



Section 2

L'impact de la technologie



2.0 L'impact de la technologie

2.1 Introduction

L'industrie du transport routier de passagers peut bénéficier d'un large éventail de technologies existantes et en émergence, qui ont trait avant tout aux véhicules, aux systèmes de transport et aux systèmes de communication.

Dans ce contexte, l'industrie canadienne du transport routier de passagers a adopté une attitude progressiste face à l'innovation technologique et à ses applications dans plusieurs domaines (c'est ainsi que les autobus à plancher surbaissé représentent aujourd'hui plus de 24 pour cent des autobus urbains, par rapport à 2,3 pour cent en 1995). En fait, la grande majorité des technologies signalées ici, sinon toutes, ont déjà été adoptées ou sont en cours d'évaluation sur le terrain au Canada.

Il semble toutefois que l'industrie ne tire pas encore de cette diversité technologique tout ce qui pourrait optimiser le rendement de ses ressources humaines et ce qui pourrait l'aider, en particulier, à solutionner les problèmes importants et persistants qu'elle rencontre en matière de recrutement, de sélection, de formation et de fidélisation de son personnel.

Car certaines technologies contribuent à la viabilité économique des fournisseurs de services et, par conséquent, à la sécurité d'emploi de leurs employés alors que d'autres favorisent un milieu de travail plus sécuritaire et moins stressant. Certaines rehaussent l'image de l'industrie ou du fournisseur de services, d'autres facilitent l'accès à la formation, accroissent l'efficacité ou promeuvent les bonnes relations employeur-employés.

Le fait pour l'industrie ou pour une société d'intégrer les diverses technologies présentées ici à un programme bien pensé de promotion des ressources humaines pourrait contribuer à stabiliser et à valoriser l'ingrédient essentiel au fonctionnement de l'industrie, son capital humain.

2.2 Technologies en émergence

Les plus remarquables des applications technologiques en émergence comprennent les communications en temps réel, les cartes intelligentes, les abribus intelligents, les systèmes de transport rapide par autobus, les simulateurs d'entraînement perfectionnés pour conducteurs et les systèmes de surveillance. Il y a d'autres ressources dont on parle moins mais qui sont tout aussi pertinentes, comme le véhicule automatique intelligent et les systèmes intelligents de gestion de la circulation. Les prochaines sections examineront ces technologies ainsi que l'impact qu'elles pourraient avoir.

2.2.1 Communications en temps réel

La technologie des communications en temps réel a de quoi rendre les transports en commun beaucoup plus attrayants pour les usagers. Elle permet de communiquer et d'afficher dans les gares des renseignements constamment tenus à jour. Pour savoir à quelle heure arrivera le prochain autobus, les passagers n'ont qu'à consulter des kiosques installés dans les abribus ou les gares (*Computing and Control*

La participation des employés à l'intégration de la technologique

De concert avec l'association des conducteurs, la société Pacific Western a mis en place un programme de caméras à bord des autobus et a rendu son installation plus divertissante. Si aucun incident n'est enregistré par la caméra (puisque le seuil de mouvements n'est pas atteint), un témoin lumineux vert apparaît sur le module. À la fin de son quart de travail, le conducteur peut récolter les « points verts » et les échanger contre des coupons, des laissez-passer pour le cinéma, des chèques-cadeaux chez Swiss Chalet. En outre, les conducteurs ont aidé Pacific Western à assouplir quelque peu l'application du programme. Le passage à niveau sur la voie ferrée, exécuté tout à fait en conformité avec les limites de vitesse, par exemple, pouvait déclencher un témoin lumineux rouge (incident enregistré) par le logiciel.



Engineering, 2004). Ce système se répand de plus en plus dans les sociétés de transport en commun du Royaume-Uni et des États-Unis. Les dépenses et les recherches gouvernementales sur les équipements de communication en temps réel sont en hausse (*Chabrow, 2004; Transports Canada, 2004e*). La région d'York, en Ontario, prévoit mettre en opération complète un système du genre dès 2006, avec à l'appui un système de positionnement mondial (GPS) qui permet la localisation des autobus (*Toronto Star, 2004*).

