisation plus claire, mieux contrastée, etc. Plusieurs communications présentées aux conférences internationales sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite (COMOTRED) de 1992 et de 1995 ont décrit diverses réalisations intéressant les réseaux de transports guidés sur rail. Elles consistaient surtout à supprimer les obstacles les plus répandus tels que les difficultés d'accès vers et depuis les gares et d'utilisation des escaliers fixes et roulants.

Oxley et Alexander (1994) ont trouvé que 21 p. 100 seulement de l'échantillonnage de personnes handicapées habitant Londres utilisaient le métro de cette ville, comparativement à 44 p. 100 dans le cas de l'autobus.

Les raisons invoquées par les personnes qui n'utilisaient pas le métro ont été les suivantes :

Pas besoin/confinées à la maison/aucun besoin de sortir	27 %
Difficulté d'accès/incapacité à gravir les escaliers, surtout en cas de panne des escaliers mobiles	19 %
Trop malade/incapable/impossibilité/épilepsie/handicap profond	15 %
Trop grande distance aux stations/impossibilité de s'y rendre	12 %
Peur des escaliers roulants/n'aime pas les escaliers roulants/ne peut débarquer à temps	7 %
Dispose d'une voiture/d'un transport	7 %
Cohue/peur de la cohue/difficultés respiratoires	5 %
Impossible en fauteuil roulant	5 %

Difficultés éprouvées par les personnes qui utilisent le métro :

Besoin d'aide pour monter les escaliers fixes ou roulants/pentes	17 %
Difficulté avec les escaliers en cas de panne des escaliers roulants	16 %
Peur de la cohue	7 %
Peur de tomber/monter à bord/descendre/écart plancher-quai	5 %
Difficulté à trouver un siège/cohue à l'intérieur	5 %

Changements proposés pour accroître la fréquentation :

Plates-formes élévatrices jusqu'aux quais à toutes les stations	46 %
Accessibilité aux fauteuils roulants/rampes/accessibilité aux handicapés	20 %
Escaliers roulants au lieu des escaliers fixes	13 %
Plus de stations/lignes prolongées	9 %
Assistance des préposés	8 %
Aménagements intérieurs plus accessibles aux handicapés	6 %
Agrandir pour réduire la congestion	5 %
Réduire l'écart plancher-quai	5 %

Ståhl et coll. (1993) ont découvert que les difficultés d'utilisation des métros, généralement mineures, se produisent pour la plupart en cours de route, et qu'il y avait autant de difficultés, celles-là plus sérieuses, à se rendre vers et depuis les stations. D'autres difficultés mineures ont été relevées à l'intérieur des stations et au moment de monter à bord des rames et d'en descendre. Ils ont observé que le niveau élevé de service offert par les métros est réduit à néant lorsqu'un équipement important comme les ascenseurs ou les escaliers roulants tombent en panne. Le manque de personnel aux stations a été également observé.

#### **4.5.2 Trains intervilles**

Vers la fin des années 1970, les chemins de fer européens ont entrepris pour la plupart d'améliorer l'accessibilité de leurs services. Or, vu la faible hauteur des quais, les sociétés ferroviaires dans les pays du continent européen ont décidé de rendre accessible un petit nombre de trains (Presson, 1978; Sack, 1989). Pour sa part, la British Rail, a tablé sur l'avantage procuré par une hauteur de quai plus élevée et par un matériel roulant disposant de portières suffisamment larges pour admettre des fauteuils roulants. Par contre la largeur insuffisante des couloirs posait toujours un problème. Elle a donc adopté une politique visant à rendre accessibles tous les trains desservant certaines grandes gares, avec des préposés sur place à condition que l'utilisateur ait donné un préavis. Elle a également rendu accessibles les principales gares visées.

En 1992, la Conférence européenne des ministres des transports et l'Union internationale des chemins de fer ont publié un rapport sur l'accessibilité des trains européens, proposant l'élaboration de normes comparables applicables aux trains (ECMT et UIC, 1992). Le rapport donnait des lignes directrices concernant les plates-formes élévatoires et les dimensions des portières et des couloirs, précisant que l'ancrage des fauteuils roulants n'était pas obligatoire à condition que ceux-ci soient équipés de freins ou d'un verrouillage les immobilisant.

Les sociétés ferroviaires ont adopté au départ une approche intégrée, c'est-à-dire qu'en plus de rendre les trains accessibles aux fauteuils roulants, elles ont mis des préposés à la disposition des personnes handicapées, amélioré les gares, installé des toilettes et des buffets accessibles, prévu que les accompagnateurs voyageraient à prix réduit ou gratuitement et rendu publiques toutes ces initiatives par la publicité (Obrist, 1993). Ces mesures ont eu cependant un impact limité en raison de la longue durée de vie du matériel roulant, du grand nombre de gares et du manque de fonds. Hultgren (1995) donne une description adéquate de l'approche intégrée adoptée en Suède, qui se rapproche assez de celle de plusieurs autres pays européens. Il a été le premier à préciser que la qualité du service dont bénéficie l'ensemble des usagers a commencé par être définie par et pour les usagers handicapés. Étant donné que les mesures favorisant ces derniers finissent par relever le niveau de service de tout le réseau, il s'ensuit que le mode de gestion autrefois axé sur la productivité des opérations ferroviaires, et non sur la satisfaction de la clientèle, a cessé d'être pertinent.

L'enquête menée par la Greater London Association for Disabled People (GLAD, 1986) a révélé que 29 p. 100 seulement des personnes handicapées utilisaient les trains (comparativement à 25 p. 100 pour le métro) et que, sur ce nombre, 10 p. 100 seulement l'utilisaient sans difficulté. Vingt-quatre pour cent ont déclaré ne pas pouvoir utiliser le train, contre 33 p. 100 pour le métro. Les difficultés éprouvées par les personnes capables d'utiliser le train, avec difficulté ou avec de l'aide, figurent au tableau 9.

**Tableau 9**  
**Difficultés à utiliser les trains**

Difficulté	Proportion éprouvant de la difficulté	Proportion ayant besoin d'aide
Se déplacer vers et depuis la station	74	39
Acheter un titre de transport	14	11
Utilisation des escaliers	88	41
S'orienter vers le bon quai	38	15
Monter à bord du train	63	33
Gagner un siège	30	19
S'asseoir	16	7
Savoir à temps que l'on est arrivé	19	11
Descendre du train	59	31

*Échantillonnage : 209 personnes ayant un handicap de mobilité, pouvant utiliser le train, avec difficulté ou de l'aide.*

*(Source : GLAD, 1986)*

Selon l'Automobile Association (1992), les raisons expliquant l'abandon du train étaient les suivantes : pas besoin (29 p. 100), propre transport (17 p. 100) difficulté à monter (14 p. 100), difficulté à se rendre à la gare (10 p. 100) et incommodité des itinéraires (9 p. 100).

Oxley et Alexander (1994) ont trouvé que 23 p. 100 seulement de l'échantillonnage de personnes handicapées habitant Londres utilisaient couramment le train, comparativement à 21 p. 100 dans le cas du métro.

Les raisons invoquées par les personnes qui n'utilisaient pas le train ont été les suivantes :

Pas besoin/confinées à la maison/aucun besoin de sortir	44 %
Dispose d'une voiture/transport/aller où je veux	15 %
Trop malade/épilepsie/handicap profond	13 %
Pas de plates-formes élévatrices/trop d'escaliers	6 %
Trop grand distance aux gares/impossibilité de s'y rendre	6 %

Difficulté à monter/à descendre/marches trop hautes/ écart voiture-quai trop grand	6 %
Trop cher	5 %
Difficultés éprouvées par les personnes qui utilisent le train :	
Besoin d'aide aux gares	12 %
Besoin d'aider pour monter à bord/pour descendre/marches trop hautes	10 %
Manque de préposés/préposés peu serviables	3 %
Besoin d'être assis	3 %
Difficulté à ouvrir, fermer les portes	2 %
Changements proposés pour accroître la fréquentation :	
Meilleure accessibilité aux handicapés/fauteuils roulants	20 %
Plus abordable	18 %
Plates-formes élévatrices dans toutes les gares	18 %
Plancher bas/écart train-quai nul	16 %
Préposés disponibles	12 %
Rampes pour fauteuils roulants	9 %
Compartiment, espace pour fauteuils roulants	9 %
Meilleur service, respect des horaires	5 %
Portes coulissantes/plus faciles à manoeuvrer	5 %

Ståhl et coll. (1993) ont découvert que l'utilisation du train causait de grandes difficultés aux personnes handicapées, la principale étant de monter à bord et de descendre, tandis que les difficultés éprouvées en cours de route étaient généralement mineures. Se déplacer vers et depuis la gare posaient plus de problèmes que les gares elles-mêmes. Par contre, s'informer en vue du voyage posait moins de difficultés. Le problème des bagages a été évoqué durant les discussions en groupe. La hauteur des marches et dans une certaine mesure la circulation à l'intérieur du train causaient des difficultés à bon nombre de personnes ayant des incapacités fonctionnelles motrices. Les personnes en fauteuil roulant éprouvaient des difficultés propres à leur état. Les personnes malentendantes avaient de la difficulté à obtenir l'information nécessaire dans les gares et en cours de route. En Suède, les trains X 2000 ainsi que les gares sont équipés de boucles d'induction qui permettent aux personnes ayant un handicap auditif et portant une aide auditive d'entendre les annonces malgré le bruit ambiant.

## 4.6 Conduite d'un véhicule moteur

### 4.6.1 Accidents et aptitude à prendre le volant

Le nombre de personnes âgées ou handicapées qui conduisent un véhicule ne fait qu'augmenter, pour les raisons suivantes :

- augmentation de la population âgée

- les générations précédentes n'avaient pas appris à conduire
- prospérité des personnes âgées
- existence d'aides technologiques à la conduite

L'étude menée en 1975 dans la ville de Guilford (Grande-Bretagne) par Hopkin et coll. (1978) sur les personnes âgées qui détiennent un permis de conduire et qui conduisent a révélé que les hommes âgés entre 65 et 69 ans, et ceux âgés de 80 ans et plus, conduisent un véhicule dans une proportion de 57 p. 100 et de 11 p. 100, respectivement. Ces proportions étaient de 10 p. 100 et de 4 p. 100, respectivement, dans le cas des femmes. Sur le nombre de personnes qui ont déjà détenu un permis de conduire, la proportion d'anciens conducteurs a passé de 20 p. 100 pour le groupe 65-69 ans à 55 p. 100 pour le groupe 80 ans et plus. Plus récemment, l'enquête menée par la British National Travel montre que, chez les hommes, du moins, on conserve le statut de conducteur plus longtemps qu'auparavant. Entre 1988 et 1990, 41 p. 100 des hommes âgés entre 80 et 84 ans et 30 p. 100 des hommes âgés de 85 ans et plus détenaient encore leur permis de conduire. L'enquête ne disait rien au sujet des personnes qui ont préféré cesser de conduire. Le nombre de femmes âgées qui conduisent toujours en Grande-Bretagne reste encore bas : 7 p. 100 chez les femmes âgées de 80 à 84 ans et 4 p. 100 chez celles âgées de 85 ans et plus. Cela s'explique par le fait que les femmes qui ont maintenant cet âge n'avaient jamais appris à conduire durant leur jeunesse.

Aux États-Unis, la proportion de personnes détentrices d'un permis d'un conduire est plus élevée. En 1988, il y avait 85 p. 100 d'hommes et 49 p. 100 de femmes âgés de 70 ans ou plus qui détenaient un permis de conduire valide (FHWA, 1995). En 1994, ces proportions avoisinaient les 90 p. 100 chez les hommes, et 58 p. 100 chez les femmes. Dans le cas des personnes âgées de 85 ans et plus, les proportions étaient de 75 p. 100 et de 26 p. 100, respectivement. Au Canada, on ne dispose pas de données à ce sujet, ce qui rend impossible toute prévision fiable sur l'accroissement du nombre de conducteurs âgés. Cela s'explique par le fait que dans ce pays, une confédération, la collecte de données sur les conducteurs, les véhicules et la circulation routière relève des provinces et qu'elle ne se fait pas de façon uniforme. En outre, le Canada ne mène pas d'enquêtes périodiques sur les habitudes de déplacement de ses citoyens, comme c'est le cas aux États-Unis et en Grande-Bretagne. Or, ce type d'enquête est le seul moyen par lequel on peut mesurer de manière fiable la proportion de personnes détenant un permis de conduire, et qui conduisent effectivement, selon les différents groupes d'âge.

Le vieillissement entraîne des modifications physiologiques qui rendent difficile la tâche de conduire : réflexes ralentis, aptitude amoindrie à s'occuper de plusieurs choses à la fois, vision affaiblie, surtout la nuit. Le cristallin jaunit et durcit, le pouvoir d'accommodation de l'oeil faiblit, surtout lorsque la lumière est faible. La focalisation se fait mal alors qu'augmente la sensibilité de l'oeil à l'éblouissement. Il s'ensuit que chez les personnes âgées, l'aptitude à lire la signalisation, surtout lorsque l'éclairage est faible, diminue. Avec l'âge aussi, augmentent les probabilités de crises cardiaques,

d'arthrite ou de rhumatisme. Cependant, toutes les personnes d'un même groupe d'âge n'ont pas nécessairement les mêmes difficultés et il ne faudrait pas faire de l'âge le seul critère sur l'aptitude à conduire de façon sûre.

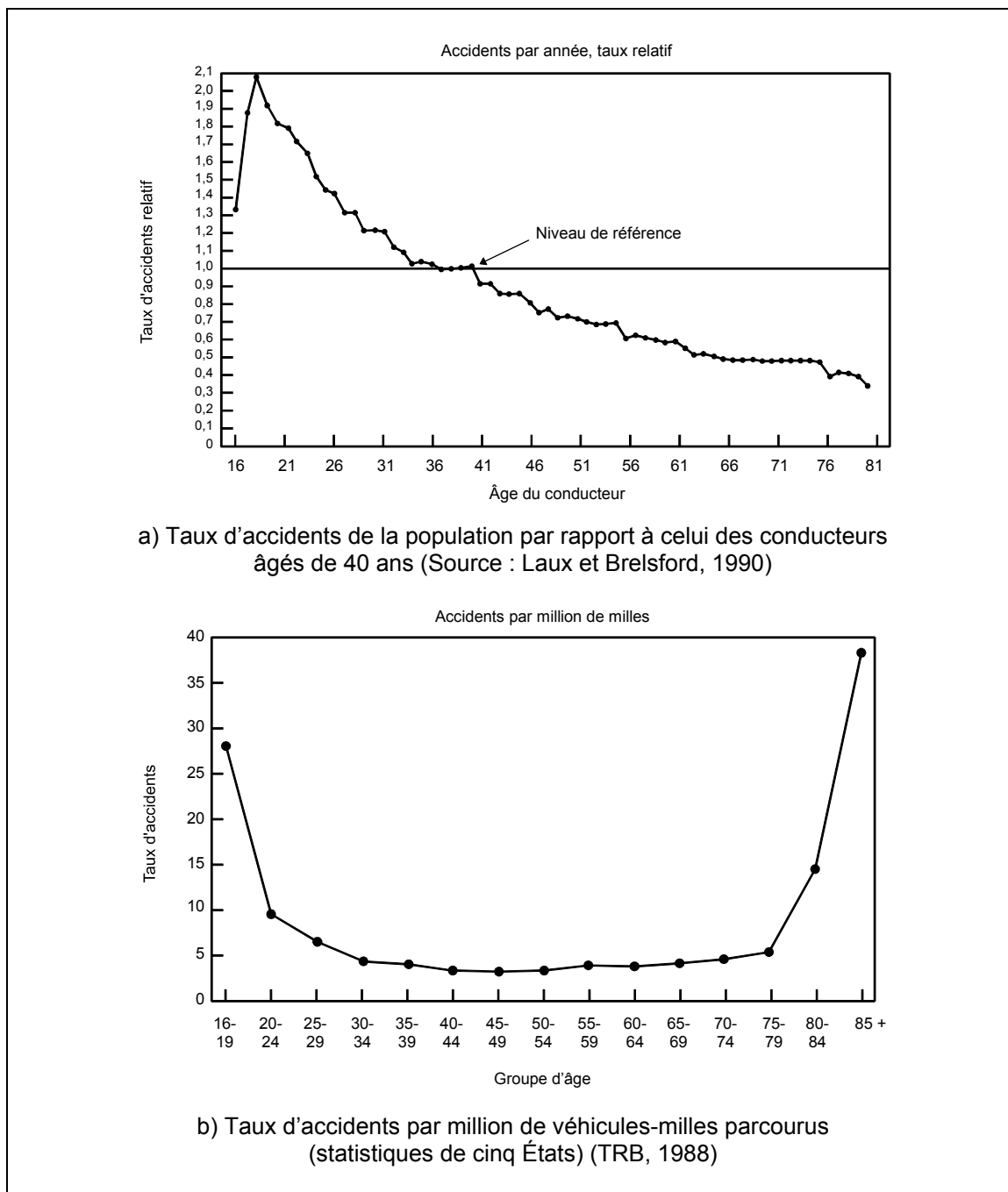
Dans la plupart des pays, il est observé que le taux d'accidents par conducteur par an décroît régulièrement à mesure que l'âge augmente (figure 4 a et b) (TRB, 1988; Highway Users Federation, 1989; Oxley et Mitchell, 1995). En Colombie-Britannique, 2,2 p. 100 seulement des conducteurs âgés de plus de 65 ans ont été impliqués dans une collision en 1994, comparativement à 4,4 p. 100 pour l'ensemble des conducteurs.

Étant donné que la distance parcourue par an par les conducteurs âgés diminue avec l'âge, le taux d'accidents par mille parcouru commence à augmenter dès la cinquantaine et monte en flèche entre 70 et 75 ans. L'organisme devient plus fragile avec l'âge, de sorte que la proportion d'accidents avec tués ou blessés augmente également avec l'âge (Evans, 1991). Au Canada, la proportion de personnes âgées de 65 ans et plus parmi les victimes d'accidents mortels de la route a passé de 10 p. 100 à 14 p. 100 au cours de la dernière décennie. Le nombre de conducteurs âgés tués dans des accidents de la route augmente régulièrement depuis 1983, contrairement au nombre de tués dans tous les autres groupes d'âge (MacLennan, 1993). Cependant, les accidents de la route ne constituent pas la principale cause de décès chez les personnes âgées (Highway Users Federation, 1989).

La distribution des accidents impliquant des conducteurs âgés n'est pas la même que celle impliquant les autres conducteurs (TRB, 1988; FHWA, 1990; Hakamies-Blomqvist, 1996). Les conducteurs âgés auront plus que la moyenne tendance à avoir des accidents aux carrefours, surtout lorsqu'il leur faut tourner à gauche. Infractions au droit de passage, confusion dans la signalisation, changements intempestifs de file et collisions à angle plus ou moins droit sont quelques-unes des causes de ces accidents. Par contre, ils ont moins que la moyenne tendance à être impliqués dans des accidents attribuables à un excès de vitesse, à la perte de la maîtrise du volant, à des facultés affaiblies par l'alcool, ou à des accidents de véhicules seuls, des collisions par l'arrière, des collisions avec des piétons ou des accidents en dehors d'un carrefour. Cette constatation se dégage des études menées tant en Europe qu'en Amérique du Nord et se vérifie sur les deux continents, malgré les très grandes différences dans les réseaux routiers respectifs.

Les conducteurs âgés dominent les statistiques d'accidents aux carrefours, surtout à la jonction de deux routes secondaires non protégées par feux. Ils auront plus que la moyenne tendance à des infractions au droit de passage. Ils sont cependant moins présents dans les statistiques sur les accidents de véhicules seuls, la nuit, pour excès de vitesse ou conduite avec des facultés affaiblies par l'alcool. Les conducteurs âgés sont plus responsables des accidents que les conducteurs d'âge moyen, mais ce n'est qu'après l'âge de 75 ans qu'ils causent plus d'accidents que les jeunes de moins de 20 ans. Les conducteurs âgés commettent plus d'erreurs que les jeunes lorsqu'ils doivent tourner à gauche ou s'insérer dans une file de circulation. Ils admettent avoir de

la difficulté lorsqu'il faut tourner ou s'insérer, ou respecter les feux et la signalisation (Malfetti et Winter, 1987).



**Figure 4** Taux d'accidents chez les conducteurs âgés aux États-Unis

#### 4.6.2 Éviter les situations difficiles

Les conducteurs âgés cherchent à éviter les situations qu'ils savent leur être dangereuses, difficiles ou stressantes. Diverses études ont permis de déterminer les situations qu'ils veulent éviter à tout prix, mais celles qui ont isolé les situations simplement stressantes ou désagréables pour eux ont été plutôt rares. Les conducteurs âgés de 55 ans et plus ont plus de difficulté que ceux âgés de 35 à 44 ans à lire les panneaux, bien voir la nuit, regarder en arrière au moment de faire marche arrière ou de s'insérer dans une file de circulation (Yee, 1985; Rothe, 1990). Benekohal et coll. (1994a) ont mené une enquête dans l'État de l'Illinois sur les conducteurs âgés de 65 ans et plus dans le but de déterminer les situations de conduite qui leur paraissent plus difficiles. La plupart des répondants ont précisé que c'étaient la conduite nocturne, la circulation intense et la circulation autoroutière à grande vitesse qui les effrayaient le plus (tableau 10).

**Tableau 10**  
**Proportion de conducteurs âgés ayant déclaré**  
**éprouver plus de difficulté à conduire qu'il y a 10 ans**

Tâche de conduire	Pourcentage
Conduire la nuit	62,2
Conduire lorsque la circulation est intense	52,2
Conduire aux vitesses autoroutières	31,7
Conduire dans les zones en construction	28,5
Lire les panneaux de signalisation urbains	26,8
Lire les panneaux de signalisation autoroutières	23,5
Franchir des carrefours	21,2
Trouver le début de la file permettant d'effectuer un virage à gauche à un carrefour	20,4
Effectuer un virage à gauche à un carrefour	19,0
Suivre la signalisation horizontale	16,9
Conduire de jour	13,3
Réagir aux feux de circulation	11,6

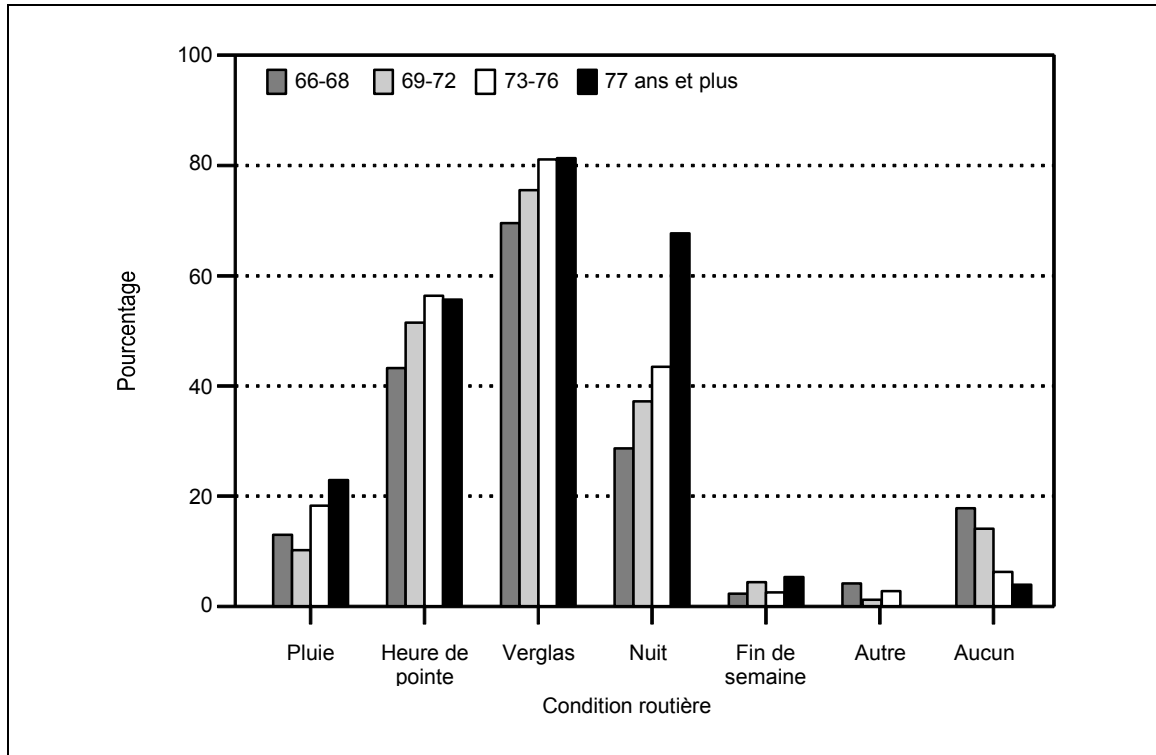
(Source : Benekohal et coll., 1994a)

#### 4.6.3 Situations difficiles

Laux et Brelsford (1990) ont trouvé que la tendance générale chez les conducteurs âgés est de cesser de conduire la nuit et par mauvais temps, de conduire moins fréquemment et d'éviter les autoroutes. Un pourcentage plus faible évite les quartiers peu familiers ou



les grands axes routiers. Benekohal et coll. (1994b) ont isolé les situations de conduite que les conducteurs âgés préfèrent éviter, et ce selon le groupe d'âge. La figure 5 montre que ces situations sont principalement le verglas, les heures de pointe et la nuit. La proportion de ceux qui évitent de conduire la nuit augmente avec l'âge, passant de 28 p. 100 entre 66 et 68 ans, à 67 p. 100 à 77 ans et plus.