Les sous-secteurs du transport scolaire et du transport interurbain par autocar ont déjà recours à cette technologie mais pour des raisons autres que le sous-secteur du transport urbain. La technologie des communications en temps réel sera appelée à jouer un rôle plus important en matière de sécurité et d'établissement des horaires dans le transport scolaire et le transport interurbain par autocar tandis qu'elle sert plutôt d'interface de communications constantes avec les usagers du transport en commun urbain.

Les villes européennes incorporent déjà les communications en temps réel à leurs terminus, appelées **abribus intelligents**. Les passagers peuvent facilement utiliser un kiosque pour planifier, modifier et payer leurs déplacements et ils auront bientôt accès aux renseignements nécessaires sur leur cellulaire, leur assistant électronique (PDA) ou leur ordinateur (*Giannopoulos, 2004*). De fait, le conseil du comté de Surrey, en Angleterre, lance présentement un programme appelé « *Buses 4 U* », qui permet aux résidents de réserver des autobus par messagerie texte (*Monro, 2004*), fonction qui est disponible sur l'ensemble du réseau de téléphonie cellulaire du Canada.

Les abribus peuvent même faire plus, en principe, et notamment permettre aux passagers de vérifier leur courrier électronique et de payer leur passage au moyen de cartes de crédit ou de débit. Autre atout de ces abribus intelligents : leur aspect moderne et attrayant (*Knecht, 2004*). Encore un peu et on pourra y offrir un accès Internet sans fil (*zones Wi-Fi*).

Les communications en temps réel sont aussi très utiles aux services d'exploitation car elles permettent aux fournisseurs de services de rejoindre le conducteur et d'avoir accès aux renseignements sur les circuits et sur l'entretien des véhicules en plus de relever les données sur la vitesse et le trajet réel. (*Computing and Control Engineering, 2004, Electronic News (North America), 2004*).

Si les technologies en temps réel affectent surtout les transports en commun urbains, elles peuvent aussi servir à suivre les autobus scolaires. C'est ainsi que Gecko Micro-solutions offre un logiciel qui permet de localiser les conducteurs, les véhicules et même les enfants. Des lecteurs de cartes et d'autres dispositifs suivent les élèves au moment où ils montent dans l'autobus ou en descendent, et peuvent aider le conducteur à surveiller ses passagers (*School Transportation News, 2002*). On peut prévoir dans un proche avenir l'installation à bord des autocars d'un équipement Wi-Fi, comme celui qu'a introduit VIA Rail sur son corridor Montréal-Toronto (2004), ce qui ajouterait à l'attrait des services de transport interurbain par autocar.

2. 2. 2 Systèmes d'alerte et de contrôle

On met au point des technologies d'alerte pour favoriser la conduite sécuritaire. C'est ainsi que les **systèmes de suivi de voie (LDW)** utilisés sur les camions utilitaires alertent le conducteur si son camion franchit la bande axiale de la chaussée sans qu'il le veuille (*Business Wire, 2004a*).

Certains constructeurs de véhicules automobiles développent des **systèmes de contrôle** qui communiquent avec le conducteur par un code de sons ou de vibrations qui lui permettent, sans cesser de fixer la route, d'obtenir des renseignements qui étaient jusqu'ici affichés au tableau de bord (*Business Wire, 2004b*).

Le moment où les enfants montent à bord de l'autobus scolaire et en descendent fait maintenant l'objet de recherches en matière de technologie d'alerte. Une étude subventionnée par le programme de recherche et développement sur les systèmes de technologie de l'information de Transports Canada a entrepris d'identifier le point/périmètre optimal où un **dispositif avertisseur de proximité** devrait alerter le conducteur afin d'accroître la sécurité personnelle des enfants ou d'autres piétons circulant tout près d'un autobus scolaire arrêté. En 2005, le Centre de développement des transports de Transports Canada a soumis à des tests trois de ces systèmes (*Transports Canada, 2004*). Les systèmes présentement disponibles peuvent détecter la présence d'enfants dans la plupart des zones à haut risque autour de l'autobus. Les conducteurs ont jugé ces dispositifs utiles lorsque leurs miroirs ne peuvent les renseigner, et très utiles pour leur signaler l'arrivée d'un véhicule lorsque la visibilité est mauvaise, comme en cas de neige et de brouillard (*L-P Tardif & Associés, 2004*).

Le système d'assistance sonore à la marche arrière équipé de SONAR « parle » au conducteur d'autobus pour l'avertir si quelqu'un se déplace entre le véhicule et un objet stationnaire ou si tout autre type d'objet se trouve dans le champ arrière de l'autobus. Le dispositif avertisseur reconnaît tous les changements d'information à la centième de seconde et les transmet au conducteur lorsque les données sur la marche arrière changent. On croit que ce type de système est supérieur à celui avec caméra de rétrovisée puisque les conducteurs doivent continuer d'utiliser les rétroviseurs ce qu'ils ne font pas lorsqu'ils regardent un écran de télévision sur le tableau de bord. Par ailleurs, ce système d'aide sonore s'adapte plus aux conditions climatiques du pays que les systèmes avec caméra dont la performance est inégale en raison de la neige, de la glace et du verglas.

Outre la technologie des abribus exposée ci-dessus, d'autres abribus sont conçus de manière à assister directement les conducteurs d'autobus. Par exemple, le **i-STOP** à l'énergie solaire, conçu au Canada, émet un rayon lumineux clignotant pour signaler au conducteur qu'un passager l'attend, ce qui est particulièrement utile lorsque la visibilité est réduite comme dans l'obscurité, la neige ou le brouillard (*Daily Commercial News and Construction Record, 2002*).



2. 2. 3 Systèmes de paiements

La **carte à puces** pourrait bien simplifier la façon de monter dans l'autobus et on estime qu'elle représente une forme de paiement pratique. Le solde de la carte intelligente peut être transféré à/d'une carte de crédit ou de débit, ce qui simplifie le paiement d'une manière incroyable. Les passagers ont même l'avantage de pouvoir utiliser leur carte dans les kiosques à journaux ou les casse-croûte des gares (*Hesseldahl, 2004*). Si les cartes à puces se retrouvent surtout aujourd'hui dans les systèmes de transport urbains, le sous-secteur du transport interurbain pourrait ajouter la carte intelligente aux formes traditionnelles de perception (*Association canadienne de l'autobus et L-P Tardif & Associés, 2000*). Si l'on a conçu ces cartes en pensant d'abord aux passagers, elles peuvent aussi aider les conducteurs en simplifiant et en accélérant l'accès à bord (*Carter, 2001*).

2. 2. 4 Systèmes de surveillance vidéo

La ressource technologique qui suscite le plus de controverse est sans doute le **système de surveillance vidéo**, ou de télévision en circuit fermé, qui est présentement utilisé par de nombreuses sociétés de transport en commun et de transport scolaire (*Lathrop, 1998*). La qualité de ces systèmes s'est beaucoup améliorée avec l'avènement de la surveillance vidéo numérique.

2. 2. 4. 1 Surveillance des passagers

Les systèmes de surveillance télévisée balayant les zones d'embarquement, de perception et des places occupées par les passagers peuvent assister le conducteur comme facteur de dissuasion face à la violence physique ou verbale et au vandalisme et comme élément de preuve en cas de plaintes ou de poursuites injustifiées. (*Issacs, 2003*). De fait, le risque de violence physique ou verbale est tout à fait réel, et la surveillance vidéo offre une défense typique. À New York, à la suite des attentats terroristes, de nouvelles technologies de sécurité sont apparues, dont des scanners portables pour détecter les produits chimiques et des systèmes perfectionnés de simulation de combat, à côté des méthodes et technologies traditionnelles – et plus courantes – telle la télé en circuit fermé, la pose de clôtures et les chiens renifleurs de bombes.

Une étude d'*Andre et al. (1997)* a établi que les conducteurs d'autobus urbains sont souvent victimes d'agression, ce qui est susceptible de décourager certaines personnes de postuler un emploi. Les systèmes de surveillance peuvent donc devenir un outil de recrutement, en démontrant l'importance qu'attache le fournisseur de transport à un milieu de travail sûr et sécuritaire.