**Figure 5** Situations de conduite que les conducteurs âgés préfèrent éviter, selon le groupe d'âge (Source : Benekohal et coll., 1994b)

D'après Rothe (1990), les conducteurs âgés évitent de conduire par mauvais temps, la nuit et aux heures de pointe. Mais Lerner et coll. (1990) n'ont pas trouvé d'indices laissant conclure que ces conducteurs évitent en masse la conduite autoroutière, sauf aux heures de pointe. L'enquête que Simms (1992) a menée auprès de 269 conducteurs âgés de 70 ans ou plus donne la proportion qui évite certaines situations de conduite lors de déplacements courts (tableau 11). Rabbitt et coll. (1996) donnent une liste plus élaborée de situations que les conducteurs âgés évitent ou ont évité dans le passé avant de cesser de conduire (tableau 12).

On constate que les situations évitées sont généralement les mêmes malgré les différences dans les géométries routières, l'intensité de la circulation, les conditions météo marquant les régions où ces études ont été menées. On se rend compte maintenant que, en évitant les autoroutes et les axes routiers à accès limité, les

conducteurs âgés abandonnent les routes qui pourtant sont les plus sûres en ce qui les concerne. Ce facteur, ajouté au fait qu'ils préfèrent fréquenter les routes secondaires et qu'ils couvrent une distance qui tend à décroître chaque année, contribue certainement à élever au-dessus de la moyenne le taux d'accidents par mille parcouru des conducteurs âgés.

**Tableau 11**  
**Situations de déplacements courts que les conducteurs âgés de 70 ans et plus préfèrent éviter**

Situations	Proportion qui veut éviter ces situations	Proportion ayant modifié ses habitudes de conduite en conséquence
Centre-ville	87	26
Carrefours difficiles	62	16
Carrefours giratoires	37	38
Changement de file	37	16
Sens uniques	32	25
Insertion dans la circulation	29	21
Virages à gauche	24	33
Circulation en rase campagne	20	10
Routes 2 voies	13	23
Heures de pointe	-	25
Stationnements étagés	-	22

(Source : Simms, 1993)

Même si Cohen (1996) signale qu'aux États-Unis les déficiences qui viennent avec l'âge atteignent une proportion de personnes âgées de 65 ans et plus qui va en diminuant chaque année, les atteintes physiologiques dues à l'âge et qui rendent la conduite automobile difficile ne se manifestent pas plus tard qu'avant.

Les nombreuses études ayant eu pour objet les conducteurs âgés ou handicapés ont permis de brosser un tableau fidèle quoique fragmentaire de leurs préoccupations et de leurs besoins. Soucieux de leur sécurité, ils préfèrent éviter les situations stressantes ou devant lesquelles ils se sentent désarmés, c'est-à-dire, l'obscurité, la circulation intense, la vitesse, les travaux sur voiries, le mauvais temps, les quartiers peu familiers, se perdre en chemin, les pannes mécaniques, la maladie, le crime et l'impuissance à prêter main forte en cas de besoin. Ces personnes sont bien conscientes de leurs faiblesses et adaptent leur style de conduite en conséquence.

**Tableau 12**  
**Proportion de conducteurs âgés qui évitent certaines situations de conduite ou qui l'ont fait avant de cesser de conduire**

Situation de conduite	Proportion de conducteurs ayant décidé de rouler moins souvent	Proportion d'anciens conducteurs qui avaient décidé de rouler moins souvent
Conduire la nuit	56	63
Conduire à l'aube ou au crépuscule	43	54
Conduire aux heures de pointe	58	58
Conduire sur les autoroutes	39	50
Par mauvais temps	38	47
En état de fatigue	55	56
Lorsque la santé ne le permet pas	44	53
Un véhicule étranger	58	67
Dans les centres-villes	51	58
Dans les endroits peu familiers	47	61
En rase campagne	13	16
Longues heures	42	37

(Source : Rabbitt et coll., 1996)

#### 4.6.4 Pourquoi cesse-t-on de conduire?

Le tableau 13 donne les raisons pour lesquelles les personnes âgées préfèrent cesser de conduire (Hopkin et coll., 1978), la principale étant l'absence de besoin ou de voiture. Pour les personnes âgées ayant de la difficulté à marcher, la deuxième raison citée est le handicap dont elles souffrent : pour celles qui peuvent marcher, c'est le manque d'intérêt.

Simms (1992) a mené une enquête auprès de 269 personnes qui conduisaient encore et de 87 qui avaient cessé de conduire, toutes âgées de 70 ans et plus. De celles qui avaient cessé de conduire, 82 avaient spontanément retourné leur permis de conduire, les cinq autres ayant été persuadées d'agir de même à cause de leur mauvaise santé ou d'une vision affaiblie, par leur médecin, leur opticien, le bureau qui délivre les permis ou un parent. Les raisons invoquées pour cesser de conduire ont été les suivantes :

Raisons monétaires	39 %
État de santé ou déficience	29 %
Peur de conduire	17 %
Vision affaiblie	7 %
Vision affaiblie	7 %

Oxley et Alexander (1994) ont compilé les raisons pour lesquelles les personnes âgées habitant Londres avaient préféré rendre leur permis de conduire. Dix-huit pour cent de ceux qui ne détenaient pas un permis de conduire valide en avaient déjà eu un. Elles ont préféré cesser de conduire pour les raisons suivantes :

État de santé	40 %
Trouble visuel	11 %
Raison d'âge/réflexes ralentis	11 %
N'a plus besoin de conduire	10 %
Trop cher	7 %
Perdu l'intérêt de conduire	7 %
A eu un accident de la route	6 %
A peur de la circulation	4 %

Une enquête plus récente menée en Grande-Bretagne par Rabbitt et coll. (1996) montre que, plus on commence tôt à conduire, plus on continue malgré l'âge. Une enquête auprès de 334 personnes qui avaient préféré cesser de conduire a dégagé 440 raisons, ventilées comme suit (en pourcentage) :

Sécurité/Peur d'un accident	30 %
Raisons médicales/déficience	27 %
Raisons monétaires/économiques	25 %
Raisons privées/sociales	14 %
Autres	4 %

Ces raisons plutôt générales ont été analysées plus finement, avec les résultats suivants

Sécurité (en pourcentage)	
Sentiment d'être un danger pour les autres	30 %
Sentiment que les autres sont dangereux	7 %
Je me sentais en danger pour des raisons médicales	3 %

Raisons médicales	
Trouble visuel	17 %
Trouble moteur	6 %
Troubles cardiaques	6 %
Autres	7 %

Raisons sociales

Je préfère les transports en commun	11 %
Quelqu'un d'autre conduit pour moi	8 %

Le sentiment d'être un danger pour les autres ou que les autres constituent un danger était loin d'être partagé par les personnes âgées qui continuent de conduire.

**Tableau 13**  
**Proportion des répondants ayant déclaré avoir cessé de conduire,**  
**selon la raison invoquée, Guildford, Grande-Bretagne, 1975**

Raison invoquée	Aucune difficulté à marcher	Difficulté à marcher
Pas besoin/pas de voiture	42	43
Plus intéressé(e)	26	2
Incapacité/âge	16	12
Ne peut plus conduire/ incapacité/état de santé	2	22
Manque d'argent/trop cher	5	7
Trouble visuel empêchant de conduire	2	7
A eu un accident de la route	5	2
Autre	2	7
Nombre de répondants	57	58

(Source : Hopkin et coll., 1978)

#### 4.6.5 Aides à la conduite

La première initiative prise pour rendre les voitures accessibles a été d'installer des commandes manuelles remplaçant les commandes au pied. On s'est penché ensuite sur la façon d'atténuer les contraintes pour entrer dans le véhicule, pour en sortir et pour s'y asseoir (Gazeley et Haslegrave, 1978; Institute of Consumer Ergonomics, 1985). Les constructeurs d'automobiles n'ont pas fait grand-chose dans ce sens, mais des conseils donnés sur les caractéristiques comparées des différents modèles proposés ont permis aux personnes âgées et aux handicapés de porter leur choix sur le modèle le mieux adapté à leurs besoins. Ensuite sont arrivées les commandes adaptatives telles que la servo-direction, les servo-freins et les commandes genre manche à balai et à asservissement intégral (Haslegrave, 1986). Ces dispositifs se sont révélés si efficaces que toute personne handicapée peut maintenant conduire pour peu qu'elle ait ses facultés cognitives intactes et qu'elle aie les moyens de se payer les dispositifs. Les seules contraintes qui restent à vaincre sont celles de l'accès et du siège, et elles ont été partiellement surmontées avec l'introduction des fourgonnettes qu'une personne handicapée peut conduire, assise dans son fauteuil roulant.



---

## 5. NORMALISATION ET RÉGLEMENTATION EUROPÉENNES

La présente partie traite des aspects réglementaires de la question de l'accessibilité, dont la gamme s'étend depuis les avis purement consultatifs jusqu'aux textes législatifs en passant par les normes, exécutoires ou non. Tous les pays d'Europe ont adopté des normes ou des textes législatifs portant sur la conception des bâtiments et tous, du moins ceux que l'auteur a recensés, traitent également de la question de l'accessibilité de bâtiments recevant du public. Mais ce ne sera pas de cela dont il sera question ici.

Dans plusieurs pays d'Europe, il existe des textes traitant de l'aménagement du paysage urbain : trottoirs, escaliers et rampes, zones piétonnières, stationnements, arrêts d'autobus, installations terminales. Ils émanent des pouvoirs publics (ministère des Transports et des Travaux publics - Pays-Bas), de corps constitués (National Rehabilitation Board de Dublin, 1988), d'organismes de normalisation (Association Suisse de Normalisation, 1988), de corps professionnels (Institution of Highways and Transportation, 1991), de commissions de transport (British Railways Board, 1989) ou d'organisations pour personnes handicapées (COLITRAH, 1992). Bien sûr, le contenu de ces textes diffère d'un cas à l'autre. Le document publié par l'Institution of Highways and Transportation (1991) compare plusieurs normes européennes selon les exigences qu'elles mettent de l'avant.

Des pays d'Europe en moins grand nombre ont adopté des normes ou des avis consultatifs concernant l'aménagement des autobus. En Suède, l'accessibilité des transports en commun, tous modes confondus, est régie par des lois qui traitent de cette question en termes généraux et qui ne donnent des précisions que sur les aspects suivants : identification de ligne et (ou) panneaux de destination; marches d'escalier, portières, mains courantes, appuis, sièges, annonce des arrêts successifs dans les autobus, boutons de demande d'arrêt, ventilation, éclairage et dispositions contre les allergies (Swedish Board of Transport, 1989). En Allemagne, l'association des entreprises de transport en commun VDV a publié des spécifications très détaillées concernant la construction et l'aménagement intérieur des autobus urbains et qui, bien que n'ayant pas force de loi, ont cours dans plusieurs villes d'Allemagne (VDV, 1996). La Grande-Bretagne et la France ont énoncé des spécifications qui, sans avoir force de loi, peuvent servir de standard de base dans les contrats concernant la construction et l'aménagement des autobus urbains (DPTAC, 1993; COLITRAH, 1991). En Grande-Bretagne, la loi anti-discrimination adoptée en 1995 donnera force de loi aux normes d'accessibilité, mais sans préciser les normes elles-mêmes. L'Union européenne étudie l'avant-projet d'une directive concernant la construction d'autobus urbains mais qui, telle qu'elle se présente, ne dit rien sur la nécessité d'améliorer l'accessibilité. Les améliorations telles que le plancher bas n'ont été adoptées que parce qu'elles apportaient des avantages économiques et d'exploitation et non parce que la loi le voulait.

Les normes d'accessibilité des chemins de fer font généralement partie des documents qu'une société de chemins de fer émet pour ses besoins internes, parallèlement aux spécifications concernant le matériel roulant et les installations qu'elle se propose de construire. La Conférence européenne des ministres des transports et l'Union internationale des chemins de fer ont publié un rapport conjoint sur l'accessibilité des trains européens, donnant des lignes directrices visant à rendre les trains intervilles accessibles aux personnes en fauteuil roulant, mais en précisant que les dimensions du fauteuil ne devraient pas être supérieures à celles de la norme ISO applicable (ECMT et UIC, 1992).

Il n'y a pas de normes d'accessibilité applicables aux voitures privées, bien que dans plusieurs pays d'Europe on trouve de l'information destinée aux conducteurs handicapés sur les détails à vérifier au moment de l'achat d'un véhicule. C'est en Scandinavie qu'on trouve l'information la plus complète, notamment à Oslo où Senter for Industriforskning publie périodiquement un registre détaillé de la plupart des modèles de véhicules vendus dans la péninsule scandinave. Il existe une version en langue anglaise de ce registre. Un certain nombre de pays ont adopté des standards ou des avis consultatifs concernant l'aménagement des commandes à l'intention des conducteurs handicapés, et dont quelques-uns vont un peu trop loin dans les exigences formulées : jusqu'à récemment, le gouvernement italien prescrivait tel type de commande comme devant convenir à tel type de déficience. Certains, donnés à titre consultatif, ne visent qu'à relever la qualité de la conception, de l'installation et de la maintenance (Institution of Mechanical Engineers, 1990; National Mobility Equipment Dealers Association, 1990). Règle générale, les dispositions législatives concernant la sécurité des véhicules moteur sont applicables aux véhicules conduits par des personnes handicapées, de la même manière qu'aux autres véhicules.

En Europe, le principe arrêté est d'empêcher par voie législative que les handicapés soient tenus à l'écart par des barrières artificielles. Pour la Suède, c'est le droit universel à un accès libre et sans entrave aux transports en commun ainsi qu'aux possibilités d'emploi et d'insertion dans la vie sociale. Les contraintes technico-économiques ayant été levées, la loi suédoise prescrit maintenant que les autobus doivent avoir au moins une porte avec une marche à 200 mm du sol, la hauteur des autres marches ne devant pas être supérieure à 230 mm.

Les arrêtés et les normes d'accessibilité adoptés en Europe visent à rendre les véhicules de transport accessibles aux personnes en fauteuil roulant, en précisant que les dimensions du fauteuil ne devraient pas être supérieures à celles de la norme 7 193/1985 de l'ISO. Le but étant de garantir un accès sans risque d'interruption d'un mode de transport à un autre et dans les stations de correspondance, et de donner aux exploitants une norme sur laquelle fonder leurs spécifications. Les handicapés ambulatoires, les personnes âgées et donc fragiles, les personnes ayant un handicap sensoriel ou cognitif, tous ont droit d'accès. Si l'accessibilité est considérée comme un droit, on n'est pas encore rendu au point de déclarer que toute personne handicapée a droit d'accès avec quelque aide à la mobilité que ce soit qui lui est nécessaire. En effet,



certaines aides sont interdites à bord des autobus et des trains à cause du risque de perte d'équilibre ou d'insécurité, ou ne peuvent être embarquées à cause de leur taille ou de leur poids. Les critères d'accessibilité imposés par les lois ne s'appliquent qu'aux bâtiments nouvellement construits ou aux véhicules neufs, et ne concernent les bâtiments ou les véhicules existants que si des modifications de grande envergure y doivent être apportées.



---

## 6. INTÉRÊT DE L'ACCESSIBILITÉ

L'intérêt de l'accessibilité est essentiellement économique : augmentation de la clientèle et donc des revenus, et mise au rancart des services spéciaux, si onéreux. Elle a des retombées qui profitent à la collectivité, en permettant à plus de gens d'obtenir des emplois et de jouir de la prospérité qui en résulte. Il ne faut pas oublier non plus les retombées transsectorielles que sont les économies procurées à une partie du secteur public grâce aux activités d'une autre partie de ce même secteur, les transports accessibles, justement.

Sur le plan des avantages économiques, les études sur les améliorations apportées aux autobus urbains pour les rendre accessibles aux personnes âgées et aux handicapés ambulatoires (Oxley et Benwell, 1985) montrent que des aménagements tels que des escaliers bas, des appuis robustes et des sièges convenablement espacés se traduisent par une hausse de fréquentation de 2 p. 100 environ et qu'une exploitation offrant à ces passagers le temps de s'asseoir avant que l'autobus ne redémarre attire, elle, une autre hausse de même ampleur.

Ståhl (1991) a montré qu'un service d'autobus communautaire se traduit par une réduction de 25 p. 100 à 40 p. 100 de la demande de transport adapté (taxis et transport à la demande). Le transport adapté revient en moyenne à 14 dollars US par déplacement, contre 3 dollars US pour un déplacement par autobus communautaire. On ne dispose pas encore de chiffres permettant de vérifier si l'autobus à plancher bas permet de réaliser des économies de cet ordre de grandeur, mais tout semble indiquer que c'est bel et bien le cas.

L'Université Cranfield a mené des études sur les avantages transsectoriels en Grande-Bretagne (Carr et coll., 1993; Fowkes et coll., 1994). Le fait que les personnes âgées et les handicapés peuvent emprunter les transports en commun pour magasiner, se rendre chez un médecin ou un spécialiste de la santé, ou pour profiter des avantages d'un centre d'accueil ou de loisirs produit des avantages transsectoriels qui se traduisent par autant de services non rendus à domicile par des médecins, des spécialistes de la santé, des travailleurs sociaux, etc., relevant tous du secteur public. On croit savoir aussi que, grâce à une mobilité recouvrée, les personnes âgées et les handicapés peuvent retarder le moment où elles doivent entrer dans une institution, ce lien de cause à effet n'ayant pas pu être établi de façon définitive. Les variables de mobilité ayant une corrélation avec le nombre de visites à domicile sont la distance que la personne peut parcourir à pied et l'aptitude à utiliser un autobus urbain sans aide, ce qui sous-entend forcément des transports en commun accessibles.

Donner aux handicapés l'occasion de se déplacer, c'est accroître pour eux les chances d'insertion sociale et d'une vie de qualité meilleure. Définir ce qu'est la qualité de vie n'est pas chose aisée, et elle l'est encore moins si l'avantage de se déplacer est ôté (Fowkes et coll., 1994). L'isolement social est un phénomène physio-psychologique que

les travailleurs sociaux auprès de personnes incapables de se déplacer disent être très répandu chez ces dernières. D'après l'étude GLAD (1986) :

«... l'isolement social peut susciter de nouveaux handicaps, à mesure que l'horizon se rétrécit, que l'on se sent coupé du reste du monde, que les possibilités de se lancer dans de nouvelles activités ou de goûter à de nouveaux intérêts s'amenuisent, et que l'autonomie se vide de son sens, petit à petit.»

La santé se dégrade, elle aussi. Gallon et coll. (1992) ont montré que la proportion de personnes ayant un handicap de mobilité et qui se placent dans la catégorie des gens n'ayant pas une bonne qualité de vie est presque le double des autres usagers des transports en commun. À l'inverse, la proportion de handicapés qui utilisent les transports en commun et qui se placent dans la catégorie de gens ayant une bonne qualité de vie est presque le double de ceux qui n'ont qu'un accès limité aux transports en commun.

---

## 7. SYSTÈMES INTELLIGENTS DE TRANSPORT

Le réseau routier connaîtra une mutation profonde au cours des prochaines décennies, par l'implantation progressive des systèmes intelligents de transport (SIT), qui sont l'application de la télématique, de l'informatique, des capteurs et des commandes intelligentes aux transports routiers. Dans son plan d'action, le U.S. National ITS Program prévoit des applications au nombre de sept (Euler et Robertson, 1995), à savoir : systèmes avancés de contrôle et de sécurité (AVCSS), systèmes avancés de transports en commun (PTO), systèmes de gestion des urgences (EM), systèmes de péage électronique (EP) ainsi que d'autres systèmes regroupés sous les vocables de systèmes avancés d'information à l'utilisateur (ATIS) et de systèmes avancés de gestion de la circulation (ATMS).

Les SIT promettent d'accroître la capacité, la productivité, la sûreté et la fiabilité des transports routiers. Les objectifs fixés au programme des SIT aux États-Unis sont les suivants :

- relever la sûreté des transports routiers du pays;
- accroître l'efficacité et la capacité du réseau de transport de surface;
- réduire les coûts énergétiques et environnementaux liés aux embouteillages;
- améliorer la productivité actuelle et future;
- améliorer la mobilité des citoyens ainsi que la commodité et le confort du réseau de transport de surface;
- créer un climat propice au développement et à l'implantation des SIT.

La présente section traite des moyens grâce auxquels les SIT pourront améliorer l'accessibilité des transports aux personnes âgées et aux personnes ayant une incapacité. Une des promesses des SIT est de pouvoir atténuer quelques-uns des effets de l'âge sur l'aptitude des personnes âgées à conduire. On s'est déjà aperçu que des SIT bien conçus peuvent aider ces personnes à conduire sans risque.

Il existe des secteurs où les personnes âgées et celles ayant une incapacité peuvent faire sentir leur influence et, de la sorte, favoriser des SIT qui soient adaptés à leurs besoins. Il s'agit notamment des ATIS (information embarquée et signalisation variable), des PTO/ATIS pour l'information des usagers et des EM pour alerter les usagers (service Mayday). Cette catégorie de personnes devraient en outre avoir voix au chapitre pour ce qui des applications au domaine du péage, du stationnement et de la perception électroniques. La porte est ouverte aussi à des applications au transport rural tels que le transport à la demande, le transport adapté et le co-voiturage.

Les AVCSS profiteront sans aucun doute à l'ensemble des usagers de la route, mais les personnes âgées et celles ayant une incapacité devraient veiller à ce que ces systèmes n'introduisent pas des barrières risquant de gêner leur mobilité. En outre, certains systèmes AVCSS promettent d'atténuer certains risques liés à l'aptitude de ces personnes à prendre le volant et qui ont pour conséquence, dans ce groupe, un taux

d'accident plus élevé que la normale. Pensons à des systèmes tels que la régulation de vitesse/distance, la prévention et l'évitement des collisions et la vision assistée.

Le public n'est pas encore très conscient de l'ampleur avec laquelle les SIT commencent à s'implanter en Europe et aux États-Unis. Certes, on en parle beaucoup depuis des années, mais l'utilisateur moyen n'en voit pas beaucoup de manifestations. Pourtant, depuis deux ans d'importantes applications commencent à paraître. En Europe, on observe surtout les systèmes d'information à bord des transports en commun. En Grande-Bretagne, il y a le Trafficmaster, qui est un service ATIS commercial implanté en 1993 (figure 6) et qui informe en temps réel sur l'état de la circulation autoroutière. Certaines voitures, comme les BMW série 5 et 7, sont maintenant équipées du système de guidage embarqué CARIN de Philips. En Europe également se sont répandus les systèmes avancés de gestion de la circulation urbaine qui, à partir de réseaux intégrés de détecteurs et de feux de circulation, permettent d'optimiser en temps réel le réglage de ces feux.



**Figure 6** Le Trafficmaster informe en temps réel sur l'état de la circulation autoroutière en Grande-Bretagne. Il affiche en temps réel la vitesse de la circulation aux tronçons de l'autoroute où elle est tombée au-dessous de 30 mi/h. On voit ici le coin nord-ouest de l'autoroute périphérique M 25. Le chiffre 20 sur la flèche indique que la circulation dans la direction de la flèche avance à la vitesse moyenne de 20 mi/h depuis les trois dernières minutes. Il est possible d'éliminer cette indication. Utilisé en portatif, le système a une autonomie d'environ 8 heures.

Aux États-Unis, les grandes réalisations ont intéressé surtout le transport de marchandises, sur lequel nous n'avons pas à nous étendre, la gestion de la circulation urbaine et l'information embarquée aux usagers de la route (ATIS). Les applications aux transports en commun (PTO) et à l'information des voyageurs se répandent peu à peu, mais sans comparaison avec ce qui se passe en Europe. De même, il était question qu'environ 86 réseaux de transport par autobus commencent à utiliser la localisation automatique de véhicules avant la fin de 1996. La navigation routière a été rendue possible dans plusieurs régions par l'exploitation des signaux provenant du GPS (Global Positioning System) et par la mise à disposition de cartes numérisées. Depuis juillet 1995, la compagnie Hertz offre des voitures équipées d'un système de navigation routière. Un an plus tard, devant l'accueil enthousiaste de sa clientèle, cette compagnie a dû augmenter son stock de systèmes de navigation routière NeverLost à 8 000, qu'elle propose comme équipement standard dans 16 villes américaines (figure 7).



**Figure 7**

Système de navigation routière embarqué «Neverlost» Rockwell/Hertz. Il indique la direction à suivre vers la destination choisie sous forme soit cartographique, soit schématique, d'un carrefour à l'autre. À l'approche de chaque intersection, des instructions sonores s'ajoutent à l'information visuelle affichée. La flèche montre qu'il faudra tourner à droite vers l'autoroute à péage SR 528 Est au bout de 0,3 mille.

## 7.1 Préparation d'un déplacement

Grâce aux SIT, il devient plus facile d'organiser un déplacement en Europe et aux États-Unis, où on peut obtenir à l'avance de l'information multimodale sur le réseau de transport de manière à pouvoir choisir le mode, l'heure et l'itinéraire qui conviennent le mieux. Les personnes âgées qui prennent le volant doivent connaître à l'avance l'état des routes qu'elles doivent emprunter, de manière à éviter les incommodités qu'une déviation ou une fermeture risque d'entraîner. Certaines installations d'Europe et des États-Unis - gares, aéroports, centres commerciaux - implantent des comptoirs d'information sur le réseau de transport (figure 8). En Colombie-Britannique, la BC Transit a lancé un service de renseignements téléphoniques appelé BusLine qui permet de répondre aux questions sur les transports en commun desservant la ville de Victoria (Geehan, 1994).



**Figure 8** Terminal d'information pour la préparation d'un déplacement. *Illustration d'un terminal permettant de préparer un déplacement multimode, implanté dans la gare centrale de Southampton en Grande-Bretagne. Commandé par boutons tactiles, il informe sur les transports par autocars, avions, chemins de fer et traversiers. Il indique le meilleur itinéraire entre une origine et une destination sélectionnées pour un déplacement par transports en commun ou par voiture privée. Il donne également des informations détaillées concernant un itinéraire donné.*

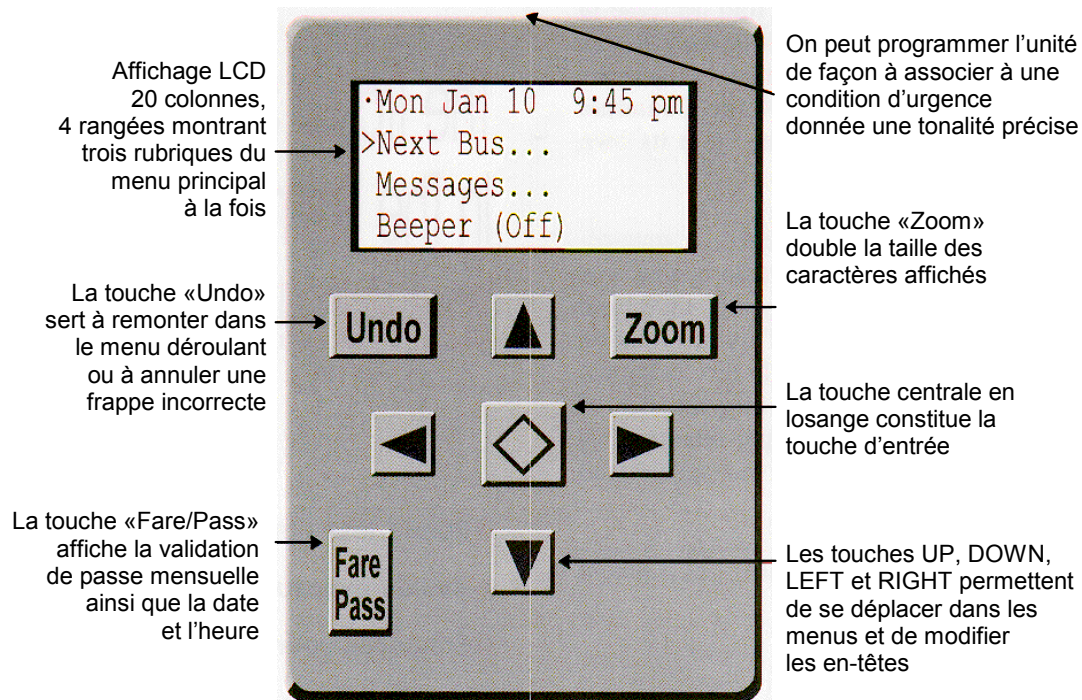


Il reste encore beaucoup à faire avant que les voyageurs puissent organiser sans problème leur déplacement là où ils se trouvent : à la maison, au travail ou ailleurs. En Europe, on peut obtenir sur un écran de télévision certaines informations sur les transports et la circulation. Le programme européen TIDE comporte un projet appelé TURTLE qui permet d'afficher en temps réel des informations sur les transports sur l'écran de télévision à la maison, transmises par Télétex. Netscape étudie un modem qui permettra d'afficher l'information venant du réseau Internet sur un écran de télévision ordinaire, en utilisant la télécommande comme clavier (*Sunday Times*, 1<sup>er</sup> septembre 1996).

Les Pages Jaunes électroniques existent déjà sur le marché, dans une mémoire portative sous boîtier et ressemblant à un agenda électronique. On y trouve d'ores et déjà des informations sur les services, l'hébergement, les sites touristiques et les parcs de stationnement disponibles en cours de route, mais il y a de la place encore pour d'autres informations, comme une nomenclature des routes, les distances séparant les importants carrefours et l'itinéraire à suivre, facilitant ainsi la préparation d'un déplacement particulier. Sous réserve du coût pour la saisie de cette information, il devrait être possible d'inclure les services spéciaux prévus pour la clientèle âgée ou handicapée. Les liens entre systèmes d'information et transports accessibles sont explicités dans Suen et Rutenberg (1994). Les unités portatives sur le marché pourraient être les premières d'une famille de dispositifs ITS portatifs offrant un éventail de services tels que Pages Jaunes, réception en temps réel d'informations sur la circulation et les transports en commun, téléphone, aide à la localisation de véhicules, appel de secours, navigation et information routières (figure 9).

Le besoin se fait également sentir pour des services d'information concernant les services spéciaux existants et des services de conseil aux personnes ayant un handicap de mobilité particulier pour les aider à effectuer un voyage, quitte à utiliser plus d'un mode de transport. En Grande-Bretagne existe un service d'information appelé TRIPSCOPE destiné aux voyageurs ayant une incapacité (Howard, 1995). Ce service est déjà lié à une base de données informatisées, mais il est d'ores et déjà clair qu'il lui faudra exploiter davantage les ressources de l'information afin que l'information soit constamment actualisée et qu'elle parvienne dans un délai suffisamment court.

L'information préalable à un déplacement a également son importance dans le cas des transports en commun. Un usager bien informé attendra son autobus moins longtemps. On élimine de la sorte un des facteurs défavorables aux transports en commun et on peut même favoriser la sûreté et la sécurité par mauvais temps. Les applications des SIT aux transports en commun urbains sont explicitées dans Schweiger et coll. (1994). Au Canada, certaines entreprises de transport en commun ont opté pour les systèmes de renseignements téléphoniques concernant l'heure d'arrivée des autobus à certains arrêts. Généralement, ces systèmes diffusent les horaires, mais à Hull et à Halifax, les annonces d'arrivée sont faites en temps réel, grâce à un système de localisation de véhicules.



**Figure 9** Unité d'information portable sur les transports en commun. *Ce terminal portatif donne en temps réel l'heure d'arrivée du prochain autobus à l'arrêt qui a été indiqué. Il fonctionne aussi comme carte mensuelle et comme téléavertisseur. Son encombrement est de 10 cm par 7 cm. (Photo : TRANSCOM International Ltd.)*

## 7.2 Piétons

Il n'y a pas de voyage sans une ou deux marches à pied, ne serait-ce que jusqu'à l'allée où l'on stationne la voiture. Or, presque toutes les personnes ambulatoires mais ayant une incapacité ainsi que celles en fauteuil roulant ne peuvent marcher ou rouler sans se fatiguer au bout d'une certaine distance, gênées par les pentes, les trottoirs, les carrefours, des marches et des chaussées en mauvais état. Tous les piétons craignent une agression, une collision avec une voiture, une chute. Les SIT peuvent être très utiles aux piétons handicapés, surtout aux intersections, et aux personnes malvoyantes qu'ils pourront aider à s'orienter. Le tableau 14 dresse la liste des difficultés éprouvées par les piétons en fonction de l'incapacité et indique le type de SIT susceptible de les aider.

**Tableau 14**  
**Piétons : Fonctionnalités des SIT en fonction du handicap**

Handicap	Difficulté	Type de SIT
Mobilité	Distance à marcher	Système de guidage routier portatif indiquant les itinéraires comportant des haltes
Mobilité	Trottoirs, marches, pentes et côtes	Système de guidage routier portatif indiquant les itinéraires comportant des obstacles d'une nature particulière
Tous	Traverser les rues	Feux allongeant la durée des feux autorisant le passage de piétons lents Dispositifs avertissant les automobilistes de la présence de piétons franchissant la rue
Visuel	Traverser les rues	Signaux sonores Système de navigation portatif
Tous	Chute causée par des inégalités de la chaussée	Indicateur de l'état de la chaussée Détecteur de chute portatif et système d'alarme
Visuel et visiteurs	Désorientation	Système de navigation portatif Système de vision assistée Signaux sonores
Visuel	Trouver l'arrêt de l'autobus qu'on veut prendre	Annonces déclenchées sur demande
Visuel	Faire irruption dans la circulation	Système de navigation portatif
Visuel	Accidents : heurter une vitrine, tomber du haut d'un quai, d'un escalier	Système de navigation portatif
Tous	Agressions	Système d'alerte portatif

Traverser une rue constitue une épreuve pour les personnes âgées ou handicapées qui se déplacent plus lentement, le risque pour elles étant de n'avoir fini de traverser la rue avant un changement des feux. Ce risque a pour effet de limiter la mobilité de ces personnes, car elles se sentent nettement en danger. En Grande-Bretagne on a implanté des détecteurs qui allongent la durée des feux en présence d'une personne qui se déplace lentement. Par contre, ils passent outre au cycle autorisant le passage des piétons lorsqu'il n'y en a pas, même si le bouton d'appel a été enfoncé. Ainsi, la circulation n'est pas retardée pour rien et le respect des feux se trouve renforcé. En Grande-Bretagne aussi, aux traversées contrôlées par un feu, un signal sonore indique que le passage est sûr. Les feux sont parfois équipés d'un dispositif qui produit un tic-tac permanent et qui oriente les personnes malvoyantes vers le bouton qui déclenche le cycle autorisant le passage des piétons.

Francher et coll. (1994) proposent de placer aux passages pour piétons entre deux carrefours des feux qui clignotent lorsqu'un piéton traverse la rue ou s'apprête à le faire. Cette idée a été testée à Santa Rosa en Californie. Un dispositif appelé LightGuard déclenche, lorsqu'il détecte la présence d'un piéton, des feux clignotants encastrés dans la chaussée, en guise d'avertissement aux automobilistes (Urban Transportation Monitor, 1996).

Le taux d'accidents chez les piétons malvoyants est très élevé. Les dispositifs avertisseurs pour personnes aveugles ne sont guère utiles. On sait maintenant que ces personnes éprouvent deux grandes difficultés; s'orienter et se repérer (Weetman et Baber, 1992). Avec les SIT, elles disposeront d'un système de navigation portatif utilisant les signaux différentiels GPS, dont la précision est de l'ordre du mètre ou moins, de cartes numériques, le tout complété au besoin d'avertissements sonores. Ainsi, la personne sera avisée à temps de tout obstacle dangereux (route, bord d'un quai), et sera guidée vers la destination de son choix (Gowda et Meadors, 1995).

Le programme européen TIDE (Technical Initiative for Disabled and Elderly People) porte sur l'étude de deux systèmes de navigation routière pour piétons : MOBIC et ASMONC, et d'un système pour personnes en fauteuil roulant : SENARIO (Commission des communautés européennes, 1994). Il comprend en outre le projet POVES pour le développement d'un système de vision assistée destiné aux personnes souffrant d'amblyopie nocturne, de trouble du contraste, de vision tunnel et autres handicaps visuels. Enfin, une entreprise britannique étudie un dispositif portatif alliant la réception GPS, la transmission d'alarmes et un capteur de mouvement, et qui permet de déclencher l'alarme si le porteur ne bouge plus, en plus de donner ses coordonnées (*Sunday Times* du 24 novembre 1996).

Les signaux parlants ou balises infrarouges constituent un autre type de SIT visant à signaler aux personnes malvoyantes, les arrêts d'autobus, les billetteries, les obstacles et les escaliers mobiles. Les signaux sont captés par un récepteur que l'on tient à la main et qui transmet les messages programmés dans les balises. On s'en sert dans les stations de métro et les installations terminales. Le projet OPEN qui fait partie du programme européen TIDE se sert de balises pour aider les personnes malvoyantes à s'orienter dans le métro de Londres et de Paris; ces balises ont également été mises à l'essai dans la station de la rue Powell à San Francisco (Smith-Kettlewell Eye Research Institute, 1995). Les signaux parlants semblent être adaptés à un usage urbain généralisé, pour localiser, guider, avertir.

L'organisme de transport londonien utilise un système différent dans une de ses gares routières. À chaque arrêt, un haut-parleur annonce le numéro de la ligne d'autobus lorsqu'une personne malvoyante portant un transpondeur sans contact s'approche de l'arrêt.

### 7.3 Transport par autobus

L'ensemble des technologies PTO sert en Europe et aux États-Unis à relever l'efficacité, la productivité et la fiabilité des services de transport par autobus. Au Canada, on le retrouve à Hull (Québec) et à Halifax (Nouvelle-Écosse). Font partie de ces technologies, la localisation et l'identification automatiques des véhicules ainsi que les liens de communications bus centre de contrôle (Rivett, 1996; Schweiger et coll., 1994). Elles permettent à ce dernier de suivre le cheminement des autobus et d'intervenir en cas d'incident. Quant aux ATMS (Gestion de la circulation), elles servent à optimiser les conditions de fonctionnement des autobus, en leur donnant notamment priorité aux carrefours.

Les SIT profitent à l'ensemble des usagers, mais surtout aux personnes âgées et aux handicapés. Le tableau 15 dresse la liste des difficultés éprouvées à bord des autobus, en fonction de l'incapacité, et indique le type de SIT susceptible de les surmonter.

**Tableau 15**  
**Transport par autobus : Fonctionnalités des SIT en fonction du handicap**

Handicap	Difficulté	Type de SIT
Incapacité à rester debout longtemps, sensible au froid	Rester debout dans l'attente de l'autobus	Affichage des temps d'attente à la maison, à l'arrêt, sur unité portable
Connaissance insuffisante du secteur	Connaître les horaires, etc.	Service de renseignements téléphoniques
Vision basse	Lire le numéro de la ligne	Horaires affichés aux arrêts Annonces parlées à bord
Vision basse	Reconnaître l'autobus de service communautaire à temps pour le héler	Unité portable de communication conducteur-passager
Absence de dextérité dans les mains, lenteur dans l'action	Acquitter le droit de passage	Carte à puce
Vision basse, méconnaissance des lieux	Lire le panneau identifiant l'arrêt de destination	Affichage à bord des arrêts successifs
Trouble auditif	Entendre les annonces parlées	Boucle d'induction dans les autobus
Cécité	Trouver l'arrêt correspondant à la ligne recherchée	Signaux parlants dans les arrêts

L'affichage de l'arrêt suivant rassure les passagers et leur donne le temps de se préparer à descendre (figure 10). Les SIT permettent également d'afficher aux arrêts les temps d'attente avant l'arrivée du prochain autobus, ainsi que le numéro de la ligne (figure 11).

Au Canada, deux projets SIT au moins ont visé l'étude d'un système de diffusion d'information en temps réel sur les transports, affichable sur des récepteurs portatifs ou sur l'écran d'un ordinateur, mais ils ont dû être interrompus par manque de fonds. Le projet PROMISE qui fait partie du programme européen DRIVE II a débouché sur des unités d'affichage et de communication portatives tenant dans une main (Commission des communautés européennes, 1993). Il est également possible d'utiliser le câble pour transmettre l'information et l'afficher sur un écran d'ordinateur ou de télévision à la maison. C'est dans ce but précis qu'a été lancé le projet TURTLE du programme européen TIDE (Commission des communautés européennes, 1994). Enfin, l'ordinateur qui diffuse en temps réel l'information sur les transports peut aussi bien la diffuser via le réseau Internet pour qu'elle s'affiche sur l'écran d'un PC ou, au moyen d'un modem spécial, sur l'écran d'une télévision.



**Figure 10** Affichage des arrêts successifs dans un autobus à Malmö en Suède. Les arrêts successifs sont annoncés en temps réel, grâce à un système de localisation de véhicules. Le signal rouge de chaque côté de l'arrêt annoncé signifie qu'un arrêt a été demandé.

Au Canada, la société Télécity a réalisé un réseau de communication visuelle (RCV) qui affiche l'information à bord des rames du métro de Montréal. Ce système est plus avancé que les systèmes correspondants d'Europe. Une version pour autobus est à l'étude. Il devrait être techniquement possible d'installer des boucles d'induction dans les autobus et les rames de métro afin que les personnes malentendantes puissent écouter les annonces sur leur aide auditive, et sans la gêne du bruit ambiant (c'est d'ailleurs le cas actuellement pour certains téléphones). Les chemins de fer suédois ont déjà installé des boucles d'induction dans les gares ainsi qu'à bord du TGV X2000 suédois. Le projet OPEN qui fait partie du programme européen TIDE se sert de balises

infrarouges pour aider les personnes malvoyantes à s'orienter dans le métro de Londres et de Paris (Commission des communautés européennes, 1994).



**Figure 11** Affichage du temps d'attente et de la destination de la rame de métro. Affichage dans le métro de Londres. En Europe, plusieurs villes ont implanté des systèmes d'information semblables aux arrêts d'autobus. À Southampton, une personne malvoyante peut, à l'aide d'une télécommande, déclencher des annonces parlées en plus des annonces écrites affichées dans les arrêts.

Les arrêts d'autobus parlants implantés en Europe, qui émettent sans interruption, ont été perçus comme une gêne. La société Peek Traffic Ltd. propose un dispositif qui se déclenche sur demande seulement sur pression d'un bouton ou au moyen d'une télécommande portée par une personne malvoyante (Rivett, 1996). On envisage aussi un dispositif servant à agrandir les caractères d'une annonce écrite. La Royal National Institute for the Blind de Grande-Bretagne a mis au point une télécommande pour une gamme de dispositifs étudiés dans le cadre du projet REACT, et que les transports londoniens utilisent pour le déclenchement sur demande d'annonces parlées sur les services d'autobus desservant les installations terminales. Dans la ville de Southampton en Grande-Bretagne, une personne malvoyante peut, à l'aide d'une télécommande, déclencher l'émission en phonie des annonces écrites affichées dans les arrêts d'autobus (Wren et Jones, 1996). Au Canada, une technologie semblable intéresserait surtout les installations terminales de transport.

Les SIT sont aussi un gage de sécurité accrue. Grâce au système AVL (localisation de véhicules), le conducteur d'un autobus peut demander de l'aide en cas d'incident. Et si, comme à Paris, le véhicule est équipé d'une caméra vidéo, des images de l'incident pourront être transmises au centre de contrôle. Un dispositif permet maintenant de détecter la présence d'une personne que la masse de l'autobus masque à la vue du

conducteur; un tel système est à l'essai sur des autobus scolaires aux États-Unis. Il serait également possible que le conducteur soit averti qu'une personne s'est coincée dans une des portières du véhicule.

Un des obstacles à l'utilisation des transports en commun par les personnes âgées est celui de l'allure à laquelle celles-ci doivent embarquer, acquitter le droit de passage et trouver un siège avant que l'autobus ne reprenne la route. La carte à puce pourra remédier à ces inconvénients. Pour accélérer l'embarquement, une carte de perception «intelligente» a la préférence des transporteurs. Une entreprise canadienne (Precursor Ltd.) a mis au point une carte à puce dont la généralisation cependant est retardée faute de standard applicable. Mais deux villes ontariennes s'en servent pour leurs transports en commun : Ajax et Burlington. La Société de transport de l'Outaouais prépare l'adoption d'une carte de perception intelligente. Le ministère des Transports de l'Ontario mène des études visant l'élaboration de normes concernant une carte de perception universelle. Les membres de l'Association des entreprises de transports en commun d'Allemagne (VDV) ont déjà mis en service une telle carte qui sert aussi de carte de débit pour l'achat de titres de chemin de fer et pour l'utilisation d'un téléphone public (figure 12).

La gamme de services qu'on pourrait obtenir grâce à une carte à puce intelligente pourrait être étendue à tous les modes de transport (avions, traversiers, autocars, transports urbains, taxis et voitures de location), en plus de pouvoir stocker de l'information sur le porteur et ses besoins spéciaux, comme cela se fait déjà sur les cartes offertes aux grands voyageurs aériens. L'information stockée sur la carte, lue au moment d'effectuer une réservation, éclairera les transporteurs successifs sur les besoins du voyageur. Dans le cas d'un voyageur handicapé, par exemple, le besoin d'aide ou d'espace de rangement pour un fauteuil roulant. Dans l'éventualité d'un déplacement multimodal, les voyageurs handicapés aimeraient savoir à l'avance si tous les modes empruntés sont accessibles, ou si de l'aide leur sera fournie, pour transférer d'un mode à un autre, pour transporter les bagages, etc.

Il existe au Canada des services d'autobus communautaires, qui sont accessibles et qui s'arrêtent lorsqu'on leur fait signe. Ce genre de services est promis à un bel avenir. En Suède, où il a pris naissance, un obstacle a été signalé par certains usagers qui ne parviennent pas à reconnaître l'autobus à temps pour le hélér. Le remède viendrait d'une unité portative informant de l'approche de l'autobus, ou informant le conducteur qu'une personne désire monter à bord. Ce dispositif servirait aussi dans le cas d'un autocar autorisé à prendre en charge un voyageur aux endroits d'une route où cela pourrait se faire sans danger.





**Figure 12** Carte de perception intelligente utilisée sur le réseau allemand VDV. Dans plusieurs villes d'Allemagne, cette carte sert aussi de carte de débit pour l'achat de tickets de chemin de fer et pour se servir d'un téléphone public. Il est possible de recharger la carte en l'insérant dans la fente d'un téléphone à cartes prépayées dont on actionne les boutons du clavier pour que le montant porté au crédit du porteur soit débité de son compte en banque.

## 7.4 Véhicules de transport adapté et taxis

Les SIT promettent aussi d'améliorer l'efficacité et la productivité des véhicules de transport adapté, y compris les taxis, notamment dans les domaines suivants :

- Communications téléphoniques avec le centre de contrôle. En plus d'être souvent surchargé, celui-ci ne convient pas pour les communications avec une personne ayant un handicap auditif ou de la parole.
- Régulation assistée par ordinateur. Après avoir d'abord servi aux taxis, les logiciels de régulation ont été étendus aux transports adaptés. Deux entreprises canadiennes, Trapeze Software Inc. et International Road Dynamics Inc., sont des fournisseurs de systèmes de régulation pour transports adaptés, les systèmes

Trapeze et TransView. Le premier permet des gains de productivité de 8 à 30 p. 100, ayant fait ses preuves dans la régulation de parcs d'une taille allant de petite à moyenne (une quarantaine de véhicules, environ). Il sert en outre à reconnaître les déplacements qui risquent de coûter cher et qu'il serait plus rentable de confier à un taxi, d'où un gain de productivité.

- Localisation de véhicules (AVL). La technologie AVL a été utilisée avec profit sur les 153 véhicules formant le parc du service de transport adapté METROLift de Houston (Texas). La productivité et l'efficacité de ce service ont augmenté considérablement grâce à elle. On adapte actuellement les logiciels TransView et Trapeze à la technologie AVL.

La régulation assistée par ordinateur des taxis se généralise, car elle accroît la productivité ainsi que la fidélité au temps fixé pour la prise en charge. Dans le cas des taxis adaptés, les grandes améliorations escomptées du point de vue des personnes âgées et des handicapés sont les suivantes : communications téléphoniques plus aisées pour les personnes malentendantes; communication avec le conducteur, liaison de données et lecteurs de cartes à puce, permettant à ces personnes de s'identifier et de ne payer que la part du tarif qui leur échoit. Les taxis de nombreuses villes suédoises sont équipés de lecteurs de cartes à puce et de liaisons de données pour valider les perceptions par cartes de crédit et la partie d'un tarif subventionné à être chargée à la personne âgée ou handicapée. L'entreprise canadienne Record Electronics Inc. a réalisé avec le concours financier du CDT un taximètre intelligent affichant les tarifs en gros caractères (figure 13).