Les systèmes de surveillance sont peut-être les plus utiles aux conducteurs d'autobus scolaires, qui ont la lourde responsabilité de surveiller les enfants tout en conduisant leur véhicule. Une petite caméra à l'intérieur de l'autobus peut dissuader les enfants d'écarts de conduite.

2. 2. 4. 2 Surveillance du conducteur

Les systèmes de surveillance qui enregistrent les activités de conduite ainsi que les prises de vue et son à l'intérieur comme à l'extérieur du véhicule sont d'une très grande valeur au moment de la reconstitution des détails d'un incident, surtout lorsqu'ils sont apparentés aux paramètres d'utilisation de l'autobus (soit la vitesse, l'accélération, le freinage, etc.) Par contre, de tels systèmes de surveillance sont sujets à controverse et il faut bien prendre soin, avant de les installer, d'en discuter l'utilisation avec le personnel. Ils peuvent être perçus comme une menace à la vie privée et à l'autonomie du conducteur, et suggérer un manque de confiance.

Certaines sociétés de transport utilisent ces systèmes pour superviser le travail de leurs employés. Ainsi la société *James River Bus-Lines* vérifie si le conducteur respecte la vitesse prescrite et les autres règlements (*School Transportation News, 2002*). Tout en faisant état d'excellentes relations avec ses employés, la société *Meridian Transportation Services* va jusqu'à utiliser à la fois un système de positionnement mondial (GPS) et la technologie sans fil pour aviser automatiquement les surveillants qu'un autobus dépasse la vitesse autorisée – et pour émettre ses propres contraventions (*Metro Magazine, 2005*). Un surveillant explique que l'équipement de supervision sert d'outil d'apprentissage et que les conducteurs ont bien accepté la supervision; cependant, on n'a pas étudié la réaction des conducteurs à l'utilisation de caméras vidéo (*Jones, 2004*).

2. 2. 5 Protection du conducteur

On assure maintenant la protection du conducteur grâce à des écrans protecteurs de plastique incassable. Aux États-Unis, la société *Greyhound Lines* a mis au point et commencé à poser des **écrans latéraux**, qu'elle compte installer sur 1 700 de leurs 2 400 autocars, pour éviter à leurs conducteurs toute confrontation physique (*U.S. House of Representatives Committee on Transportation and Infrastructure Subcommittee on Highways, Transit and Pipelines, 2004, Fiskes, 2003*). *Greyhound Canada* a annoncé récemment qu'un écran protecteur semblable s'agencera à tout nouvel achat d'autocars.

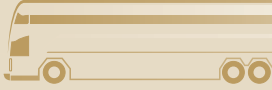
2. 2. 6 Infrastructure

On définit le **système rapide par bus (SRB)** comme « un mode de transport rapide sur pneumatiques qui fait appel à des stations, des véhicules, des voies de circulation, un plan d'exploitation souple et des solutions technologiques dans le but d'offrir un service de qualité supérieure axé sur la clientèle, qui se révèle rapide, fiable, confortable et rentable » (*ACTU, 2005a*). Le système SRB emprunte souvent des voies aménagées en site propre, qui lui sont réservées, et marie les améliorations technologiques à des plans uniques d'exploitation et de marketing (*Federal Transit Administration, 2004, Kang et al., 2000*). Il présente de nombreux avantages pour les passagers et pour l'environnement, notamment une sécurité et une fiabilité accrues, des modalités de paiement plus faciles, une meilleure accessibilité et un remède à la congestion. Parmi les avantages cités pour les réseaux de transport collectif, on retrouve :

Projets SRB existants et prévus au Canada

- Québec (*Métrobus*)
- Montréal (voie médiane et couloir réservé à contresens, *Via-bus de l'Est*)
- Ottawa (*Transitway*)
- Vancouver (*B-Line*)
- Calgary (voie SRB)
- Gatineau (*Rapibus*)
- Toronto (SRB de *Oakville à Pickering*)
- Mississauga (corridor de transport rapide doté de stations offrant une correspondance avec les transports en commun)
- Toronto (voies réservées aux autobus de la *TTC*)
- Winnipeg
- Région de York (*VIVA*)
- Halifax (*MetroLink*, circulation mixte)
- Brampton (*AcceleRide*)
- Edmonton (Corridor SRB à l'étude)
- Victoria (SRB *Victoria-Langford*)