## **7.5 Transports guidés sur rail**

Les SIT peuvent aider les usagers des transports guidés sur rail de la même manière que ceux des autobus. Ils permettent notamment de leur fournir des informations en temps réel et des consignes à suivre en cas d'urgence. Les transports urbains par rail informent leur clientèle par des messages visuels sur quais, donnant la destination des trains en partance ainsi que le temps d'attente. Dans la plupart des cas, l'affichage se fait par diodes électroluminescentes. À Paris, la ligne C du RER utilise le réseau de communication visuelle de Télécité, le même qui, dans les voitures du métro de Montréal, affiche les arrêts successifs ainsi des annonces publicitaires payantes. Il y a la possibilité aussi d'installer des boucles d'induction dans les voitures du métro et des trains de banlieue, pour aider les usagers utilisant une aide auditive à capter les annonces parlées.

En Europe, on expérimente des balises infrarouges comme aide à l'orientation dans les couloirs d'un métro (projet OPEN, Commission des communautés européennes, 1994). Autre technique, utilisée celle-là dans le métro de San Francisco, celle des signaux parlants. Il s'agit de balises infrarouge émettant des signaux qui sont captés par un récepteur que l'on tient à la main et qui transmet les messages programmés dans les

balises. Sont signalés de la sorte les tourniquets, les escaliers mobiles et les guichets automatiques avec instructions sur la façon d'utiliser ces derniers.



**Figure 13** Taximètre intelligent facile à lire par les personnes malentendantes et malvoyantes

Les SIT sont aussi utiles pour les transports interurbains qu'ils le sont pour les transports urbains guidés par rail. En outre, ils sont d'un grand service aux personnes handicapées qui ne peuvent exploiter tous les services mis à la disposition des usagers. Celles-ci ont besoin de savoir auprès de qui elles peuvent s'informer sur les services accessibles, sur les tarifs et les horaires avant de pouvoir faire la réservation nécessaire. Les personnes qui n'ont pas l'habitude des voyages trouvent stressant de ne savoir à tout moment à quel quai est leur train, si c'est le bon, l'heure de son arrivée, etc. Elles seront dans un état de stress encore plus grand s'il s'agit d'un voyage multimodal ou avec plusieurs transferts, ignorant si elles pourront se faire aider à chaque étape et si les modes successifs sont accessibles ou non. Le meilleur moyen de les rassurer est de bien les informer.

L'aide que les SIT apportent aux personnes qui font des voyages interurbains a été explicitée sous 7.1, Préparation d'un déplacement, et sous 7.3 sur l'utilité d'une carte stockant l'information relative aux besoins spéciaux d'un voyageur handicapé. Le fait que toute l'information concernant ces besoins puisse être accessible à tous les transporteurs successifs ne fera qu'augmenter les chances que le voyage sera agréable et sans problème, du début à la fin.

## **7.6 Conduite automobile**

### **7.6.1 Études ergonomiques des SIT et conducteurs âgés**

Rares ont été les études sur l'aspect ergonomique des SIT du point de vue des conducteurs âgés. Walker et coll. (1990) ont utilisé un simulateur de conduite automobile pour connaître l'effet de sept dispositifs de navigation routière sur le comportement au volant de conducteurs jeunes, adultes et âgés. Les résultats montrent que plus les tâches sont difficiles, moins les conducteurs âgés sont performants, - ce qui n'est pas surprenant -, que les dispositifs auditifs sont un peu plus sûrs que les visuels et qu'il vaudrait mieux s'en tenir à un niveau de complexité moyen, plutôt que supérieur.

Au Canada, une étude à petite échelle (dix répondants) a été menée dans le but de connaître ce que les conducteurs âgés espèrent obtenir des SIT (Barkow et coll., 1993). Ces derniers ont exprimé cinq attentes : sécurité accrue, conduite rendue plus facile, tolérance aux fautes, convivialité et adéquation au besoin. Trois répondants seulement étaient âgés de plus de 65 ans. Leur méfiance quant aux SIT venait de leur crainte de voir la charge mentale de conduire accrue. Leur préférence allait d'abord aux AVCSS (régulation de la vitesse et des distances, aide à la conduite et avertissements de défaillances) suivis des ATIS (navigation routière et information routière embarquée). Comme support d'information, ils ont préféré les messages parlés accompagnés de messages visuels sur écran.

Le projet EDDIT (Elderly and Disabled Drivers Information Telematics) qui fait partie du programme européen DRIVE II a voulu vérifier dans quelle mesure les SIT permettent d'atténuer quelques-uns des effets de l'âge sur l'aptitude à prendre le volant, et déterminer les exigences que ces systèmes devraient satisfaire (Oxley et Mitchell, 1995). Cette recherche a porté sur 14 systèmes différents, groupés sous six applications télématiques, et a comparé deux technologies génériques différentes. Les applications télématiques testées ont été les suivantes : guidage routier, information sur la circulation, alerte en cas d'urgence, aide à la marche arrière, vision nocturne assistée et prévention des collisions. Quant aux technologies génériques, il s'agissait de comparer l'affichage tête haute à l'affichage sur le tableau de bord et de vérifier la taille et la complexité de l'information de guidage.

Les conducteurs âgés qui ont participé à cette recherche ont été pour la plupart favorables aux SIT, reconnaissant les avantages qu'ils promettent. Cependant, il a été observé que le guidage routier a eu peu d'effet sur la sécurité au volant, que les changements constatés étaient faibles et qu'il n'y avait pas plus de gains de sécurité que de pertes. Un système d'information sur la circulation a été perçu comme difficile à utiliser et une gêne à une conduite sûre. Il faut que la tâche d'utiliser un SIT soit aussi simple que faire se peut et que les informations affichées ne soient ni en petits caractères ni difficiles à comprendre. Dans le cas du guidage routier, l'affichage schématique d'un carrefour a été jugé préférable à l'affichage cartographique. On n'a pas aimé le système à écran tactile. Enfin, les conducteurs ont insisté sur l'utilité des

messages parlés accompagnés de messages visuels sur écran. Mollenhauer et coll. (1995) ont découvert une attitude positive semblable chez les conducteurs âgés de plus de 65 ans à l'égard de systèmes de navigation, anti-collision et de signalisation sur tableau de bord, tous testés sur simulateur de conduite automobile par un échantillonnage de 32 conducteurs âgés. Ces derniers ont estimé que les systèmes en question accroîtraient leur mobilité et qu'ils valaient les quelque 600 dollars US qu'il leur faudra payer par unité.

Le projet HARDIE du programme européen DRIVE II a établi les grandes lignes concernant la compréhensibilité, l'utilisabilité et la sécurité de l'information présentée aux conducteurs (Ross et coll., 1995). Nicolle et Stapleton (1995) ont établi les lignes directrices concernant l'utilisabilité des systèmes embarqués pour conducteurs ayant des besoins spéciaux. Élaborées dans le cadre du projet TELAID (programme DRIVE II), ces lignes directrices visent à informer les constructeurs de SIT et à établir des critères pour leur évaluation. Elles traitent des principes généraux, des commandes, de l'affichage, de l'apprentissage et de la documentation. Elles concernent également les systèmes de guidage et de navigation embarqués, de commandes adaptatives de la vitesse et des distances, de l'évitement des collisions et des aides à la marche arrière et au stationnement. Aux États-Unis, Green et coll. (1995) ont publié les lignes directrices concernant l'ergonomie des systèmes d'information embarquée, sans attention particulière apportée aux besoins des personnes âgées et des handicapés.

À la lumière des observations indiquées ci-dessus, on pourrait dire que les SIT peuvent atténuer quelques-uns des effets de l'âge sur l'aptitude à prendre le volant. Qui plus est, on constate une adéquation intéressante entre les fonctionnalités des SIT pour la conduite automobile et les tâches de conduite qui deviennent de plus en plus ardues avec l'âge. Le tableau 16 met en évidence le lien entre les handicaps, les difficultés concomitantes et les fonctionnalités des SIT.

### **7.6.2 Systèmes avancés d'information aux usagers (ATIS)**

Dans la technologie ATIS sont groupés les systèmes d'information préalable à un voyage et en cours de route, sans égard au mode emprunté. Ces systèmes facilitent la tâche de conduire en éliminant les incertitudes et les aléas d'un voyage. Ils profitent à tous les conducteurs, mais surtout aux conducteurs âgés ou handicapés.

Navigation et guidage embarqués - Ces systèmes établissent l'itinéraire à suivre vers une destination donnée. La plupart renvoient automatiquement l'itinéraire établi lorsque le conducteur s'en éloigne, mais avec d'autres, il faut les reprogrammer en cas d'écart par rapport à la route établie. Les carrefours sont indiqués sous forme schématique avec une flèche indiquant la direction à suivre, ou bien sous forme cartographique où la route à suivre est surlignée, ou bien sous l'une ou l'autre forme, au choix. La figure 7 montre le système de navigation routière embarqué «Neverlost» Rockwell/Hertz. Les figures 14 a et b montrent deux autres systèmes actuellement en production.

**Tableau 16**  
**Conducteurs âgés : Fonctionnalités des SIT en fonction du handicap**

Handicap	Difficulté	Type de SIT
Lenteur à réagir. Difficulté à passer d'une tâche à l'autre	Conduire dans une région peu connue ou à circulation intense	Système de navigation, de guidage. Information routière embarquée. Système de suivi
Vision basse, surtout la nuit	Distinguer les piétons et objets encombrant la rue, la nuit, et à lire la signalisation	Vision nocturne assistée. Signalisation sur tableau de bord
Difficulté à estimer les vitesses et les distances	Détecter les trajectoires en conflit. Accidents aux carrefours	Système anti-collision. Changement automatique de file
Difficulté à percevoir et analyser les situations	Suivre les indications de la signalisation. Reconnaître rapidement les dangers de la circulation	Signalisation et avertissements sur tableau de bord. Contrôle des vitesses et des distances
Difficulté à regarder de gauche à droite. Vision périphérique dégradée	Repérer les obstacles lorsqu'il faut faire une manoeuvre. S'insérer dans la circulation, changer de file	Détection des angles morts, des obstacles. Changement de file et insertion automatiques
Propension accrue à la fatigue	Fatigue des longs trajets	Contrôle des distances et des vitesses. Guidage longitudinal
Effets de l'âge	Une panne éventuelle, conduire dans une région inconnue, la nuit, par une circulation intense	Appels en cas d'urgence (Mayday). Suivi de l'état du véhicule. ATIS
L'état de santé varie de jour en jour. Propension à la fatigue	Se rassurer quant à l'aptitude à conduire	Suivi médical du conducteur

(Source : Mitchell et Suen, 1997)

Les essais menés dans le cadre du projet EDDIT du programme DRIVE II ont montré que ces systèmes sont utiles aux conducteurs âgés parce qu'ils leur donnent confiance, même lorsque la région leur est inconnue et malgré l'encombrement d'un centre-ville (Oxley et Mitchell, 1995), qu'ils ne distraient pas le conducteur de la tâche de conduire et qu'ils ne compromettent la sécurité. Les conducteurs déclarent préférer recevoir, pour l'itinéraire à suivre, des instructions parlées en même temps que visuelles. Ils décrivent ces systèmes comme «avoir un bon co-pilote à bord», à condition qu'ils fonctionnent bien. Mais il y a eu des cas où la carte affichée était ancienne, menant les conducteurs vers des routes secondaires non indiquées sur la carte ou vers des carrefours réaménagés et ne correspondant pas à ceux affichés sur la carte. Ce sont ces erreurs d'aiguillage qui, le plus souvent, font que les conducteurs s'égarer ou se trouvent dans l'embarras.



**Figure 14a** Système de navigation routière embarqué Carin de Philips, accessoire maintenant standard sur les voitures BMW séries 5 et 7



**Figure 14b** Système de navigation routière embarqué TIS de Siemens où l'affichage se fait sous forme cartographique et non sous forme schématique comme à la figure 7

Les systèmes de navigation routière doivent être aussi simples que faire se peut. On ne devrait pouvoir les programmer que lorsque le véhicule est immobile. En outre, il faudrait ne plus avoir à s'en occuper. Aux carrefours, le guidage par un symbole est préféré au guidage cartographique, plus complexe. Les symboles de guidage doivent avoir au moins 5 cm de hauteur et être de couleur jaune sur fond bleu. Les caractères doivent avoir au moins 3 mm de hauteur; il ne doit pas y avoir plus de 3 lettres par cm.

Il est parfois difficile de déchiffrer l'affichage lorsque le soleil frappe l'écran, c'est pourquoi nombreux sont les conducteurs qui veulent que les messages affichés s'accompagnent de messages parlés. Toute manoeuvre à faire doit être annoncée à l'avance et un message pour son exécution doit être donné au bon moment. Si le système fait le compte à rebours de la distance par rapport à un carrefour, le compte zéro doit être donné au moment où le carrefour est atteint ou peu avant, autrement il y aura risque de dépassement. Les participants au projet EDDIT n'ont pas aimé les commandes par écran tactile. Les conducteurs âgés devraient pouvoir choisir un itinéraire s'écartant des grands axes ou à grande circulation, et, si jamais ils s'écartent du chemin établi, ils ne devraient pas être obligés de reprogrammer le système.

L'implantation des systèmes de navigation et de guidage sera une réussite dans la mesure où des cartes numérisées des régions traversées seront disponibles. La numérisation cartographique de l'Europe et des États-Unis a été prise en charge par deux entreprises, au moins, ce qui explique la croissance des SIT de navigation routière. Il est vital que les cartes numérisées soient constamment actualisées : virages interdits, sens uniques, files à emprunter pour s'insérer dans le trafic, de manière à prévenir les erreurs d'aiguillage. Il devra pouvoir être possible d'actualiser la carte en mémoire à partir d'un centre de gestion de la circulation.

Signalisation et avertissements sur tableau de bord - Les conducteurs âgés se caractérisent par une acuité visuelle amoindrie et un temps de réaction allongé, qui rendent difficile la lecture des panneaux de signalisation, surtout la nuit. Il est maintenant possible de faire en sorte que la signalisation extérieure puisse s'afficher à l'intérieur du véhicule, sur un écran incorporé au tableau de bord, ou par un affichage tête haute (figure 15). La lecture des panneaux sera facilitée d'autant et leur teneur gardée en mémoire le temps voulu. Le conducteur pourra également être averti de l'approche d'un passage à niveau ou d'un danger quelconque sur la route. La généralisation de ce type de SIT nécessitera des ententes nationales ou internationales sur les protocoles de transmission ainsi que des fonds considérables pour leur implantation.

Panneaux à messages variables - Dans les zones urbaines, on se sert beaucoup des panneaux à messages variables pour indiquer les déviations de la circulation ou diriger vers les places de stationnement encore vides, à moins qu'il ne s'agisse d'un parc de dissuasion. Ils peuvent se lire sans équipement spécial, surtout si la radio vient compléter l'information affichée. Il ne devrait pas être très difficile d'utiliser les PMV pour diriger les conducteurs âgés ou handicapés vers une zone aménagée exprès, proche de



la destination visée, étant donné que beaucoup d'entre eux ne peuvent marcher plus d'une centaine de mètres. Les critères concernant la taille des caractères, les couleurs et les contrastes devront jouer en faveur des conducteurs âgés.



**Figure 15** Signalisation sur tableau de bord, dans un simulateur de conduite automobile au Centre de recherche Fiat, en Italie  
(Photo : Centro Recherche Fiat)

Information sur la circulation - Ces systèmes doivent permettre aux conducteurs âgés d'éviter les embouteillages et les interruptions de la circulation, facteurs de stress et de fatigue chez eux. Ces systèmes existent déjà sur les marchés européens. En Grande-Bretagne, Trafficmaster est un service qui informe en temps réel sur les vitesses pratiquées sur les autoroutes et les grands axes et qui les affiche sur un écran (figure 6). Le système Dynaguide de Volvo est très utilisé par les taxis de Göteborg en Suède, affichant en couleur l'état de la circulation dans les rues de cette ville.

Il ne faudra pas que les essais routiers de ces systèmes se fassent sans la participation de conducteurs âgés ou handicapés. Pour obtenir l'information fournie par certains systèmes, il faut que la sélection se fasse en route, ce qui risque de gêner la tâche de conduire, ce que d'ailleurs les tests ont confirmé. Dans le cas du système Carminat C1 de Sagem qui oblige le conducteur à positionner une fenêtre sur un écran à l'aide d'un commutateur 4 voies, le projet EDDIT a permis d'observer que cette manoeuvre perturbe la conduite au point d'entraîner des écarts sensibles dans la vitesse ainsi que des sorties de file (Oxley et Mitchell, 1995).

Informations touristiques - On trouve déjà sur le marché des unités portatives de stockage et d'affichage de ce type d'information. Il n'en coûtera pas plus d'ajouter dans l'information qu'elles fournissent d'autres pouvant intéresser les conducteurs âgés ou handicapés. Ces unités pourraient être les premières d'une famille de dispositifs SIT portatifs offrant un éventail de services tels que Pages Jaunes, réception en temps réel d'informations sur la circulation et les transports en commun, téléphone, aide à la localisation de véhicule, appel de secours, navigation et information routières.

### **7.6.3 Systèmes avancés de contrôle et de sécurité (AVCSS)**

Nombreuses sont les aides à la conduite susceptibles d'atténuer les effets de l'âge sur l'aptitude à conduire. Parmi celles-ci, il y a l'automatisation de certaines commandes, la vision assistée, l'anti-collision, l'élimination des angles morts, la détection d'obstacles, le suivi médical du conducteur et les systèmes d'alerte. Même si ces technologies visent l'ensemble des conducteurs, il a été constaté une adéquation intéressante entre les fonctionnalités des SIT pour la conduite automobile et les tâches de conduite qui deviennent de plus en plus ardues avec l'âge (tableau 2).

Vision assistée - Cette technologie regroupe les SIT qui aiguissent la vision des conducteurs, la nuit et lorsque la visibilité est médiocre. La plus prometteuse concerne les phares de voiture au rayonnement ultraviolet A, qui éclairent sans éblouir le trafic venant en sens inverse (Catling, 1994). Plusieurs produits, dont des détergents, des teintures ou des pigments, ont la propriété d'émettre une fluorescence visible après avoir absorbé ce rayonnement. Dans le règne animal, cette fluorescence existe naturellement, chez l'original, par exemple. Volvo a équipé de ces phares certains prototypes de voiture aux fins d'essais. Elle a constaté que ces phares augmentent la distance de visibilité d'une centaine de mètres, par rapport à celle des phares en code (Oxley et Mitchell, 1995). La distance de visibilité sera encore meilleure si les marquages routiers et les véhicules étaient eux aussi revêtus d'un pigment fluorescent. L'adoption de cette technologie a été retardée par le risque posé par les objets non fluorescents et par le risque que peut faire courir le rayonnement à la santé.

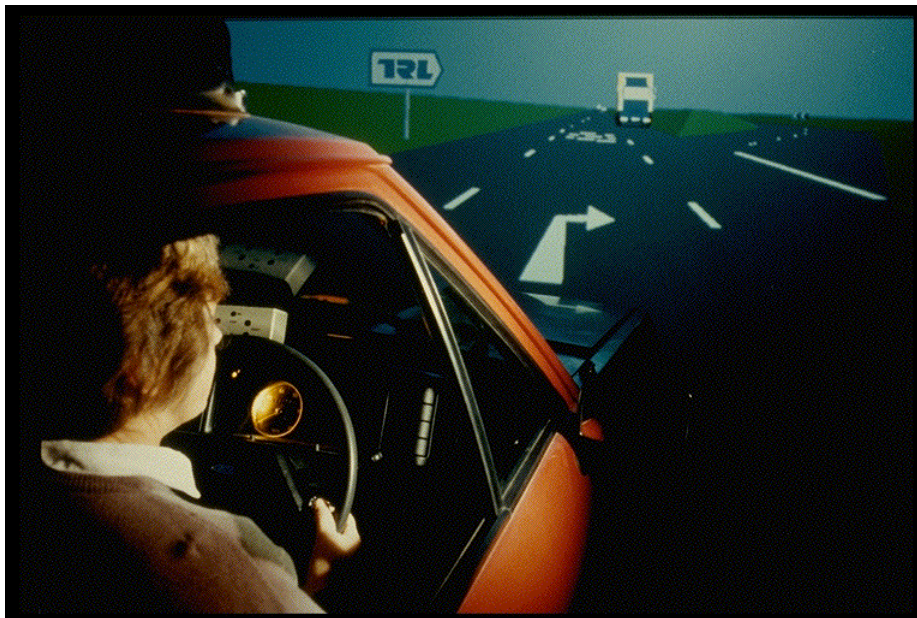
Une autre façon d'améliorer la vision est de recourir au rayonnement infrarouge proche. Le paysage éclairé par ce rayonnement émet à son tour un rayonnement réfléchi que l'on détecte par un capteur semblable à celui qui sert dans les caméras vidéos. L'image réfléchie est projetée sur un casque de visualisation tête haute, en même temps que le paysage extérieur. Il sera possible d'ajouter à cette information une autre concernant les distances et les vitesses de sécurité. Aux États-Unis, ce marché est promis à une grande croissance, parallèlement à celle de la population âgée dans ce pays. Aux dires de la GM, la vision assistée se généralisera au cours de la prochaine décennie.

Le projet EDDIT de DRIVE II a fait observer que, de tous les SIT susceptibles d'intéresser les conducteurs âgés, la vision assistée est le plus prometteur, puisque d'après Francker et coll., 1994, auteurs d'une étude commandée par la Federal Highway Administration, elle promet de réduire le nombre d'accidents mortels de 23 p. 100, et le

coût des dommages matériels de 11 p. 100. Pour sa part, le Conseil européen sur la sécurité routière (ETSC, 1993), estime à un maximum de 1 p. 100 la réduction dans le nombre d'accidents mortels apportée par les phares aux UV, et à 7 p. 100 la réduction permise par la vision assistée par un traitement d'images. La pertinence de tous ces résultats dépend bien sûr des hypothèses de base, mais il serait absurde de conclure à l'inutilité de la vision assistée, surtout en conduite nocturne.

Anti-collision - La tendance actuelle dans le secteur automobile vise la prévention des accidents plutôt que la protection contre ceux-ci, en tablant sur les SIT pour réduire les erreurs humaines. Les dispositifs anti-collision peuvent être tous azimuts : collisions par l'arrière, guidage latéral, changement de file, insertion dans le trafic, collisions aux carrefours et collisions frontales lors d'un dépassement.

Il est en principe facile de mesurer le créneau minimum qui, dans le courant des véhicules venant en sens inverse, permettra d'exécuter un virage en toute sécurité. Le projet EDDIT a essayé un système anti-collision sur un simulateur de conduite. Les résultats ont montré que ce système empêchait effectivement les virages dangereux qu'un conducteur âgé aurait été tenté d'exécuter (figure 16). Il a été observé aussi que ce système était encore plus efficace avec des sujets appartenant à un groupe d'âge inférieur.



**Figure 16** Essai sur simulateur d'un système anti-collision. Sur la boîte blanche devant le conducteur, le voyant rouge s'allume lorsque l'écart par rapport au véhicule le plus proche venant en sens inverse est inférieur à 6 secondes, autrement c'est le voyant vert qui est allumé. Essais sur simulateur de conduite du Transport Research Laboratory.  
(Photo : Transport Research Laboratory, Crowthorne)

Les sujétions les plus complexes à analyser pour ce qui est d'un système anti-collision sont celles liées à un carrefour où se rencontrent les véhicules qui vont tout droit, ceux qui circulent dans les voies perpendiculaires et ceux qui veulent exécuter un virage. Plusieurs systèmes anti-collision sont à l'étude pour couvrir ce cas particulier. Malgré le temps de développement qui s'annonce plutôt long, ces systèmes seront certainement bénéfiques aux conducteurs âgés, dont ils promettent de réduire le taux d'accident aux carrefours.

Détection d'obstacles - Les termes d'angle mort et de détection d'obstacles couvrent deux fonctionnalités différentes. La première, celle des angles morts, permet de détecter la présence d'objets et de personnes aux alentours immédiats d'un véhicule se déplaçant lentement et que la masse de celui-ci, ou l'obscurité, masque à la vue du conducteur : voitures, camions et autobus scolaires. Les dispositifs correspondants sont déjà en production série (figure 17). L'autre fonctionnalité, encore au stade expérimental, concerne la détection de situations dangereuses au moment de s'insérer dans une circulation dense ou de changer de file.



**Figure 17** Détection d'obstacles. *La boîte placée sur la plage de custode arrière montre un feu vert, jaune, rouge ou rouge clignotant selon la distance séparant la voiture de l'obstacle le plus proche situé à l'arrière.*

Leur utilité est surtout évidente aux conducteurs âgés, groupe caractérisé par un taux élevé d'un type particulier d'accident se produisant dans une voie d'accès pour autos ou durant les manoeuvres de stationnement, lorsque la vitesse est faible et que les dommages sont seulement matériels. Bien qu'elles soient plus sûres que d'autres voiries, les autoroutes font peur aux conducteurs âgés, qui redoutent d'avoir à s'insérer dans la circulation et d'avoir à changer de file. Ces manoeuvres exigent de leur part une

souplesse du cou et une vision périphérique qu'ils ont à peu près perdues et elles exigent aussi d'avoir à regarder devant, derrière et de côté. Or, il est pénible aux conducteurs âgés d'avoir à exécuter deux tâches simultanées ou plus.

Suivi médical - Plusieurs cas d'accidents de véhicules seuls peuvent être attribués à la somnolence au volant du conducteur, alors que les accidents en général sont souvent attribuables à une conduite avec des facultés affaiblies par l'alcool ou la drogue. Or, on ne peut pas dire que les conducteurs âgés sont enclins à conduire avec des facultés affaiblies par l'alcool. Par contre, la fatigue peut avoir sur eux un effet comparable. Parfois, leur état de santé varie de jour en jour. Pour se rassurer, ils aimeraient pouvoir compter sur un appareil capable de faire au jour le jour un suivi de leur état de santé. Le programme européen PROMETHEUS a mis au point deux méthodes de suivi médical (Catling, 1994). Au Japon, Nissan a mis en service expérimental une caméra permettant de surveiller l'état de vigilance du conducteur (McCulloch, 1995). On n'a pas encore établi dans quelle mesure les paramètres de la fatigue au volant chez l'ensemble des conducteurs s'appliquent également aux conducteurs âgés ou handicapés.

Régulation intelligente des distances et des vitesses - Ces dispositifs permettent de régler l'allure d'une voiture en fonction d'une consigne de vitesse donnée par le conducteur, et de l'espacement de sécurité par rapport au véhicule qui précède. La plupart des constructeurs automobiles ont des prototypes à l'étude. La Suède a soumis divers systèmes à des essais routiers. D'ici 1998, nous verrons les premiers véhicules équipés de ces systèmes à titre d'équipement standard, leur but étant d'alléger la fatigue au volant. Par la suite, ces dispositifs seront raccordés au système de navigation embarqué, ou à des balises extérieures par une liaison bidirectionnelle, de façon à obliger le véhicule à respecter les vitesses, les consignes affichées et les indications données par les feux de circulation, à s'arrêter aux passages à niveau lorsqu'ils sont fermés et surtout à garder l'espacement de sécurité avec le véhicule précédent. Ces dispositifs seront particulièrement utiles aux conducteurs âgés, groupe caractérisé par une tendance plus élevée que la normale à commettre des infractions au code de la route relatives aux feux de circulation, aux panneaux d'arrêt ou à un signal de priorité dans les carrefours. Un sondage selon la méthode Delphi mené par l'Université du Michigan (Underwood, 1992) révèle une part de marché de 5 p. 100 d'ici 2004, et de 50 p. 100 d'ici 2015, pour ces dispositifs, tandis que GM prédit qu'ils seront en production série d'ici cinq ans. Quant à BMW, elle se prépare à en équiper certaines des séries prévues pour 1998.

La tâche du conducteur ne consistera à rien d'autre qu'à allumer ou éteindre le dispositif et à faire le réglage de vitesse voulu. Néanmoins, il ne faudra pas que l'évaluation ergonomique de ces systèmes se fasse sans qu'un appel soit fait à un échantillonnage de conducteurs âgés. On ignore comment ceux-ci réagiront lorsque l'allure de la voiture qu'ils conduisent variera à leur insu.

Co-pilote automatique - Bientôt on verra sortir les voitures en production série équipées d'un dispositif de guidage latéral en standard. Le modèle proposé par BMW requiert que

le conducteur garde les mains sur le volant, signifiant ainsi que le pilotage n'est nullement automatique. Avec la régulation intelligente des vitesses, le guidage latéral devrait soulager les conducteurs âgés des effets du stress et de la fatigue. À moyen terme, disons vers 2010, 2020, le guidage entièrement automatique, conduite en convoi et insertion dans la circulation, pourra devenir une réalité, apportant aux conducteurs âgés un soulagement encore plus complet. Avec ce mode de conduite semi-automatique, les conducteurs âgés utiliseront davantage les autoroutes, beaucoup plus sûres que les autres voiries, amenant de la sorte une baisse dans le taux d'accidents qui caractérise ce groupe de conducteurs.

#### **7.6.4 Systèmes de gestion des urgences**

Systèmes d'alerte - On a commencé la production série de systèmes capables de lancer des appels de secours en cas de panne, d'accident ou autre urgence, tout en indiquant automatiquement l'emplacement du véhicule et permettant la communication avec le centre d'intervention. Le projet EDDIT a montré que toutes les personnes âgées ayant participé aux tests du prototype d'un système d'alerte ont affirmé qu'il augmente chez elles les sentiments de confiance et de sécurité sur la route (Oxley et Mitchell, 1995). Huit conducteurs âgés sur 22 ont déclaré qu'avec un tel système, ils n'hésiteraient pas à conduire la nuit, à emprunter les autoroutes et même à conduire dans un secteur inconnu.

Barkow et coll. (1993) ont révélé que les conducteurs âgés aimeraient avoir un dispositif capable de faire le suivi de l'état de fonctionnement de leur véhicule et de les prévenir d'une défaillance possible. L'impossibilité pour eux d'effectuer en cours de route une intervention comme changer un pneu fait qu'ils aimeraient pouvoir en être avertis à l'avance et faire jouer ainsi la prévention.

#### **7.6.5 Autoroute automatique**

Un des grands objectifs du programme SIT des États-Unis est le développement technologique menant à l'autoroute automatique. Divers constructeurs tant européens qu'américains ont fait la démonstration de voitures circulant isolément ou en pelotons serrés sur des autoroutes automatiques. En août 1997 se fera la démonstration d'un tronçon de la route I-15 au nord de San Diego (Californie) converti en autoroute automatique. La transposition de cette technologie aux autoroutes et aux grands axes routiers ne se fera certainement ni à court, ni à moyen terme, en tout cas pas avant que les épineuses difficultés envisagées n'aient été résolues, concernant le fonctionnement du système, sa fiabilité et autres aspects administratifs. N'empêche que si ce rêve devait se réaliser, les retombées profiteraient aussi aux conducteurs âgés, notamment en atténuant les effets de l'âge sur l'aptitude à conduire, à condition que rien n'ait été décidé sans la participation active de ces conducteurs aux essais devant précéder l'implantation éventuelle d'autoroutes automatiques.

---

## 8. QUOTE-PART DES SIT ET CLIENTÈLE ÂGÉE ET HANDICAPÉE

Dans son plan d'action de 1992, IVHS America donne les dépenses estimatives pour la mise en service des SIT sur 20 ans. Elles figurent au tableau 17.

**Tableau 17**  
**Dépenses estimatives sur 20 ans pour la mise en service des SIT**  
**(en millions de dollars US)**

SIT	Secteur public	Consommateurs	Total
ATMS (gestion du trafic)	24 941	0	24 941
ATIS (information des usagers)	1 996	102 362	104 358
AVCSS (contrôle et sécurité)	4 320	46 250	50 570
CVO (véhicules commerciaux)	4 986	21 775	26 761
APTS (transports en commun)	2 855	0	2 855
Planification et ingénierie	340	0	340
Total	39 438	170 387	209 825

(Source : IVHS America, 1992)

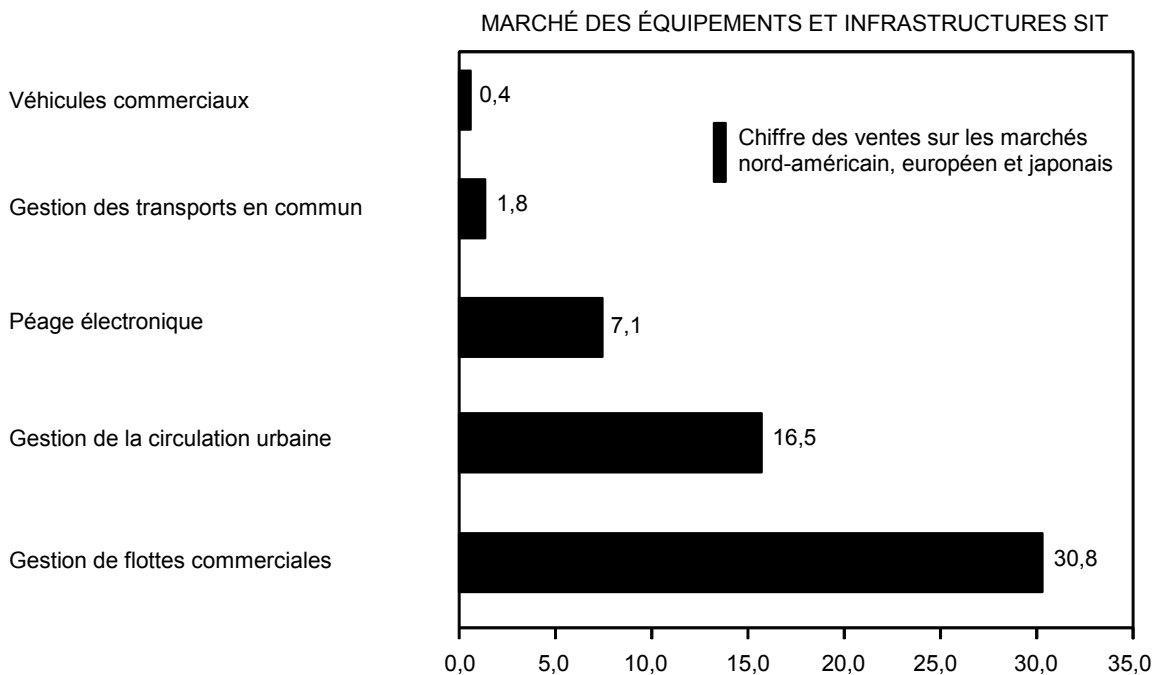
La plupart des systèmes d'information des usagers des transports en commun mis en service pour aider la clientèle âgée ou handicapée aux États-Unis sont ou seront implantés conformément à la Americans with Disabilities Act. Ils sont compris dans le total indiqué au tableau 17 sous la rubrique APTS. Orski (1996) met en doute l'idée que les consommateurs soient prêts à faire l'acquisition de systèmes d'information des usagers. Par ailleurs, les études menées par SRI Consulting et publiées dans *Inside ITS* du 18 novembre 1996 montrent que les parts de marchés des SIT seront pour le moins égales aux chiffres qui figurent au tableau 17 (figure 18).

Hickling Corporation (Guthrie et Phillips, 1994) a établi des chiffres estimatifs concernant la clientèle âgée ou handicapée intéressée par les SIT, selon l'application qui convient le mieux à chaque type de handicap. Le tableau 18 montre que les ATIS répondront aux attentes de 59 millions de handicapés et de 18 millions de personnes âgées en Amérique du Nord.

Le créneau le plus prometteur pour les SIT visant une clientèle âgée ou handicapée sera probablement celui des SIT d'application générale mais qui conviennent aussi aux voyageurs âgés, surtout s'ils sont aussi conducteurs. Étant donné qu'on recense aujourd'hui au Canada environ 2,1 millions de personnes handicapées qui conduisent leur propre véhicule, soit 11 p. 100 de tous les conducteurs, il est logique de croire que ces personnes représenteront au moins 10 p. 100 du marché des SIT embarqués. D'ici 2020, la population âgée de plus de 65 ans représentera de 14 p. 100 à 17 p. 100 de la population totale au Canada, et 18 p. 100 environ aux États-Unis. Si on y ajoute le

nombre de personnes handicapées, âgées de moins de 65 ans, la population âgée et handicapée atteindra quelque 25 p. 100 de la population totale et 20 p. 100 de tous les conducteurs. Il s'ensuit que d'ici 2020, les conducteurs âgés représenteront entre 20 p. 100 et 25 p. 100 du marché des SIT ciblant des individus.

Il sera probablement malhabile de mettre sur le marché des produits ne ciblant qu'une clientèle âgée ou handicapée; il sera, par contre, plus logique de faire en sorte que les SIT ciblant toute une population soit adaptés aussi à la population âgée et handicapée, non par quelque modification que ce soit, mais dès le début du processus de conception d'un produit nouveau.



**Figure 18** Marché des SIT en Amérique du Nord, en Europe et au Japon (Source : SRI Consulting, *Inside ITS*, 18 novembre 1996)



**Tableau 18**  
**Population potentielle des bénéficiaires de SIT en Amérique du Nord (1995)**

Application SIT	Principaux bénéficiaires	Population potentielle des bénéficiaires ayant un handicap de mobilité
<b>Applications générales</b>		
Information des usagers (ATIS)	Ensemble de la population handicapée.	Population handicapée : 59M; population âgée : 18M
<b>Voitures privées</b>		
Anti-collision	Personnes ayant des troubles sensoriels, cognitifs ou de la motricité.	Population handicapée : 40M; population âgée : 18M
Péage et stationnement automatiques	Personnes ayant des troubles de l'agilité, cognitifs, personnes âgées.	Agilité : 24M; population âgée : 18 M; autres : 7M
Navigation et information embarquées	Personnes âgées, personnes ayant des troubles cognitifs ou de l'apprentissage.	Population âgée : 23M; troubles cognitifs : 7M
Réglages automatiques	Personnes ayant des difficultés à faire les réglages nécessaires (siège, direction, rétroviseurs) ou qui oublie de les faire; celles ayant des troubles de l'agilité, cognitifs et certaines personnes âgées.	Agilité et cognitifs : 30M; conducteurs âgés : 23M
Localisation et appels d'urgence	Tous les conducteurs d'une voiture privée; les personnes âgées et celles ayant des troubles cognitifs, de la motricité ou de la parole.	Conducteurs âgés : 23M; autres incapacités : 40M
Vision assistée	Personnes à acuité visuelle diminuée, surtout la nuit; personnes âgées et toute personne à la vue basse.	Conducteurs âgés : 23M; vue basse : 8M
Franchissement des carrefours, signalisation à bord des véhicules	Conducteurs âgés ou ayant des troubles cognitifs; certains conducteurs ayant des troubles de l'ouïe, de la motricité ou de l'agilité.	Population âgée : 23M; conducteurs avec troubles cognitifs, d'audition, de motricité, d'agilité : 40M
Régulation des vitesses et des distances, guidage latéral	Tous les conducteurs (supplément de confort); sécurité pour quelques-uns, y compris les personnes âgées ou ayant des troubles cognitifs.	Tous : 66M; y compris population âgée : 23M et 7M avec troubles cognitifs
Diagnostic de l'état du conducteur	Tous les conducteurs, mais surtout les personnes âgées ou ayant des troubles cognitifs, de l'agilité, de la motricité qui augmentent avec la fatigue.	Population âgée : 23M; autres : 30M

(Source : Guthrie et Phillips, 1994)



---

## **9. RECHERCHES SUR LES SIT ET L'ACCESSIBILITÉ**

Les fonctionnalités des SIT les plus prometteuses en termes de meilleure accessibilité des transports seront celles qui viseront l'ensemble des conducteurs, y compris les conducteurs âgés, c'est-à-dire : automatisation progressive de l'interface véhicule-route, meilleure information des personnes tous modes de transport confondus, y compris la marche à pied, et les aides aux piétons ayant un trouble visuel. Or, toutes ces initiatives s'adressent à l'ensemble du public voyageur et pas seulement aux personnes âgées et aux handicapés. La recherche sur les SIT et l'accessibilité devrait se guider sur les deux axes suivants : tout le monde doit y gagner, y compris la population âgée ou handicapée, et toute initiative dans ce sens, présente ou future, doit tenir compte des besoins de celle-ci.

La raison est simple : d'ici l'an 2025, les personnes âgées ou handicapées représenteront plus du quart de toute la population nord-américaine et quelque 20 p. 100 de tous les conducteurs, c'est-à-dire un pourcentage fort intéressant du marché des équipements SIT. Or, comme ce marché évolue rapidement, il faudra que les constructeurs s'informent de près des besoins de cette population par une voie plus rapide que celle offerte par les organismes de normalisation.

La partie 9.1 recense les actions de développement concernant les équipements SIT visant à améliorer l'accessibilité et la partie 9.2 propose un programme de R&D que le Centre de développement des transports pourra adopter, fondé sur les suggestions figurant à la partie 9.1.

### **9.1 Actions et produits SIT axés sur l'accessibilité**

Ci-dessous figure une liste des actions de développement concernant les SIT visant à rendre ceux-ci aptes à venir en aide non seulement aux personnes âgées et aux handicapés, mais à l'ensemble de la population, et à les rendre exploitables par tous les modes de transport. Le marché des SIT constitue un ensemble de créneaux que le Canada pourra exploiter avec profit. Or, l'évolution de ce marché est fulgurante : dès qu'un nouveau créneau fait son apparition, on peut être sûr qu'un SIT viendra bientôt le combler.

#### **9.1.1 Bases de données et statistiques**

Cartes numériques - Un grand nombre des SIT décrits aux parties 7 et 8 n'est utilisable que dans la mesure où existeront des cartes numériques de grande qualité, représentant le réseau routier ainsi que les adresses et les occupations des sols correspondantes. Le Centre d'information topographique de Ressources naturelles Canada a édifié une base de données numériques de tous les réseaux routiers du pays, et où les autoroutes, les artères principales et secondaires, les rues et les carrefours sont indiqués par leur axe longitudinal. Suffisante pour plusieurs applications SIT, cette

base de données est mal adaptée à l'information routière embarquée. La Navigation Technologies Corporation commencera en 1997 à édifier sa propre base de données numériques couvrant les principales villes du Canada, à commencer par Toronto.

Statistiques sur la population âgée et handicapée - Le Canada ne dispose pas de statistiques sur la proportion de personnes détenant un permis de conduire et conduisant effectivement un véhicule, selon le groupe d'âge. Cela s'explique par le fait que dans ce pays, une confédération, la collecte de données sur les conducteurs, les véhicules et la circulation routière relève des provinces et qu'elle ne se fait pas de façon uniforme. En outre, le Canada ne mène pas d'enquêtes périodiques sur les habitudes de déplacement de ses citoyens, comme c'est le cas aux États-Unis et en Grande-Bretagne. Or, ce type d'enquête est le seul moyen par lequel on peut mesurer de manière fiable la proportion de personnes détenant un permis de conduire, et qui conduisent effectivement, selon les différents groupes d'âge. L'absence d'information de ce type rend impossible toute prévision fiable sur l'accroissement du nombre de conducteurs âgés, pourtant essentielle à la prise de décisions les concernant. Fait défaut également l'information sur le nombre de conducteurs ayant une incapacité, et sur le nombre d'accidents impliquant des conducteurs ayant une incapacité ou conduisant un véhicule converti. Or, ces informations sont indispensables à la prise de décisions concernant la réglementation portant sur les véhicules réaménagés pour les besoins des conducteurs handicapés, et sur la sûreté de ces personnes.

### **9.1.2 Généralités**

- Faire en sorte que, dans la réalisation d'un SIT destiné au grand public, son évaluation se fasse sur le plan ergonomique aussi bien que technique. Que l'on fasse appel à des conducteurs âgés, handicapés ou les deux pour procéder aux évaluations, étant donné que d'ici l'an 2025, ces groupes représenteront quelque 25 p. 100 du marché des SIT.
- Élaborer des lignes directrices sur les SIT visant à les rendre ergonomiques et utilisables par la population des conducteurs âgés ou handicapés. La recherche sur les aspects ergonomiques des SIT avance au sein des comités de normalisation suivants : CEN, comité technique TC278/WG 10 et ISO, comités techniques TC204 et TC22/WG8. Il faudra beaucoup de temps avant qu'ils n'élaborent des lignes directrices destinées aux industries. C'est pourquoi, des lignes directrices concernant la population âgée ou handicapée sont nécessaires aujourd'hui, dans le but de rendre les SIT utilisables par celle-ci.
- Étudier et réaliser des équipements portatifs de stockage et d'affichage de l'information. On pourrait commencer par des agendas électroniques offrant un éventail de services tels que Pages Jaunes informant sur les attraits touristiques et les services spéciaux et accessibles destinés aux usagers âgés ou handicapés; plus tard, on pourrait mettre au point des dispositifs plus complexes, combinant téléphone, réception de signaux GPS et cartes numériques, permettant la réception

en temps réel d'informations sur la circulation et les transports en commun, téléphone, aide à la localisation de véhicule, appel de secours, navigation et information routières. Une version adaptée de ces dispositifs pourra être mise à la disposition des personnes malvoyantes ou aveugles.

- Importer en Amérique du Nord la télécommande React mise au point par la Royal National Institute for the Blind de Grande-Bretagne et qui permet de déclencher sur demande des annonces parlées accompagnant les diverses annonces écrites que l'on trouve dans les installations terminales et dans les arrêts d'autobus. Avec ce dispositif, une personne malentendante peut déclencher des annonces parlées ou une personne malvoyante modifier la taille des caractères d'affichage. Une autre application serait la manoeuvre de portes asservies par une personne en fauteuil roulant.

### 9.1.3 Conducteurs

- De concert avec les États-Unis, mettre en place des programmes d'essai à long terme des SIT par des conducteurs âgés. Équiper de SIT un certain nombre de voitures et les faire conduire par des conducteurs âgés pour déterminer les difficultés éprouvées, les modifications des habitudes de conduite et, si possible, l'effet sur la sécurité : collisions évitées. Les applications embarquées envisagées sont, entre autres, la navigation routière, l'état de la circulation, la détection d'obstacles, l'appel au secours et, si possible, la vision assistée.
- Confirmer que les paramètres de la fatigue au volant chez l'ensemble des conducteurs sont applicables à la population des conducteurs âgés ou handicapés.
- Étudier un moyen permettant de transmettre au système de navigation embarqué les modifications cartographiques, d'abord en mode discontinu (une fois au début de la journée), et plus tard, en mode continu pour signaler les accidents ou incidents de la route. En Europe, on s'est vite rendu compte que les cartes implantées dans la mémoire des systèmes de navigation embarqués deviennent vite désuètes au regard des changements dans le réseau routier, et surtout des interruptions causées par les travaux de réfection et autres causes. Une solution serait d'adopter un système de navigation dynamique signalant au fur et à mesure les retards et les interruptions le long de l'itinéraire choisi.

### 9.1.4 Usagers des transports publics

- Rendre polyvalentes les cartes à mémoire de manière qu'une seule et même carte soit utilisable dans plusieurs villes, pour acheter des titres de transport, utiliser un téléphone public (comme le fait l'Association of Public Transport Operators VDV d'Allemagne). Par la suite, elle sera acceptée par les sociétés de transport aérien et par les grandes chaînes d'hôtel. Une autre application serait de les utiliser pour stocker l'information sur les besoins spéciaux du porteur qui en ferait la demande :

rangement d'un fauteuil roulant, assistance d'un préposé, section non fumeur, voyager dos à la circulation, etc. À bord d'un autobus, il devra suffire de placer la carte devant un lecteur électronique; pour téléphoner, il suffira de l'introduire dans la fente prévue. La carte se rechargera en l'insérant dans un téléphone à cartes prépayées, dont on actionne les boutons du clavier pour que le montant approprié soit débité du compte en banque.

- Étudier un dispositif permettant à une personne âgée ou handicapée de faire signe à un autobus communautaire de s'arrêter. Ce créneau est assez limité, mais il le serait moins si ce dispositif pouvait être utilisé pour héler les autocars, par exemple. Aucun dispositif de ce type n'est encore à l'étude.
- Afficher l'heure d'arrivée des prochains autobus urbains à un arrêt particulier, diffuser l'information sur les transports en commun et les transports en général, ainsi que les Pages Jaunes, au moyen du câble sur l'écran d'un ordinateur ou d'une télévision à la maison, ou au moyen de l'Internet sur des récepteurs portatifs.
- Rechercher d'autres moyens économiques d'exploiter les SIT pour aider les personnes handicapées. Il est techniquement possible d'installer des boucles d'induction dans les autobus et les rames de métro pour permettre aux personnes malentendantes d'écouter les annonces sur leur aide auditive sans être gênées par le bruit ambiant. Les chemins de fer suédois ont déjà équipé leurs trains X2000 de boucles d'induction. Cette technologie cependant n'a pas été adoptée sur les autobus urbains où elle serait fort utile étant donné que le bruit ambiant y est à un niveau plus élevé qu'ailleurs.

Prendre en compte les besoins des personnes âgées et des handicapés signifierait d'abord que les SIT soient d'emploi facile et sûr pour eux et, par la force des choses, pour l'ensemble des usagers, et ensuite qu'il faudra trouver des moyens pour que les aides standard puissent satisfaire aux exigences propres à ces personnes. Il faudra, par exemple, que la base de données interrogée par un dispositif portatif de stockage et d'affichage de l'information puisse renseigner à titre facultatif sur les installations accessibles. Enfin, il faudra que les SIT existants puissent rendre des services destinés aux seules personnes âgées et aux handicapés, comme par exemple déclencher grâce à une télécommande des annonces parlées accompagnant les annonces écrites, au bénéfice des usagers malvoyants.

## 9.2 Programme de R&D pour le Canada

Cette partie explique en détail les propositions concernant un programme de R&D à être mené au Canada pour améliorer l'accessibilité grâce aux SIT, le point de départ étant les suggestions figurant à la partie 9.1. Ce programme pourra être mené à bien par le Centre de développement des transports, et éventuellement par d'autres organismes, comme le Conseil national de recherches, par des consortiums d'industries, par un

ensemble de municipalités ou par des exploitants de transports en commun. Une partie de ce programme pourra être exclusivement canadien, le reste se faisant dans le cadre d'ententes de coopération internationales. En tout cas, des partenariats devront se forger entre les gestionnaires pilotant les projets et les organismes exécutants.