Source: *CUTA, 2005a*



SRB / Projets internationaux

Australie

Adelaide, Métro O-Bahn

Brésil

Curitiba, SRB

Colombie

Bogota, Transmilenio

Nouvelle-Zélande

Auckland North Shore, SRB

Royaume-Uni

Leeds, Superbus

Londres, BusPlus

West Sussex, Fastway

- Une mise en place progressive
- Une souplesse de fonctionnement
- Des coûts moins élevés
- Une plus grande capacité
- Des changements possibles à l'aménagement du territoire
- Une rapidité et une fiabilité accrues du service
- Une hausse de l'achalandage

(ACTU, 2005 a)

L'utilisation d'autobus rend les SRB extrêmement flexibles et, selon l'application, ces systèmes peuvent être aisément modifiés ou même supprimés en déplaçant des barrières de béton modulaires; plus permanents, les systèmes express sur rail sont aussi beaucoup plus coûteux à installer. En outre, l'aménagement d'un SRB deviendra pleinement opérationnel bien des années avant qu'un train léger sur rail (TLR) puisse transporter ses premiers passagers.

Les systèmes SRB existent dans plusieurs villes du monde et la *Federal Transit Authority* américaine subventionne actuellement dix projets pilotes pour procéder à une évaluation complète. Au Canada, Ottawa exploite son *Transitway* depuis 1983, et la *B-Line* de Vancouver s'est intégrée avec succès au réseau régional de transport en commun depuis sa mise en service en 1996. La première phase du SRB de la société de transport de Calgary est entrée en opération le 30 août 2004.

On ne semble pas avoir recueilli le point de vue des opérateurs de SRB, on ne peut donc pas encore en mesurer l'impact sur le recrutement et la fidélisation du personnel. Il n'en demeure pas moins que les systèmes SRB représentent une tendance en émergence pour les réseaux de transport collectif.

Les **centres de gestion de la circulation**, déjà en fonction dans certaines villes américaines, sont censés améliorer la fluidité de la circulation. Des caméras installées aux intersections sont reliées à une centrale des opérations, où les fournisseurs de service sont immédiatement informés des accidents et des bris d'équipement (*U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2004*). L'accès aux données peut être fourni aux fournisseurs de service en temps réel pour leur permettre de modifier le trajet des autobus si une intersection est bloquée. En outre, plusieurs villes utilisent des feux de circulation contrôlés par les véhicules de transport en commun, un peu comme les tramways de Toronto.

2. 2. 7 Outils de formation

Le fait d'attirer des employés qualifiés et qui comprennent bien les exigences de l'emploi est un important facteur de fidélisation. Les technologies de **simulation, d'évaluation et de formation en ligne** peuvent favoriser les processus de recrutement et du maintien en poste du personnel.

Les simulateurs d'autobus, analogues à ceux utilisés dans les navires et les aéronefs, présentent une nouvelle technologie pour l'industrie. À Toronto, GO Transit est très satisfait de son investissement et y a recours non seulement pour la formation de ses

nouveaux opérateurs mais aussi dans le cadre de son programme de perfectionnement des conducteurs.

Le simulateur est configurée de sorte qu'un conducteur, trois « passagers », deux autres personnes en formation et un formateur peuvent tous y prendre place. La possibilité d'interagir avec d'autres personnes présente l'un des avantages importants de cette méthode d'apprentissage. Chez GO Transit, on explique que cette approche vient en aide au conducteur en devenir car l'examen des pairs lui apporte des critiques difficilement transmises par le formateur.

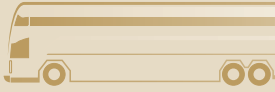
L'unique simulateur de GO Transit a coûté approximativement 300 000 dollars canadiens. Il existe toute une gamme de simulateurs sur le marché offrant une panoplie d'options et se détaillant à 1 million de dollars et plus.