Un développement prometteur a été le lancement de l'IHRA (International Harmonized Research Agenda) par un groupement international appelé Enhanced Safety of Vehicles (amélioration de la sûreté des véhicules) (Noy, 1996). L'IHRA comprend six actions de recherche hautement prioritaires, y compris les SIT. Ce programme de recherche harmonisé a pour objet d'élaborer des tests visant à connaître les interactions conducteur-véhicule et ainsi déterminer le potentiel de sécurité des dispositifs anti-collision. Il s'articule autour de trois éléments clés qui sont : l'orientation des pouvoirs publics, l'évaluation de l'aspect sécurité et l'interaction conducteur-SIT. Le Canada est réputé être un chef de file dans ce domaine. Ce sera là une belle occasion d'élaborer et de diffuser les lignes directrices sur les SIT visant à les rendre ergonomiques, comme décrit aux alinéas 1 et 2 de la partie 9.1.

Si un programme de R&D semblable à celui que nous proposons devait être lancé, il faudra veiller à ce que les exécutants gardent le contact les uns avec les autres et que tout chevauchement éventuel soit restreint dans sa portée et en tout cas connu des parties intéressées. La coordination des tâches d'exécution incombera naturellement au CDT, dans la mesure où celui-ci se verra confier la gestion de l'ensemble du programme. Si jamais la gestion du programme devait se partager entre plusieurs, alors la coordination pourra devenir une tâche particulière pour le CDT, à moins qu'elle n'incombe à SIT Canada. Nous y reviendrons à l'alinéa 9.2.7.

### **9.2.1 Cartes numériques**

Un grand nombre des SIT envisagés n'est utilisable que dans la mesure où existeront des cartes numériques de grande qualité, du moins celles devant être exploitées par les systèmes de navigation routière embarqués. Pour les autres applications comme la localisation des autobus urbains, la gestion de la circulation urbaine et l'affichage de l'information sur la circulation, la finesse de détail des cartes numériques pourra être moindre. Les cartes pour systèmes de navigation routière embarqués doivent montrer les sens uniques, les virages interdits, les carrefours compliqués, les routes secondaires qui risquent de porter à confusion, les types de véhicules admis ou interdits et les stationnements disponibles dans les lieux de destination (Navigation Technologies, 1996). Ces cartes devront indiquer en outre des adresses géocodées soit nominatives (Holiday Inn, par exemple), soit numériques (800, boul. René-Lévesque Ouest). Au moins quatre entreprises, Etak, Navigation Technologies Corporation, Tele Atlas et Zenrin, se sont lancées dans l'édification de bases de données couvrant l'Amérique du Nord, l'Europe et le Japon.

En septembre 1996, ces quatre entreprises de cartographie se sont réunies avec des constructeurs de voitures, de systèmes logiciels et des fabricants d'appareils électroniques grande consommation et se sont entendues sur l'adoption d'une norme internationale unique régissant les bases de données de navigation routière. La seule norme agréée qui existait à l'époque était la norme GDF, élaborée en Europe, débattue et modifiée par la suite par l'ISO. Le Japon et les États-Unis ont convenu d'accepter sur le plan du principe autant de définitions GDF qu'il était possible de le faire rapidement pour déboucher sur une entente internationale. L'objet de cette entente étant qu'un disque compact de navigation routière portant le label d'un fabricant puisse servir dans n'importe quel système de navigation routière à bord de n'importe quel véhicule (Traffic Technology International, octobre/novembre 1996).

Aux États-Unis, la numérisation cartographique du réseau routier intervilles était achevée fin 1996, ainsi que celle des grandes agglomérations urbaines représentant une population de plus de 100 millions. D'ici la fin de 1998, elle sera achevée à l'égard de toutes les villes de plus d'un million d'habitants. En Europe, la numérisation cartographique du réseau routier intervilles est achevée pour l'Autriche, la Belgique, le sud-ouest de l'Angleterre, la France, l'Allemagne, l'Italie du nord et la Suisse. Fin 1997, elle le sera pour l'Espagne, le reste de la Grande-Bretagne et de l'Italie, et, fin 1998, pour le reste de l'Europe occidentale. Quant aux grandes agglomérations urbaines d'Europe dont la numérisation cartographique a été achevée, elles représentent une population d'environ 80 millions d'habitants.

Le Centre d'information topographique de Ressources naturelles Canada a édifié une base nationale de données topographiques concernant tous les réseaux routiers du pays, à partir des cartes existantes à l'échelle 1 : 250 000; la base est toutefois plus détaillée dans les régions pour lesquelles on dispose de cartes à échelle 1 : 50 000. Le réseau routier est divisé en autoroutes, artères principales et secondaires, rues et carrefours, tous indiqués par leur axe longitudinal. Sur les cartes figurent le numéro des routes et des voies de sortie, mais pas le nom des rues, et n'y figurent pas non plus la forme géométrique des carrefours, les voies à sens unique ou les virages interdits. La mise à jour des cartes représentant les 300 principales villes du pays doit commencer en avril 1997. Suffisante pour plusieurs applications SIT, cette base de données est mal adaptée à l'information routière embarquée, mais elle servira probablement de fondement aux futurs systèmes d'information géographique canadiens ainsi qu'aux autres organismes tels que Statistique Canada et la Société canadienne des postes qui voudront y raccorder leur propre base de données.

Navigation Technologies Corporation s'apprête à édifier une base de données cartographiques numériques pour l'ensemble du Canada, en commençant par le réseau formé des principales villes du pays. Toronto sera, en 1997, l'objet de la première de ces bases de données, suivie, après 1998, de Vancouver et de Montréal. Il est probable, mais pas encore sûr, que tout le sud de l'Ontario sera couvert dès le début du projet. La base de données couvrant le réseau routier intervilles, dont la finesse de détail sera



moins grande, fait partie de ce projet, et les données correspondantes pourront être disponibles dans un avenir pas trop lointain.

Rôle du Centre de développement des transports - Le CDT n'aura pas à intervenir directement dans ce processus qui est déjà lancé. Son rôle sera de rester en contact avec Ressources naturelles Canada et avec Navigation Technologies Corporation, qui sont les deux pôles de la numérisation cartographique du réseau routier canadien.

### **9.2.2 Lignes directrices concernant l'ergonomie des SIT**

L'objectif premier de cette partie du programme de R&D est de publier des lignes directrices concernant l'ergonomie des SIT, afin de les rendre utilisables par les personnes âgées et par les handicapés. L'information correspondante nécessaire existe déjà en Europe (Ross et coll., 1995; Nicolle et Stapleton, 1995; Oxley et Mitchell, 1995). Au Canada, elle existe aussi entre les mains du Centre de développement des transports et de plusieurs firmes de consultation. Aux États-Unis, Green et coll. (1995) et Clark et coll. (1996) ont élaboré des lignes directrices visant l'ensemble de la population plutôt que les personnes âgées et les handicapés. En janvier 1997, Battelle présentera à la Federal Highways Administration des propositions qui intéresseront aussi les conducteurs âgés, mais qui ne seront pas disponibles avant la fin de 1997. Le British Standards Institute de Grande-Bretagne a publié un guide concernant les systèmes d'information embarquée (BSI, 1996), considéré comme le meilleur pour ce qui est de la conception, l'installation et l'utilisation de ces systèmes. Le British Department of Transport a produit une liste de contrôle quantitatif permettant de vérifier que les critères indiqués dans le guide se retrouvent dans un système particulier.

Les lignes directrices s'articulent autour des trois éléments clés suivants :

- Elles devront être rendues publiques rapidement étant donné que plusieurs SIT sont déjà à l'étude. La famille de SIT déjà sur le marché constituera la norme à suivre pour longtemps encore, et cela se constate déjà pour les systèmes de navigation routière, dont le boîtier et les commandes sont très semblables, même s'il s'agit de constructeurs différents.
- Elles ne devront pas se substituer aux normes publiées par des organismes officiels tels que ISO et CEN.
- Elles devront recevoir l'agrément d'ITS America, d'Ertico et de Vertis, et ce sont ces trois organismes qui devraient les diffuser auprès des constructeurs américains, européens et japonais.

Ces objectifs seront d'autant plus difficiles à atteindre que chacun des organismes voudra élaborer ses propres lignes directrices et que leur agrément à l'extérieur du Canada risque de retarder le processus.

Le Canada est en bonne posture d'élaborer des lignes directrices au vu des raisons suivantes. Tant le Centre de développement des transports que les firmes de consultation qui collaborent avec lui s'intéressent depuis longtemps à définir des systèmes de transport tenant compte des besoins des personnes âgées et des handicapés. Or, étant donné que le Canada ne compte aucun constructeur-concepteur de voitures automobiles ou d'entreprises analogues dans le secteur des composants électroniques, il pourra proposer des lignes directrices sans risquer d'être perçu comme voulant favoriser telle ou telle entreprise installée sur son territoire.

Un moyen permettant de diffuser les lignes directrices concernant l'ergonomie du matériel SIT serait le groupe ESV (Enhanced Safety of Vehicles), lequel regroupe les instances chargées de la réglementation de la sécurité routière au sein de certains gouvernements. L'ESV a récemment lancé un certain nombre d'actions internationales harmonisées (IHRA). Or, le Canada, chef de file des IHRA dans le domaine des SIT, pourra saisir cette occasion pour diffuser ses lignes directrices sur l'ergonomie des SIT ainsi que les procédures d'évaluation correspondantes, par le biais des organismes internationaux de normalisation, des agences gouvernementales appropriées dans les pays où existent des entreprises qui étudient et construisent des véhicules moteurs ainsi que du matériel SIT embarqué et des groupes chargés de la promotion des SIT (ITS America, SIT Canada, Ertico et Vertis). Enfin, il serait bon de diffuser ces lignes directrices à toutes les conférences où se rencontrent les spécialistes de cette question.

Les perspectives d'élaboration de ces lignes directrices seraient encore meilleures si des ressources étaient affectées à cette démarche à la lumière des résultats de recherche obtenus par le groupement ESV (Enhanced Safety of Vehicles) dans ses recherches sur les SIT. Dans l'affirmative, il faudra en informer les organismes suivants en les invitant à une séance d'information : ITS America, Ertico, Vertis, SIT Canada, Industrie Canada, les comités techniques TC204 et TC22/WG8 d'ISO et le comité technique TC278/WG 10 du CEN. Il faudra agir de même avec Battelle Human Factors Transportation Center, la Federal Highways Administration des États-Unis, HUSAT (University of Loughborough, Grande-Bretagne), INRETS (France), avec les firmes de consultation en ergonomie du Canada et avec les partenaires travaillant sur l'ESV. Suite à cette réunion, un comité consultatif pourra être mis sur pied, dont le mandat serait de se tenir informé de l'évolution des travaux et qui serait invité à se prononcer sur les avant-projets, sans toutefois avoir droit de veto, car un consensus sur tous les aspects des lignes directrices serait difficile à obtenir.

Rôle du Centre de développement des transports - La recherche documentaire et l'établissement d'un avant-projet ne devraient pas prendre plus de neuf mois s'ils étaient confiés à une personne ayant de l'expérience dans le domaine des applications de l'ergonomie aux transports. Cette tâche conviendrait très bien au CDT, soit à l'interne, soit par voie d'impartition à un consultant travaillant en étroite collaboration avec le CDT. Transports Canada se chargerait de publier les lignes directrices et la spécification du projet de recherche.

À la lumière des travaux du comité consultatif, le CDT devrait lancer un appel mondial à l'appui de la nécessité d'évaluer sur le plan ergonomique tous les SIT neufs, en plus de persuader l'industrie de cette nécessité et de s'engager à toujours faire appel à des personnes âgées et à des handicapés pour faire partie des comités d'évaluation. Le CDT s'est déjà fait l'écho de cette position dans certaines communications, et poursuivra nul doute dans ce sens (Mitchell et Suen, 1997; Suen, Mitchell et Rutenberg, 1997). D'autres efforts seront nécessaires pour faire entendre ce message au sein de conférences internationales et pour assurer la promotion des lignes directrices dès qu'elles seront publiées. Des communications dans ce sens devraient être présentées à la Quatrième conférence mondiale sur les applications de la télématique aux transports, qui se tiendra à Berlin en octobre 1997, à la Huitième conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite de 1998, aux assemblées annuelles du TRB des États-Unis ainsi qu'à d'autres réunions susceptibles de fournir un auditoire privilégié.

### **9.2.3 Essais de longue durée des aides à la conduite**

Toutes les évaluations des aides à la conduite faites par des personnes âgées et des handicapés ont été à court terme, c'est-à-dire essais en laboratoire, sur simulateur, sur piste ou sur route, mais pendant quelques heures seulement. Les sujets évaluaient l'équipement mis à leur disposition en même temps qu'ils apprenaient à le faire fonctionner. Quant à savoir l'effet de l'équipement sur leur sécurité et leur mobilité, ils devaient se fonder sur les observations qu'ils faisaient durant ces quelques heures, et sur ce qu'ils pensaient que l'équipement leur apporterait s'ils le possédaient pour de bon. Dans le cadre du projet EDDIT, certains tests ont amené les sujets à faire un certain nombre d'erreurs, notamment en détection d'obstacles, erreurs qu'ils ont cessé de faire avant la fin des essais pourtant très courts (Oxley et Mitchell, 1995).

Afin de recueillir des informations plus fiables sur l'ergonomie des aides à la conduite, une fois leur fonctionnement maîtrisé par les conducteurs âgés, et afin de mieux apprécier leur effet sur la sécurité et la mobilité des conducteurs âgés ou handicapés, il faudra que les sujets puissent avoir l'équipement visé à leur disposition pendant plusieurs mois d'affilée, voire une année complète, de manière à pouvoir l'éprouver à fond. Les systèmes qu'il faudrait tester de la sorte sont ceux qui touchent à la navigation/information routière; à l'information sur la circulation/sites touristiques/Pages Jaunes; à la détection d'obstacles/aide au stationnement et au lancement d'alertes. Il serait également souhaitable de tester de la sorte des systèmes de vision nocturne assistée, sur des voitures équipées de phares au rayonnement ultraviolet, si cela pouvait se faire, et peut-être aussi un dispositif de régulation automatique des vitesses et des distances. Les essais de longue durée proposés donneraient aussi l'occasion de valider les lignes directrices sur l'ergonomie des SIT, dont il a été question sous 9.2.2.

Les résultats attendus de ces essais de longue durée seraient les suivants :

- évaluations ergonomiques par des personnes ayant eu l'occasion de se familiariser avec les équipements SIT;
- observations de l'effet de ces équipements sur la mobilité, c'est-à-dire conduire plus souvent, la nuit, dans des secteurs peu familiers ou sur autoroutes;
- observations de leur effet sur la sécurité, c'est-à-dire recensement des accidents réels ou évités de justesse, avec commentaire approprié;
- validation des lignes directrices proposées concernant l'ergonomie des SIT, en s'en servant pour vérifier l'adéquation des équipements ayant servi aux essais et pour se prononcer sur leur utilité.

L'information nécessaire à une appréciation en profondeur des SIT destinés aux conducteurs âgés ou handicapés ne saurait être obtenue que par des essais de longue durée.

Les essais de longue durée ne peuvent être menés que dans une région déjà représentée sur des cartes numériques et ayant déjà des services d'information sur la circulation. La première ville du Canada qui satisfera à ces deux conditions sera Toronto, qui disposera en outre d'un péage électronique sur l'autoroute 407. Les régions des États-Unis qui seront probablement équipées de même façon et qui pourront participer à des essais coopératifs, seront le comté d'Oakland au Michigan, au nord de Detroit, où le système Fas-Trac, en service expérimental depuis 1993, en est déjà à sa phase III; Houston où l'information sur la circulation passe à la radio et sur le réseau Internet et où existent déjà quelque 700 ordinateurs portables utilisés dans le cadre du programme d'essais Smart Commuter; le comté de Montgomery dans l'État du Maryland, où l'information sur la circulation passe à la radio, à la télévision ordinaire et par câble, sur Internet et sur écran de messagerie visuelle; Seattle, San Antonio et les États de New York, du New Jersey et du Connecticut qui semblent avoir été choisis pour la mise en oeuvre du programme Operation Timesaver. Éventuellement, il y aura aussi de la place pour un essai coopératif franco-canadien avec Paris pour terrain d'essai.

Rôle du Centre de développement des transports - La coopération serait la voie à suivre, du fait que le CDT a beaucoup d'expérience en ergonomie et accessibilité des transports ainsi que dans les techniques d'évaluation. En coopérant avec les États-Unis, il sera possible d'obtenir l'aide des constructeurs américains de voitures et de composants électroniques, ainsi que l'aide du gouvernement américain, sous forme de biens et de services. Étant donné que la Federal Highways Administration requiert que les évaluations se fassent avec le concours de conducteurs âgés, elle participera volontiers à un programme coopératif pilote de mise en service expérimental des SIT, ou bien à la prochaine ronde de démonstration SIT. Côté français, un programme de coopération avec la France permettra d'obtenir des voitures et de l'équipement électronique ainsi que l'aide du gouvernement, sous forme de biens et de services, par l'entremise de l'INRETS. L'aspect négatif de cette coopération est le coût plus élevé des

déplacements, et le fait que l'expérience scientifique du CDT et de l'INRETS est très semblable.

#### **9.2.4 SIT portatifs**

Les unités SIT portatives sont d'ores et déjà assurées d'une place dans le marché SIT, dans une gamme allant des Pages Jaunes électroniques aux systèmes de navigation routière et de télécommunications. On trouve déjà sur le marché quelques-unes de ces unités portatives : téléphones cellulaires, récepteurs GPS, répertoires des services et attractions touristiques, répertoires des services pour les usagers des autoroutes canadiennes et américaines et système d'appel au secours pour personnes âgées qui, lorsque celles-ci font une chute, par exemple, déclenche l'alarme en précisant les coordonnées de l'endroit. Deux entreprises canadiennes sont à la recherche de subventions pour les aider à développer des récepteurs portatifs d'information sur les transports et la circulation, et une troisième pour l'aider à édifier une base de données décrivant les services spéciaux disponibles pour les conducteurs âgés ou handicapés, et qui équipera une mémoire portative utilisable par les personnes qui conduisent un véhicule de loisir.

Aux États-Unis, des assistants électroniques (Personal Digital Assistant, PDA) portatifs sont mis en service expérimental dans le cadre de divers programmes d'évaluation en service, à savoir Atlanta Traveler Information Showcase, Houston TranStar Remote Information Device, TransCal et TravInfo en Californie du Nord (Wollenberg, 1996). Dans la région Minneapolis/St. Paul, quelque 500 personnes ont utilisé des PDA et des bornes de messagerie visuelle dans le cadre d'un programme d'évaluation de six mois (Starr et Wetherby, 1996).

Rôle du Centre de développement des transports - Des unités SIT portatives sont déjà sur le marché et d'autres versions plus évoluées seront bientôt commercialisées. Le CDT n'est jamais intervenu dans ce secteur mais il aura pourtant deux rôles importants à jouer. Primo, veiller à la publication rapide de lignes directrices sur l'ergonomie de ces dispositifs et à leur diffusion auprès des constructeurs. Le respect de critères de conception ergonomique est essentiel pour les utilisateurs âgés ou handicapés. Vu la petite taille de ces dispositifs, ceux-ci seront très probablement dotés de boutons très petits et très proches les uns des autres et d'écrans sur lesquels il sera difficile de lire les messages en petits caractères. La population âgée constitue la clientèle parfaite pour vérifier l'adéquation de ces dispositifs, étant donné qu'elle éprouve plus de difficultés que d'autres à s'en servir.

Secundo, favoriser l'édification de bases de données décrivant les services spéciaux disponibles aux personnes âgées et aux handicapés. Cette initiative aura pour effet de mettre en lumière le potentiel commercial d'une information intéressante au premier chef les usagers âgés ou handicapés et d'encourager l'apparition d'autres bases de données sur le marché. Elle permettra aussi la démonstration d'un service de Pages Jaunes électroniques pour personnes âgées et pour handicapés, dont le CDT pourra évaluer le

contenu de manière à vérifier son adéquation aux besoins de ces personnes. Le potentiel d'unités portatives de localisation et de guidage pour personnes malvoyantes ou aveugles est réel, mais le marché en sera forcément limité et ne pourra autoriser qu'un débouché restreint.

### **9.2.5 Cartes à mémoire**

Le secteur des transports urbains a commencé à adopter les cartes à mémoire, mais sans aucune coordination. Chaque entreprise de transport ne reconnaît que sa propre carte et pas celles des autres. La raison est en partie l'absence de standard concernant l'utilisation de ces cartes pour la perception des tarifs, et en partie l'absence d'un centre de compensation pour la distribution des recettes revenant à chacun de ses membres. En Allemagne, les entreprises de transports en commun sont représentées au sein d'une forte association, la VDV, qui a signé des ententes avec les chemins de fer allemands et avec la Telecom allemande pour lancer une seule carte à mémoire, utilisable pour voyager sur le réseau des membres de la VDV et par chemins de fer et pour utiliser un téléphone public. Une autre entente, signée avec les principales banques allemandes, permet de recharger la carte en l'insérant dans la fente d'un téléphone à cartes prépayées dont on actionne les boutons du clavier pour que le montant porté au crédit du porteur soit débité de son compte en banque.

Rôle du Centre de développement des transports - Le CDT pourra intervenir, peut-être à titre de partenaire avec l'Association canadienne du transport urbain, pour établir un standard applicable aux cartes à mémoire utilisables dans les transports urbains. Il serait bon de le faire de concert avec les États-Unis, de manière que le standard trouve une application nord-américaine. Ainsi les fabricants de cartes auront l'occasion de réaliser des économies d'échelle.

Un autre rôle, un peu plus délicat, serait de négocier des ententes en vertu desquelles une seule carte serait acceptée par tous les exploitants. À défaut d'une entente à l'échelle nationale, on pourrait avoir des ententes à l'échelle régionale impliquant plusieurs exploitants. À Montréal, par exemple, une telle entente pourrait intervenir entre la STCUM (Montréal), la STRSM (Rive-Sud) et STL (Ville de Laval).

Un rôle encore plus délicat serait de faire en sorte que les cartes puissent aussi servir dans les téléphones publics à cartes prépayées, et qu'on puisse les recharger en les insérant dans la fente de ces téléphones. Mais, pour cela, le CDT, organisme de Transports Canada, devrait avoir le mandat d'intervenir, comme la VDV en Allemagne. La création d'une carte à mémoire semblable à celle de l'Allemagne profiterait grandement non seulement aux usagers des transports urbains au Canada, mais aussi aux fabricants de cartes à mémoire dans ce pays.

Enfin, le CDT pourrait tenter d'obtenir que les handicapés acceptent l'idée de faire stocker sur leur carte à mémoire de l'information concernant leurs besoins spéciaux lorsqu'ils empruntent un réseau de transport. Ainsi, l'entreprise concernée sera mise au

courant et pourra fournir un service de meilleure qualité et plus personnalisé que ce qui se fait couramment. Le processus pourrait être lancé par le comité consultatif sur le transport accessible et, si l'idée était acceptée sur le plan du principe, poursuivi par les associations de personnes âgées et de handicapés. La Commission des communautés européennes a manifesté son intérêt pour cette idée et verrait d'un bon oeil une carte qui soit utilisable aussi bien en Europe qu'en Amérique du Nord.

### **9.2.6 SIT à usages spécifiques**

Le CDT a déjà oeuvré dans le passé en partenariat avec le secteur privé pour développer des équipements et des logiciels visant l'accessibilité des transports. Les exemples en sont nombreux: Réseau de communication visuelle (avec Télécité), le taximètre intelligent (avec Record Electronics Inc.) et le logiciel TransView pour la régulation des transports adaptés (avec International Road Dynamics Inc.).

Il y aussi des exemples de SIT qui pourraient constituer des créneaux profitables pour le Canada et qui auraient besoin du concours du CDT à l'étape de la démonstration leur faisabilité technique. Exemples : boucles d'induction à bord des autobus et des voitures de métro afin de permettre aux personnes malentendantes d'entendre les annonces malgré le bruit ambiant; dispositif permettant à une personne âgée ou handicapée de faire signe à un autobus communautaire, ou à un autocar, de s'arrêter pour lui permettre de monter à bord.

Mais de tels projets doivent être menés avec circonspection, car le développement et la fabrication d'un produit dont on a établi la faisabilité et l'utilité nécessiteront beaucoup d'argent. Une autre menace, surtout dans le domaine des SIT, vient de la rapidité avec laquelle, de nos jours, un créneau qui vient de s'ouvrir est aussitôt comblé, quelque part, par quelqu'un.

Une application SIT qui pourrait contribuer grandement à la sécurité des conducteurs âgés est celle du diagnostic de l'état du conducteur. Les constructeurs d'automobiles (voir 7.6.3) développent déjà des systèmes pour ce genre de diagnostic. À l'Université de Montréal, on cherche à déterminer les paramètres mesurables qui sont de bons indicateurs de la fatigue au volant. Or, rien n'a été encore fait dans ce sens à l'égard des personnes âgées ou handicapées, d'autant plus qu'il n'est pas certain que les paramètres concernant la population plus jeune et mieux portante soient transposables aux conducteurs âgés ou handicapés. Il faut donc étudier les caractéristiques particulières de cette population de conducteurs afin d'isoler les indicateurs de fatigue qui lui sont propres.

Rôle du Centre de développement des transports - Le CDT pourra, de concert avec Industrie Canada, déterminer les SIT que le secteur industriel du Canada trouverait intéressants à développer. Si l'on tombe d'accord pour développer tel ou tel SIT, parce qu'il a été déterminé qu'il est techniquement faisable et utile aux usagers visés, alors le CDT trouvera peut-être intéressant de former un partenariat avec le constructeur le plus

approprié et de financer une étude de marché pour cerner le potentiel commercial du dispositif SIT en question.

Nonobstant cette réserve, le CDT devrait commanditer des recherches de base sur les indicateurs de la fatigue au volant chez les conducteurs âgés ou handicapés. Cette recherche devrait être confiée à un groupe spécialisé dans ce domaine, étant donné que l'un des objectifs fixés serait de déterminer dans quelle mesure les paramètres applicables à la population dans son ensemble conviennent aussi à la population âgée ou handicapée.

### **9.2.7 Créer des compétences et nouer des relations internationales**

Les SIT provoqueront des mutations profondes dans les transports routiers, qu'ils rendront plus accessibles dans la mesure où de nouvelles barrières n'auront pas été créées, remplaçant les anciennes. Pour cela, les administrations devraient veiller à ce que les SIT n'entraînent pas des effets négatifs dans leur sillage. Vu la portée internationale de cette question, les responsables de la mise en place des SIT gagneraient à nouer des relations internationales utiles avec leurs homologues européens et américains.

Le meilleur moyen pour ce faire serait pour Transports Canada de mettre sur pied un groupe de spécialistes dans les domaines connexes de l'accessibilité et des SIT. Outre le programme de recherche proposé dans ce rapport, ce groupe aurait pour mandat d'aider Transports Canada et Industrie Canada dans la définition de politiques concernant les SIT. Le programme de recherche en question aurait pour objet d'améliorer la qualité des SIT, de veiller à ce que la structure réglementaire des applications des SIT aux transports routiers se fonde sur des données scientifiques sûres et d'affûter les compétences disponibles en les mettant en contact avec les compétences correspondantes en Europe et aux États-Unis. Toutes les parties intervenantes, canadiennes, américaines et européennes, auront intérêt à coordonner les recherches qu'elles entreprennent chacune de son côté de manière à éviter les chevauchements, sans pourtant les éliminer complètement. Il est proposé que cette coordination se fasse par l'intermédiaire de SIT Canada, d'ITS America et d'Ertico, ou bien à un niveau ministériel entre Transports Canada, la Commission européenne et le Department of Transportation des États-Unis.

Une tâche que le Centre de développement des transports pourrait entreprendre avec profit pour le compte de Transports Canada et dans le but de créer des compétences, serait de produire des rapports périodiques sur le nombre de permis de conduire détenus par des personnes âgées et des handicapés, et sur l'effet de l'âge et des déficiences sur la sécurité routière. Il s'agira de puiser dans l'information recueillie séparément par chacune des provinces et de la consolider de manière à brosser un tableau national. Il sera alors nécessaire de faire preuve de doigté pour aplanir les difficultés nées des incohérences dans les définitions. En outre, il faudrait faire inclure dans les enquêtes globales lancées par des entreprises commerciales des questions



visant à recueillir de l'information concernant le nombre de personnes âgées détenant un permis de conduire, les motifs pour lesquelles celles-ci ont préféré cesser de conduire, selon l'âge, les habitudes de déplacement et peut-être aussi les accidents qu'elles ont eus. Recueillir ce genre d'information par le canal d'une enquête globale est peut-être un moyen économique, mais il n'a ni la qualité, ni la précision d'une enquête dédiée.

### **9.2.8 Les rôles multiples de SIT Canada**

L'implantation des SIT au Canada et la prise en charge de la structure réglementaire des SIT par Transports Canada ouvrent à SIT Canada plusieurs voies où cet organisme pourra mettre son expérience à profit. Il pourra d'abord constituer une plate-forme de communication entre les constructeurs et les exploitants des SIT, d'une part, les administrations responsables de la définition de politiques et les chercheurs, d'autre part. Il pourra ensuite se charger de coordonner le programme canadien de R&D sur les SIT et d'en diffuser les résultats auprès des constructeurs et des exploitants, mais, pour ce faire, il aura besoin de ressources beaucoup plus importantes que celles dont il dispose actuellement. Surtout s'il se voyait confier la gestion du programme de recherche sur l'accessibilité et les SIT et la tâche de piloter les travaux menés de front par plusieurs établissements de recherche.

L'expérience de nombreux pays a montré l'utilité d'organismes comme SIT Canada et la gamme de services qu'il peut rendre, c'est-à-dire : éduquer, définir les enjeux des négociations entre le secteur public et le secteur privé, organiser des rencontres entre chercheurs, concepteurs et établissements de normalisation. Mais, à mesure que s'accélérera l'implantation des SIT, SIT Canada sera amenée à évoluer et à s'adapter. Pour que cette évolution se fasse en douceur, il faudra le doter d'une structure assez souple pour permettre des mutations qu'il est impossible actuellement de cerner et encore moins de définir.



---

## 10. CONCLUSIONS

Le présent rapport a été rendu possible grâce à la participation de l'auteur au programme des experts invités du Centre de développement des transports, CDT, de Transports Canada. Le projet de recherche avait pour objet de :

- reconnaître et d'approfondir les créneaux de recherche visant l'application des technologies fondées sur les SIT pour améliorer l'accessibilité des transports aux personnes âgées et à celles ayant une déficience;
- de proposer une stratégie efficace que Transports Canada pourra adopter dans cette intention;
- définir les divers rôles que pourront jouer le secteur des transports avec la collaboration des fournisseurs de services et d'installations de transports, au Canada, aux États-Unis et en Europe.

### 10.1 Les personnes ayant une déficience

La population des personnes ayant une déficience quelconque est estimée dans la plupart des pays à environ 12 à 14 p. 100 de leur population, alors que 5 à 10 p. 100 de cette population ont un handicap de mobilité, y compris celui de ne pouvoir marcher. Au Canada, la proportion de personnes ayant un handicap de mobilité est estimée à 10 p. 100. Grosso modo, de 0,5 à 1 p. 100 de la population est en fauteuil roulant, souvent pour une partie de la journée ou pour effectuer une tâche particulière. La population des personnes âgées augmentera de façon sensible dans la plupart des pays, au rythme du vieillissement de la population dans son ensemble.

D'ici l'an 2025, 23 p. 100 de la population adulte du Canada sera âgée de 65 ans ou plus, 21 p. 100 aura un handicap quelconque et 12 p. 100 un handicap de mobilité. Les conducteurs âgés forment d'ores et déjà 11 p. 100 environ de la population qui conduit un véhicule et, d'ici l'an 2025, la proportion de conducteurs âgés ou handicapés avoisinera les 20 p. 100.

Accessibilité - L'accessibilité peut être favorisée par l'information, l'argent et par des véhicules et des installations appropriés qui n'exigent pas de l'utilisateur plus qu'il ne peut entreprendre. Elle est favorisée aussi par des préposés bien formés et par des procédures bien pensées, de manière à suppléer aux lacunes des équipements. Les progrès réalisés dans le domaine de l'accessibilité sont dus à un processus laborieux d'améliorations techniques et administratives visant à supprimer les barrières gênant les déplacements d'une catégorie d'utilisateurs. Ces dernières années ont vu la mise en oeuvre de systèmes de transport intégrés faisant place à des groupes particuliers d'utilisateurs, les personnes en fauteuil roulant, par exemple, au lieu de les tenir à l'écart en leur fournissant des services séparés.

Critères de conception ergonomique - Durant les années 1980, la recherche a mis en lumière les aptitudes fonctionnelles motrices des personnes âgées et des handicapés ainsi que les critères de conception ergonomique de voitures, d'autobus, d'installations terminales et de zones piétonnières. La recherche s'est ensuite penchée sur les besoins des personnes ayant un handicap sensoriel, dont elle a défini les besoins d'information et d'affichage de celle-ci. Depuis une dizaine d'années, on a cherché à trouver des solutions aux difficultés éprouvées par les personnes ayant un handicap visuel, auditif ou cognitif. Il est d'ores et déjà acquis que l'accessibilité des transports ne saurait être améliorée davantage sans l'apport de l'électronique. Or, il n'existe pas encore de nos jours des critères applicables aux SIT et visant à les rendre utilisables par les personnes âgées et les handicapés. On compte cependant un certain nombre de rapports de recherche où divers standard de base sont proposés et décrits.

## 10.2 Problèmes et solutions en accessibilité

Piétons - Les personnes âgées et les handicapés ne peuvent pas marcher de grandes distances et ils le font lentement. Près de la moitié des personnes en fauteuil roulant et des handicapés ambulatoires ne peuvent pas faire plus de 150 m d'un trait. Entre 30 et 50 p. 100 des personnes handicapées ambulatoires éprouvent des difficultés lorsque la route est en pente ou lorsqu'il s'agit de traverser une rue, et si on y ajoute des marches et la cohue, ce chiffre atteint près de la moitié de tous les handicapés inscrits. Les personnes malvoyantes se déplaçant seules connaissent un taux d'accidents élevé lorsqu'elles marchent dans la rue, traversent une rue et utilisent les chemins de fer.

Autobus urbains - Plusieurs parmi les pays européens ont publié des recommandations visant à rendre accessibles les autobus urbains aux personnes âgées et aux handicapés, et menant à la réalisation d'autobus sans équivalent en Amérique du Nord. Sans être accessibles aux personnes en fauteuil roulant, ces autobus sont beaucoup plus accessibles que les autobus standard nord-américains, grâce à un plancher à quelque 550 mm au-dessus du sol, des marches d'escalier basses et larges, des dispositifs d'appui, des appuis verticaux en grand nombre et un revêtement très contrasté en couleur (appuis revêtus de plastique jaune) pour aider les personnes malvoyantes

Autobus à plancher bas - Les autobus à plancher bas ont fait leur apparition en Allemagne vers la fin des années 1980. Ils se sont vite répandus en Europe et commencent à entrer en service aux États-Unis. Il n'avait pas été prévu qu'ils soient accessibles aux fauteuils roulants, mais on s'est rendu compte qu'ils pouvaient l'être et qu'ils le sont devenus depuis. Dans les autobus à plancher bas européens, les personnes en fauteuil roulant sont dos à la circulation, dans un compartiment spécialement aménagé où il n'est pas nécessaire d'ancrer les fauteuils roulants au plancher. Aux États-Unis, le fauteuil roulant est placé face à la circulation et l'immobilisation de l'occupant est facultative, mais non celle du fauteuil lui-même. Le temps d'accès pour une personne en fauteuil roulant est d'environ 40 secondes en

Europe et de 2 à 4 minutes aux États-Unis. La mise en service des autobus à plancher bas donne aux personnes en fauteuil roulant l'impression qu'elles sont traitées comme tout le monde et non plus à part.

Trains et métros - Les difficultés éprouvées par les usagers handicapés et surtout en fauteuil roulant lorsqu'elles utilisent le train ou le métro viennent de la distance entre le quai et le plancher du train, de l'exiguïté des portes et des couloirs et de l'accès aux quais. On construit maintenant des métros totalement accessibles et on modifie les anciens en conséquence. Il existe maintenant des critères de conception ergonomique des trains et métros.

Voitures privées - La population des conducteurs âgés ou handicapés augmente, malgré les changements physiologiques apportés par l'âge qui rendent la tâche de conduire de plus en plus difficile : réflexes ralentis, aptitude amoindrie à s'occuper de plusieurs choses à la fois, vision affaiblie, surtout la nuit. Dans la plupart des pays, les conducteurs âgés connaissent un taux d'accidents par conducteur et par an parmi les plus bas, du fait qu'un grand nombre prend la décision de conduire moins souvent et moins longtemps. En revanche, le taux d'accidents par mille parcouru commence à augmenter autour des 65 ans, et monte en flèche à partir de 75 ans.

### **10.3 Intérêt des SIT**

Tous modes confondus, il existe des moyens simples et peu coûteux permettant d'améliorer l'accessibilité des transports, qu'il s'agisse d'adaptation des véhicules, des installations ou des procédures. Ils sont bien connus et n'attendent qu'une mise en oeuvre. Mais, il y aura toujours des barrières que seules l'implantation de SIT permettra de surmonter. Une façon parmi d'autres, valables pour tous les modes est l'organisation préalable à un déplacement et l'information en cours de route.

Piétons - Les SIT sont très prometteurs en ce qui concerne les piétons, à commencer par les balises infrarouges (signaux parlants) et par les dispositifs portatifs de localisation et de guidage pour les personnes malvoyantes. En Grande-Bretagne, on a implanté des feux de circulation qui prolongent la durée des cycles autorisant le passage de piétons, mais qui interviennent sélectivement seulement lorsqu'un piéton âgé ou handicapé se présente. Aux États-Unis, on expérimente un dispositif qui déclenche, lorsqu'il détecte la présence d'un piéton, des feux clignotants encastrés dans la chaussée, en guise d'avertissement aux automobilistes.

Transports en commun - Une information de meilleure qualité, avant un déplacement et en cours de route, profite à l'ensemble des usagers des transports en commun. Une information en temps réel sur un écran de télévision à domicile ou sur un terminal portatif réduira les temps d'attente aux arrêts d'autobus. L'affichage aux arrêts de la ligne et de l'heure d'arrivée des prochains autobus réduit l'angoisse de l'attente. Il existe une télécommande qui permet de déclencher des annonces parlées, accompagnant les

annonces écrites. L'affichage des arrêts successifs à bord des autobus et des rames de métro permet aux personnes qui se meuvent lentement de se préparer à descendre. Des boucles d'induction installées dans les autobus et les rames de métro permettent aux personnes malentendantes d'écouter, en se servant de leur aide auditive, les annonces parlées sans la gêne du bruit ambiant.

Les cartes à mémoire pour la perception automatique des tarifs permettent d'affranchir les personnes âgées ou les handicapés de la pression de faire vite, et si elles sont polyvalentes, ces cartes permettront en autres choses d'utiliser un téléphone public. Il y a aussi la possibilité que ces cartes puissent, au gré du porteur, stocker de l'information le concernant, de manière à lui assurer un déplacement sans problème et sans interruption, du début à la fin.

Conduite automobile - On constate une adéquation intéressante entre les fonctionnalités des SIT pour la conduite automobile et les tâches de conduite qui deviennent de plus en plus ardues avec l'âge. Ces SIT permettent d'atténuer quelques-uns des effets de l'âge sur l'aptitude des personnes âgées à conduire. Il s'agit des systèmes avancés d'information des usagers (ATIS) et de gestion des urgences (EM) qui sont des aides à la navigation routière, qui informent sur la circulation et qui avertissent des obstacles à proximité du véhicule lorsqu'il manoeuvre à faible vitesse. Ils informent aussi sur les sites touristiques et donnent l'alerte en cas d'urgence. Les essais en Europe ont suscité un accueil très favorable de la part des conducteurs âgés qui les ont essayés et qui ont indiqué qu'ils seraient prêts à les acquérir à un prix raisonnable.

Dans quelques années, il y en aura d'autres qui permettront aux conducteurs âgés d'éviter certains ennuis de la circulation et qu'ils trouvent stressants. Il s'agit d'applications mettant en oeuvre des aspects de contrôle et de sécurité (AVCSS) et des aides à la vision nocturne, à la régulation des distances et des vitesses, au guidage latéral, à la prévention des collisions, à l'affichage de la signalisation à l'intérieur du véhicule et au diagnostic médical. Beaucoup plus tard, ce sera le tour à l'autoroute automatique et aux aides à la prévention des accidents sur les routes secondaires. Ce sera une forme de transport routier entièrement inconnue jusqu'alors et que tout un chacun sera en mesure d'exploiter.

#### **10.4 Perspectives commerciales**

Les perspectives commerciales ouvertes aux SIT sur les marchés d'Amérique du Nord, d'Europe et du Japon pour les vingt prochaines années sont de l'ordre de 200 milliards de dollars, répartis comme suit : 100 milliards environ pour les systèmes avancés d'information aux usagers (ATIS) et 50 milliards environ pour les systèmes avancés de contrôle et de sécurité (AVCSS), les personnes âgées et les handicapés représentant probablement le quart de ce lucratif marché, à condition que ces systèmes tiennent compte des besoins spécifiques de ces personnes. Il n'existe pas encore de standard

international qui soit applicable aux SIT et qui vise à les rendre exploitables par les conducteurs âgés et les handicapés.

## **10.5 Recherches sur les SIT et l'accessibilité**

L'auteur a mis en évidence un certain nombre de créneaux de R&D qui permettront aux SIT de remplir leurs promesses d'accessibilité accrue pour les personnes âgées ou handicapées. Ce sont les suivants :

### **10.5.1 Bases de données et statistiques**

Cartes numériques - Un grand nombre des SIT décrits dans ce rapport n'est utilisable que dans la mesure où existeront des cartes numériques de grande qualité, représentant le réseau routier ainsi que les adresses et les occupations des sols correspondantes. Le Service de cartographie topographique de Ressources naturelles Canada a édifié une base de données numériques de tous les réseaux routiers du pays. La Navigation Technologies Corporation commencera en 1997 à édifier sa propre base de données numériques couvrant les principales villes du Canada, à commencer par Toronto.

Statistiques sur la population âgée ou handicapée - Le Canada ne dispose pas de statistiques sur la proportion de personnes détenant un permis de conduire et conduisant effectivement un véhicule, selon le groupe d'âge. Cela s'explique d'une part par le fait que ce pays est une confédération de provinces et, d'autre part, parce qu'il ne mène pas des enquêtes périodiques sur les habitudes de déplacement de ses citoyens, comme c'est le cas pour les États-Unis et la Grande-Bretagne. Or, ce type d'enquête est le seul moyen par lequel on peut mesurer de manière fiable la proportion de personnes détenant un permis de conduire, et qui conduisent effectivement, selon les différents groupes d'âge. Fait défaut également l'information sur le nombre de conducteurs ayant une déficience, et sur le nombre d'accidents impliquant des conducteurs ayant une déficience ou conduisant un véhicule converti.

### **10.5.2 Généralités**

- Faire en sorte que, dans la réalisation d'un SIT destiné au grand public, son évaluation se fasse sur le plan ergonomique aussi bien que technique. Que l'on fasse appel à des conducteurs âgés, handicapés ou les deux lorsqu'on viendra à l'étape des évaluations en service.

- Élaborer des lignes directrices sur les critères de conception ergonomique des SIT visant à les rendre utilisables par la population des conducteurs âgés ou handicapés. Elles devront être rendues publiques rapidement par les comités respectifs et ne devront pas se présenter comme des rivales aux normes publiées par les organismes internationaux reconnus. Le fait que le Canada soit réputé comme le chef de file dans les recherches sur les SIT coordonnées par le groupement international Enhanced Safety of Vehicles (ESV) lui donnera une belle occasion d'agir efficacement dans ce domaine.
- Étudier et réaliser des équipements portatifs de stockage et d'affichage de l'information. On commencera avec des dispositifs SIT offrant un éventail de services tels que Pages Jaunes informant sur les transports et les attraits touristiques; plus tard on aura des dispositifs plus complexes, combinant téléphone, réception de signaux GPS et cartes numériques. Une version adaptée de ces dispositifs pourra être mise à la disposition des personnes malvoyantes ou aveugles pour servir d'aide à la localisation et au guidage.
- Introduire en Amérique du Nord la commande sans contact et qui permet entre autres de manoeuvrer des portes asservies ou de déclencher des annonces parlées.

### **10.5.3 Conducteurs**

- De concert avec les États-Unis, mettre en place des programmes d'essai à long terme des SIT par des conducteurs âgés et qui viseront à obtenir des précisions sur les difficultés éprouvées, où et quand les SIT sont utilisés et si possible leur effet sur la sécurité : collisions évitées. Ils serviront en outre à valider les lignes directrices (voir le deuxième paragraphe de «Généralités» ci-dessus).
- Déterminer si les mesures de la fatigue au volant que l'on veut étendre à l'ensemble de la population sont applicables à la population des conducteurs âgés ou handicapés.
- Étudier un moyen permettant de transmettre au système de navigation embarqué les modifications cartographiques, d'abord en mode discontinu (une fois au début de la journée), plus tard en mode continu pour signaler les accidents ou incidents de la route.

### **10.5.4 Usagers des transports publics**

- Rendre polyvalentes les cartes à mémoire de manière qu'une seule soit utilisable dans plusieurs villes, pour acheter des titres de transport ou utiliser un téléphone public (à l'instar de ce que fait déjà l'association allemande des transporteurs VDV). Une autre application serait de les utiliser pour stocker l'information sur les besoins spéciaux du porteur qui en ferait la demande, de manière à prévenir d'avance le transporteur.



- Étudier un dispositif permettant à une personne âgée ou handicapée de faire signe à un autobus communautaire de s'arrêter.
- Afficher l'heure d'arrivée des prochains autobus urbains à un arrêt particulier, et diffuser l'information sur les transports en commun et les transports, en général, ainsi que les Pages Jaunes, au moyen du câble sur l'écran d'un ordinateur ou d'une télévision à la maison, ou au moyen de l'Internet sur des récepteurs portatifs.
- Rechercher d'autres moyens économiques d'exploiter les SIT pour les personnes handicapées. Il est techniquement possible d'installer des boucles d'induction dans les autobus et les rames de métro, permettant ainsi aux personnes malentendantes d'écouter, en se servant de leur aide auditive, les annonces parlées sans la gêne du bruit ambiant.

Prendre en compte les besoins des personnes âgées et des handicapés signifierait d'abord que les SIT soient d'emploi facile et sûr pour eux et, par la force des choses, pour l'ensemble des usagers, et ensuite qu'il faudra trouver des moyens pour que les aides standard puissent satisfaire aux exigences propres à ces personnes. Enfin, il faudra que les SIT existants puissent rendre des services destinés aux seules personnes âgées et aux handicapés.

Sans douter que les produits à usage spécifique peuvent aider les personnes âgées ou les handicapés qui voyagent, il faut cependant s'assurer qu'ils ne leur créent pas des barrières d'un type nouveau. Exemple, les aides à la conduite automobile devraient être vérifiées du point de vue de leur compatibilité ergonomique aux besoins des conducteurs âgés ou handicapés. Des organismes de normalisation comme l'ISO et le CEN se penchent sur les aspects ergonomiques des SIT, mais il leur faudra beaucoup de temps avant qu'ils ne puissent se prononcer. Entre-temps, des standards de base, fondés sur les connaissances acquises, sont nécessaires maintenant, afin de s'assurer que les SIT déjà sur le marché soient utilisables par les personnes âgées et les handicapés.

Seul un programme de recherche permanent sur les SIT et l'accessibilité permettra de prévenir le risque que les bouleversements qui s'annoncent dans les transports routiers, et plus particulièrement dans les aides à la conduite, pour les 20 ou 30 prochaines années avec l'arrivée des SIT ne débouchent, contrairement aux attentes, sur des barrières d'un type nouveau, remplaçant les anciennes.

## **10.6 Programme de R&D pour le Canada**

Le présent rapport propose un ensemble d'actions de recherches visant à améliorer l'accessibilité des transports par des moyens très divers fondés sur les SIT : cartes routières numériques, critères de conception ergonomique, essais de longue durée des aides à la conduite, terminaux portatifs, cartes à mémoire, équipements à usage spécifique; par la création de compétences et la signature d'ententes internationales et par la définition du mandat à donner à SIT Canada. Quant au Centre de développement des transports, les actions qu'il pourra entreprendre avec profit sont également décrites dans ce rapport.

---

## RÉFÉRENCES

Abt Associates Inc. (1969) Transportation needs of the handicapped: travel barriers. Abt Associates Inc., Cambridge, Massachusetts.

Association Suisse de Normalisation (1988) Construction adaptée aux personnes handicapées. Norme Suisse 521 500, CRB Centre suisse d'études pour la rationalisation de la construction, Zürich.

Automobile Association (1992) Mobility for all. The Automobile Association, Basingstoke.

Bails, J.H. (1986) The design of movement pathways and road systems for people aged 60 to 100 years. Communication présentée au séminaire *Innovation in planning and housing for people with disabilities*, Adelaïde (Australie), septembre 1986; South Australian Department of Housing and Construction, Adelaide, South Australia.

Balcombe, R.J. et I.O. York (1995) Wheelchair accessible bus demonstrations in the UK. Actes de la 7<sup>e</sup> Conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Reading, juillet 1995. Cranfield Press, Cranfield.

Barkow, B., J.A. Parviainen et R. Joly (1993) Accommodation to the requirements of drivers with disabilities in IVHS. Proceedings of the IEEE-IEE Vehicle Navigation and Information Systems Conference, Ottawa, pp. 385 - 388.

Bell, W.G. (1978) Rationale for the international conference. Proceedings of the 1st International Conference on Transport for the Elderly and Handicapped, Cambridge, avril 1978, in *Mobility for the Elderly and the Handicapped*, Ashford, N. et W.G. Bell (éditeurs), Loughborough University of Technology, Loughborough.

Benekohal, R.F., R.M. Michaels, P.T.V. Resende et E. Shim (1994a) Highway design and traffic operation needs of older drivers. Transportation Research Board 73rd Annual Meeting, janvier 1994, Paper No. 940722, Washington, DC.

Benekohal, R.F., R.M. Michaels, E. Shim et P.T.V. Resende (1994b) Effects of aging on older drivers' travel characteristics. TRB Paper No. 94-0699, 1994 Annual Meeting, Transportation Research Board, Washington, DC.

Blennemann, F. (1992) Low floor buses: passengers and operators point of view. Actes de la 6<sup>e</sup> Conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Lyon, juin 1992. Communication publiée par l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil.

Blennemann, F. (1992) The S-bahn: adaptation for elderly and handicapped (especially wheelchair drivers). Actes de la 6<sup>e</sup> Conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Lyon, juin 1992. Communication publiée par l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil.

Börjesson, M. (1989) Public transport for everyone. TFB Report 1989:1, Swedish Transport Research Board, Stockholm.

British Railways Board (1989) Station design guide for disabled customers. British Railways Board, Londres.

Brooks, B.M., H.P. Ruffell-Smith et J.S. Ward (1974) An investigation of factors affecting the use of buses by both elderly and ambulant disabled persons. British Leyland U.K. Ltd. (Truck and Bus Division), Leyland.

BSI (1996). Guide to in-vehicle systems. Draft for Development 235, British Standards Institute, Londres, 15 juin 1996.

Carr, M., T. Lund, P.R. Oxley et J. Alexander (1993) Cross-sector benefits of accessible public transport. TRL Project Report PR 39, Transport Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne.

Catling, I. (ed) (1994) Advanced technology for road transport: IVHS and ATT. Artech House, Londres.

Centre de développement des transports (1997) Access and mobility for all - a Canadian transportation planning handbook. Centre de développement des transports, Transports Canada, Montréal.

Clarke, D.L., M.E. McCauley, T.J. Sharkey, T.A. Dingus et J.D. Lee (1996) Development of human factors guidelines for advanced traveller information systems (ATIS) and commercial vehicle operations (CVO): comparable systems analysis. U.S. Department of Transportation Report FHWA-RD-95-197, Federal Highways Administration, U.S. Department of Transportation, Washington DC.

Cohen, P. (1996) Greying population stays in the pink. New Scientist, Volume 151, No. 2021, 16 mars 1996, page 4, IPC Magazines Ltd., Londres.

Commission européenne (1993) Applications télématiques aux transports 1993 - Research and technology development in advanced road transport telematics. Direction générale XIII, Commission européenne, Bruxelles.

Commission européenne (1994) Technology initiative for disabled and elderly guidance for a visually impaired pedestrian, or people (TIDE) Bridge phase - synopses. Direction générale XIII, Commission européenne, Bruxelles.

COLITRAH (1991) Proposition de spécifications pour l'accessibilité de l'autobus urbain. Conseil National des Transports, Comité de liaison pour le transport des personnes handicapées, Paris.

COLITRAH (1992) Proposition de spécifications pour l'accessibilité des nouvelles infrastructures de transport à l'usage des maîtres d'ouvrage. Conseil National des Transports, Comité de liaison pour le transport des personnes handicapées, Paris.

Dahlstedt, S. (1978) Walking speeds and walking habits of elderly people. Proceedings of the 1st International Conference on Transport for the Elderly and Handicapped, Cambridge, avril 1978, *in* Mobility for the Elderly and the Handicapped, Ashford, N. et W.G. Bell (éditeurs), Loughborough University of Technology, Loughborough.

Dejeammes, M. (1996) Les transports et les personnes à mobilité réduite. Actes INRETS n° 49, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil.

Dejeammes, M., J. Carvalhais et coll. (1993) Concept d'accessibilité autobus/infrastructure urbaine : évaluation de l'expérience de Caen. INRETS-Rapport LESCO n° 9303, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil.

Dejeammes, M. et C. Dolivet (1995) Urban public transport systems: evolution of their accessibility in France. Actes de la 7<sup>e</sup> Conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Reading, juillet 1995. Cranfield Press, Cranfield.

Dejeammes, M., J.L. Flores et V. Blanchet (1988) Capacités fonctionnelles motrices d'une population : répercussions sur l'accessibilité des transports collectifs. INRETS-Rapport LESCO n° 81, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil.

Department of Transport (1991) The older road user. British Department of Transport, Londres.

Department of Transport (1996) A policy for using new telematic technologies for road transport - a consultation document. (British) Department of Transport, Londres.

DPTAC (1988) Re-statement of recommended specification for buses used to operate local services. Disabled Persons Transport Advisory Committee, Department of Transport, Londres.

DPTAC (1993) Recommended specification for buses used to operate local services. Disabled Persons Transport Advisory Committee, Department of Transport, Londres.

ECMT (1986) Transport for disabled people: international comparisons of practices and policy with recommendations for change. Conférence européenne des ministres des transports, Paris.

ECMT et UIC (1992) Report on improved access to trains. ECMT Note CEMT/CM(92)9, Union internationale des chemins de fer et Conférence européenne des ministres des transports, Paris.

ETSC (1993) Reducing traffic injuries through vehicle safety improvements. The role of car design. European Traffic Safety Council, Bruxelles.

Euler, G.W. et H.D. Robertson (1995) National ITS program plan. ITS America, Washington, DC.

Evans, L. (1991) Older driver risks - to themselves and to other road users. TRB Paper 910490, 1991 Annual Meeting, Transportation Research Board, Washington, DC.

Falocchio, J.C. (1980) An assessment of wheelchair lift buses in Westchester County, New York. DOT Report , Urban Mass Transit Administration, US Department of Transportation, Washington, DC.

FHWA (1990) Older driver pilot program. Federal Highway Administration Report FHWA-SA-90-016, Office of Highway Safety, Federal Highway Administration, Washington, DC.

FHWA (1995) Highway statistics, 1994 et 1988 (Table DL-20) Federal Highway Administration, Washington, DC.

Flores, J.-L., G. Bonnardel et G. Pachiaudi (1981) Confort dans l'autobus - Approche ergonomique. Institut de Recherche des Transports, Note d'information n° 19, Arcueil.

Flores, J.-L. et P. Minaire (1985) Épidémiologie du handicap : Étude fonctionnelle d'une population. Rapport LESCO, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil.

Fowkes, A., P.R. Oxley et B. Heiser (1994) Cross-sector benefits of accessible transport. Cranfield Press, Cranfield.

Fowkes, M., J. Smoczynski et I. Watkins (1987) A study of the ergonomics of minibuses for disabled and elderly people. MIRA Report K48575, Motor Industry Research Association, Nuneaton.

Francher, P. et coll. (1994) Potential safety applications of advanced technology. Report FHWA-RD-93-080, University of Michigan Transportation Research Institute for the Federal Highways Administration, U.S. Department of Transportation, Washington DC.

Gallon, C., J. Alexander et P.R. Oxley (1992) Mobility in London: a study of the use of transport services by people with disabilities. Cranfield Centre for Logistics and Transportation, Cranfield.

Gallon, C., A. Fowkes et M. Edwards (1995) Accidents involving visually impaired people using public transport or walking. TRL Project Report PR 82, Transport Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne.

Gazely, I. et C.M. Haslegrave (1978) The adaptation of production cars to the needs of disabled people. Proceedings of the 1st International Conference on Transport for the Elderly and Handicapped, Cambridge, avril 1978, *in* Mobility for the Elderly and the Handicapped, Ashford, N. et W.G. Bell (éditeurs), Loughborough University of Technology, Loughborough.

Geehan, T. (1994) Evaluation of BusLine: Victoria's automated transit information system. CDT Rapport TP 11808E, Centre de développement des transports, Transports Canada, Montréal.

Geehan, T. (1995) An evaluation of accessible transit buses in Vancouver and Victoria. CDT Rapport TP 12709E, Centre de développement des transports, Transports Canada, Montréal.

GLAD (1986) All change: a consumer study of public transport handicap in London. Greater London Association for Disabled People, Londres.

Goss Gilroy Inc. (1995) Les personnes handicapées et le transport au Canada - un aperçu. Transports Canada TP 12545F, Centre de développement des transports, Montréal.

Gowda, G.V. et A.L. Meadors (1995) Application of ITS technologies to enhance the safety of blind/sightless road users. Communication présentée au Deuxième Congrès mondial sur les applications télématiques aux transports, Yokohama 1995. VERTIS éditeurs, VERTIS, Tokyo.

Green, P., W. Levison, G. Paelke et C. Serafin (1995) Preliminary human factors design guidelines for driver information systems. U.S. DOT-FHWA Report FHWA-RD-94-087, University of Michigan Transportation Research Institute for the Federal Highways Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.

Guthrie, B.M. et A.J. Phillips (1994) Market estimates of intelligent transportation systems for seniors and people with disabilities in North America. Communication présentée au Premier Congrès mondial sur les applications télématiques aux transports, Paris 1994, ERTICO éditeurs, Artech House, Londres.

Hakamies-Blomqvist, L. (1996) Research on older drivers: a review. IATSS Research Vol. 20, No. 1, pp. 91 - 101, Institute for Transportation Studies, University of California, Berkeley.

Harris, A.I. (1971) Handicapped and impaired in Great Britain, Part 1. HMSO, Londres.

Haslegrave, C. (1986) Car control conversions for disabled drivers. TRL Research Report RR 29, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

Highway Users Federation (1989) Workshop on roadway improvements for the mobility and safety of older drivers and pedestrians. Highway Users Federation, Washington, DC.

Hillman, M. et A. Whalley (1979) Walking is transport. PSI Broadsheet 583, Policy Studies Institute, Londres.

Hitchcock, A. et C.G.B. Mitchell (1984) Man and his walking behaviour. Part 2a. Walking as a means of transport. Transport Reviews, 1984, Vol. 4, No. 2, pp. 177-187.

Hopkin, J.M., P. Robson et S.W. Town (1978) The mobility of old people: a study in Guildford. TRRL Laboratory Report LR 850, Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne.

Howard, B. (1995) Accessible transport - bridging the information gap. Actes de la 7<sup>e</sup> Conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Reading, juillet 1995. Cranfield Press, Cranfield.

Hultgren, K. (1995) Increased quality of railway passenger service by means of the adaptation to the claims of the handicapped. Actes de la 7<sup>e</sup> Conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Reading, juillet 1995. Cranfield Press, Cranfield.

Institute of Consumer Ergonomics (1985) Problems experienced by disabled and elderly people entering and leaving cars. TRRL Research Report RR 2, Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne.

Institution of Highways and Transportation (1991) Reducing mobility handicaps: towards a barrier-free environment. The Institution of Highways and Transportation, Londres.

Institution of Mechanical Engineers (1990) Guidelines on the adaptation of car controls for disabled people. Automotive Division, Institution of Mechanical Engineers, Londres.

IVHS America (1992) Strategic plan for intelligent vehicle-highway systems in the United States. Report IVHS-Amer-92-3, IVHS America, Washington DC.



Knoblauch, R. et coll. (1995) Older pedestrian characteristics for use in highway design. Report FHWA-RD-93-177, Federal Highways Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, DC.

Laux, L.F. et J. Brelsford (1990) Age-related changes in sensory, cognitive, psychomotor and physical functioning and driving performance in drivers aged 40 to 92. AAA Foundation for Traffic Safety, American Automobile Association, Washington, DC.

Leake, G.R., A.D. May et T. Parry (1991) An ergonomic study of pedestrian areas for disabled people. TRRL Contractor Report CR 184, Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne.

Lerner, N.D., M.L. Morrison et D.J. Ratte (1990) Older drivers' perceptions of problems in freeway use. AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC.

Leyland Vehicles Ltd. (1980) Passenger problems in moving buses. TRRL Supplementary Report SR 520, Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne.

Lonero, L.P. et coll. (1994) Awareness of risk and self restricted driving in older drivers. Report SRO-93-103, Safety Policy Branch, Ministry of Transport Ontario,

MacLennan, B. (1993) Senior driver safety and mobility: vehicle design and driver licensing issues. Transports Canada, rapport TP 11614E, Centre de développement des transports avec la Direction générale, transport des personnes handicapées, Ottawa.

Malfetti, J. et D. Winter (1987) Safe and unsafe performance of older drivers: a descriptive study. AAA Foundation for Traffic Safety, Falls Church, Virginie.

Martin, J., H. Meltzer et D. Eliot (1988) OPCS surveys of disability in Great Britain: Report 1, The prevalence of disability among adults. Office of Population Census and Surveys, HMSO, Londres.

McCulloch, R. (1995) Nissan tests drowsiness camera. ITS, Autumn 1995, Issue 2, p. 32, Route One Publishing Ltd., Nottingham.

Ministry of Transport and Public Works (1986) Manual - traffic provisions for people with a handicap. Road Safety Directorate (D.V.V.), Ministry of Transport and Public Works, La Haye (Pays-Bas).

Mitchell, C.G.B. (1988) Features on buses to assist passengers with mobility handicaps. TRRL Research Report RR 137, Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne.

Mitchell, C.G.B. (1996) The value of intelligent transport systems to elderly drivers. Communication présentée au Third World Congress on ITS, Orlando, Floride, octobre 1996.

Mitchell, C.G.B. (1997a) Access to transport systems and services - an international review. Transports Canada TP 12927E, Centre de développement des transports, Montréal.

Mitchell, C.G.B. (1997b) Intelligent Transport Systems (ITS) - Applications for improving transportation for elderly and disabled travellers. Transports Canada TP 12925E, Centre de développement des transports, Montréal.

Mitchell, C.G.B. et L. Suen (1997) ITS impact on elderly drivers. Communication présentée à la XIII<sup>e</sup> réunion mondiale de la Fédération mondiale de la route, Toronto 1997. Association des transports du Canada, Ottawa.

Mollenhauer, M.A., T.A. Dingus et M.C. Hulse (1995) The potential for advanced vehicle systems to increase the mobility of elderly drivers. University of Iowa Public Policy Center for the Midwest Transportation Center, University of Iowa, Iowa City.

National Consumer Council (1987) What's wrong with walking. National Consumer Council, HMSO, Londres.

National Mobility Equipment Dealers Association (1990) Guidelines. (U.S.) National Mobility Equipment Dealers Association.

National Rehabilitation Board (1988) Access for the disabled 1 - minimum design criteria. National Rehabilitation Board, Dublin.

Navigation Technologies (1996) The Nav Tech navigable map database. Brochure, octobre 1996, Navigation Technologies Corporation, Sunnyvale, Californie.

Nicolle, C. et L. Stapleton (éditeurs) (1995) TELAID handbook of design guidelines for usability of in-vehicle systems by drivers with special needs. DRIVE II Projet V2032, produit à livrer 11, Commission des communautés européennes DG XIII, Programme de R&D sur les applications télématiques aux transports (DRIVE II), Bruxelles.

Norman, A. (1977) Transport and the elderly. National Corporation for the Care of Old People, Londres.

Noy, Y.I. (1996) International Harmonized Research Activities - ITS Status Report. Correspondance privée avec la Direction de la sécurité routière et réglementation automobile, Transports Canada, Ottawa.

Obrist, E. (1993) The Swiss railways and the disabled: practical applications. Proceedings of Seminar J, PTRC Summer Annual Meeting, PTRC Education and Research Services Ltd., Londres.

OECD (1985) Traffic safety of elderly road users. Organisation de coopération et de développement économiques, Paris.

Office national des transports du Canada (1995) Regulating accessible transportation: the Canadian experience. Actes de la 7<sup>e</sup> Conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Reading, juillet 1995. Cranfield Press, Cranfield.

Olshansky, S.J., B.A. Carnes et C.K. Cassel (1993) The aging of the human species. Scientific American, avril 1993, pp. 18 - 24, Washington, DC.

Orski, C.K. (1996) Is there a consumer market for traveller information services? In Traffic Technology International 4/96, août/sept. 1996, pp. 52-55, U.K. & International Press, Dorking, Surrey.

Oxley, P.R. et J. Alexander (1994) Disability and mobility in London - a follow-up to the London area travel survey. TRL Project Report PR 34, Transport Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne.

Oxley, P.R. et M. Benwell (1983) The use of buses in Sheffield by elderly and handicapped people. TRRL Supplementary Report SR 779, Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne.

Oxley, P.R. et M. Benwell (1985) An experimental study of the use of buses by elderly and disabled people. TRRL Research Report RR 33, Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne.

Oxley, P.R. et C.G.B. Mitchell (1995) Final report on elderly and disabled drivers information telematics (Project EDDIT). Commission des communautés européennes, DG XIII, Programme de R&D sur les applications télématiques aux transports (DRIVE II), Bruxelles.

Penton, J.H. (1978) The use of the underground system by people of impaired mobility. Actes de la Première conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Cambridge, avril 1978 *in* Mobility for the Elderly and the Handicapped, Ashford, N. et W.G. Bell (éditeurs), Loughborough University of Technology, Loughborough.

Presson, G. (1978) A new SNCF experiment for its handicapped clients. Actes de la Première conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Cambridge, avril 1978 *in* Mobility for the Elderly and the Handicapped, Ashford, N. et W.G. Bell (éditeurs), Loughborough University of Technology, Loughborough.

Rabbitt, P., A. Carmicheal, S. Jones et C. Holland (1996) When and why older drivers give up driving. AA Foundation for Road Safety Research, Automobile Association, Basingstoke.

Revis, J.R. (1978) Transportation problems of the elderly and handicapped - an overview of United States experience. Actes de la Première conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Cambridge, avril 1978 *in* Mobility for the Elderly and the Handicapped, Ashford, N. et W.G. Bell (éditeurs), Loughborough University of Technology, Loughborough.

Rivett, P. (1996) Catching the bus on time. In Traffic Technology International. 4/96, août/sept. 1996, pp. 84-86, U.K. & International Press, Dorking, Surrey.

Rosenbloom, S. (1992) Mobility: indicator or determinant of aging and impairment? Actes de la 6<sup>e</sup> Conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Lyon, juin 1992, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil.

Ross, T. et coll. (1995) HARDIE design guidelines handbook, human factors for information presentation by ATT systems. DRIVE II Projet V2008 HARDIE, produit à livrer n° 20, Commission des communautés européennes, DG XIII, Programme de R&D sur les applications télématiques aux transports (DRIVE II), Bruxelles.

Rothe, J.P. (1990) The safety of elderly drivers. Transaction Publications, New Brunswick, New Jersey.

Rutenberg, U. (1995) Urban transit bus accessibility considerations. Rapport 10, Programme de recherches stratégiques en transports en commun, Association canadienne du transport urbain, Toronto.

Rutenberg, U. et L. Suen (1996) Advanced taxi information and communication system (ATICS) for drivers and passengers including those with sensory and cognitive impairments. Communication présentée au The Third World Congress on ITS, Orlando, Floride, 1996, ITS America, Washington DC.

Sack, D. (1989) Public transport on ground for elderly and disabled persons: development and measures in FGR. Actes de la 5<sup>e</sup> Conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Stockholm, mai 1989. Gordon and Breach Science Publishers, Reading.

Sadalla, E.K. (1994) Human factors in IVHS: age, driving stress and health. Report No. AZ94-384, Arizona Department of Transportation, Phoenix.

Schweiger, C.L., M. Kihl et L.W. Labell (1994) Advanced public transportation systems: the state of the art, update '94. U.S. Department of Transportation Report DOT-T-94-09, National Transportation Systems Center for the Federal Transit Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, DC.

Simms, B.R. (1993) Characteristics and driving patterns of drivers over seventy. TRL Project Report PR 26, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

Smith-Kettlewell Eye Research Institute (1995) Talking signs symposium. Videocassette, InVision Productions, San Francisco.

Spong, C.C. (1994) Footway maintenance, Part 1: a review of profile monitoring techniques. TRL Project Report PR 95, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

SRI Consulting (1996) Inside ITS, 18 novembre 1996, Transport Technology Publishing, Binghampton, N.Y.

Ståhl, A. (1991) Service routes in Sweden - developments and effects. Department of Traffic Planning and Engineering, Lund Institute of Technology, University of Lund, Lund.

Ståhl, A., K. Brudell-Freij et M. Makri (1993) The adaptation of the Swedish public transportation system - yesterday, today and tomorrow. TFB Report 1993:14, Swedish Transport Research Board, Stockholm.

Starr, R.A. et B.C. Wetherby (1996) Traffic information on alphanumeric pagers: evaluation results from the Genesis Project. Communication présentée au Third Annual World Congress on Intelligent Transport Systems, Orlando, Floride, octobre 1996. ITS America, Washington, DC.

Swedish Board of Transport (1989) Regulations for adapting public transport vehicles for use by disabled persons. Swedish Board of Transport, Solna.

Suen, S.L., C.G.B. Mitchell et U. Rutenberg (1997) Directions for ITS research and development on safety and security for elderly and disabled travellers in Canada. Communication pour le Quatrième Congrès mondial sur les applications télématiques aux transports, Berlin, octobre 1997.

Suen, S.L. et J.A. Parviainen (1993) Advanced travel accessibility systems for the elderly and disabled: a conceptual framework. Communication présentée au IEEE-IEE Vehicle Navigation and Information Systems Conference, Ottawa, pp. 375 - 380.

Suen, S.L. et U. Rutenberg (1994) Advanced transportation information systems for elderly and disabled travellers in transportation terminals. Communication présentée au Premier Congrès mondial sur les applications télématiques aux transports, Paris 1994, pp. 1797 - 1803. ERTICO, éditeurs Artech House, Londres.

Systems Approach Consultants Ltd (1979) Analyse permettant l'identification et le dénombrement des personnes à mobilité réduite au Canada. Transports Canada, TP 2084, Administration canadienne des transports de surface, Transports Canada, Ottawa.

Traffic Technology International (1996) Setting the car navigation standard. Traffic Technology International, page 4, oct./nov. 1996, U.K. & International Press, Dorking.

TRB (1988) Transportation in an aging society. TRB Special Report 218, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC.

Underwood, S.E. (1992) Delphi forecast and analysis of intelligent vehicle-highway systems through 1991. University of Michigan Transport Research Institute IVHS Technical Report No 92-17, Ann Arbor, Michigan.

Urban Transportation Monitor (1996) Crosswalk warning device attracts increasing interest. Urban Transportation Monitor, Volume 10, No. 21, pages 1 et 7, novembre 8, 1996. Lawley Publications, Burke, Virginie.

U.S. Administration on Aging (1975) Transportation for the elderly: the state of the art. DHEW Report OHD 75-20081, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Administration on Aging, Washington, DC.

U.S. Department of Transportation (1978) Technical report of the national survey of transportation handicapped people. Urban Mass Transit Administration, U.S. D.O.T., Washington, DC.

VDV (1996) Rahmenempfehlung für 3-achsige Grossraum-Niederflur-Linienbusse. VDV Schriften 233, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Köln.

Vespa, S. (1995) Presentation on ITS and accessible transport to the Canadian Advisory Committee on Accessible Transportation, avril 1995. Présentation non publiée, disponible auprès du Centre de développement des transports à Montréal.

Walker, J., E. Alicandri, C. Sedney et K. Roberts (1990) In-vehicle navigation devices: effects on the safety of driver performance. Federal Highway Administration Report FHWA-RD-90-053, Office of Safety and Traffic Operations R & D, Federal Highway Administration, Washington, DC.

Weetman, R.I. et C. Baber (1992) Navigation by blind people in complex spaces: ergonomic considerations of electronic mobility aids. Actes de la 6<sup>e</sup> Conférence internationale sur la mobilité et le transport des personnes âgées ou à mobilité réduite, Lyon, juin 1992, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil.

Wollenberg, S.A. (1996) Current and future development in the use of handheld mobile computers for access to advanced traveller information services. Actes du Third Annual World Congress on Intelligent Transport Systems, Orlando, Floride, octobre 1996. ITS America, Washington, DC.

Wren, A.C. et P.M. Jones (1996) ROMANSE in Southampton. Traffic Technology International 2/96, avril/mai 1996, pp. 42 - 48, U.K. & International Press, Dorking, Surrey.

Yee, D. (1985) A survey of the traffic safety needs and problems of drivers age 55 and over. In Drivers 55 plus: needs and problems of older drivers - survey results and recommendations. AAA Foundation for Traffic Safety, Falls Church, Virginie.