Une évaluation administrée sur support vidéo en ligne, qui simule l'emploi et offre un premier aperçu réaliste des exigences du poste, donne aux candidats une meilleure idée de l'emploi qui les intéresse. Par ailleurs, la société entrevoit la façon dont les candidats peuvent réagir en situation d'emploi. La société de transport de la ville de New York rapporte que l'utilisation pour la formation de simulateurs de conduite d'autobus lui a permis de réduire de 43 pour cent son taux d'accidents dans les quatre-vingt-dix premiers jours suivant l'affectation des nouveaux conducteurs et de 35 pour cent son taux d'élimination des candidats (*FAAC Inc., 2005*). GO Transit a reçu le premier simulateur de conduite interactive au Canada en 2005. Grâce à des programmes d'études illustrant des scénarios de transport en autobus et de transport adapté, les moniteurs peuvent personnaliser la formation afin d'évaluer et de perfectionner des compétences précises.

Un **site Web interactif** peut faciliter la formation et la fidélisation en fournissant au personnel rétroaction, suivi, évaluation et encadrement. (*Williams, 2001*). Les employés peuvent suivre des cours en ligne, s'inscrire et réserver leur place à des programmes de formation, et former rapidement des groupes de travail au moyen d'un intranet (*Huntington, 1998*). La société immobilière canadienne Royal LePage a multiplié de 300 pour cent ses contacts de recrutement en ajoutant à son site Web un simulateur en ligne. (*Abelman, 2003*). Même si l'auteur Deryck Williams (2001) fait valoir que la simulation demeure le système le plus efficace, les technologies en ligne sont beaucoup moins dispendieuses et peuvent aussi améliorer le recrutement (*Singh et Finn, 2003*).

2. 2. 8 Systèmes de propulsion et combustibles

Même si les faits indiquent clairement que le transport par autobus affiche une efficacité énergétique supérieure aux autres modes de transport en contexte urbain et interurbain, (*Price Waterhouse, 1997*), le public et les milieux politiques exercent de fortes pressions pour que l'industrie adopte des technologies de propulsion plus respectueuses de l'environnement.



Le Canada est responsable d'environ 2,1 pour cent du total des émissions de gaz à effet de serre, ce qui en fait le 9^e plus important émetteur au monde. Le gouvernement canadien a ratifié le Protocole de Kyoto en 2002; en vertu de cet accord, qui est entré en vigueur le 16 février 2005, le Canada s'est engagé d'ici 2010 à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 6 pour cent par rapport à son niveau de pollution de 1990. En 2001, 26 pour cent de nos émissions de gaz à effet de serre provenaient du transport routier (*Transports Canada*). En 2001, le Canada avait déjà dépassé de près de 30 pour cent ses niveaux d'émission de 1990; il faudra donc mettre en œuvre de très importantes réductions d'ici l'échéance de 2008-2012.

2. 2. 8. 1 Les systèmes de propulsion actuels

En partie pour les raisons qu'on vient d'évoquer, la recherche de systèmes de propulsion respectueux de l'environnement a suscité un large éventail de technologies en émergence, qui vont des améliorations à la conception actuelle du moteur diesel jusqu'à la pile à hydrogène dont on parle tant. Sans doute notre industrie aura-t-elle encore besoin du moteur diesel et de combustibles pour plusieurs années mais leur capacité de concurrencer à long terme les nouvelles technologies semble limitée.

En dépit des progrès qu'ont connus le moteur diesel et la technologie des combustibles, le diesel souffre toujours de ce qu'on a appelé le « dilemme du diesel ». Les émissions de moteur diesel comprennent des oxydes d'azote (No_x) et des particules. On ne peut réduire les uns sans augmenter les autres, et il faut accepter un compromis équivalent entre émissions d'oxydes d'azote et économie d'énergie (*Brodrick, Sperling et Dweyer, 2002*). Même si les combustibles diesel d'origine biologique répondent partiellement aux préoccupations écologiques parce qu'ils affichent de meilleures émissions et qu'ils sont dérivés de ressources renouvelables, ils ont aussi l'inconvénient d'être sujets au compromis particules/oxydes d'azote en plus d'avoir une efficacité inférieure d'environ 10 pour cent aux combustibles traditionnels d'origine fossile (*U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, 2004a*). De même, les moteurs au gaz naturel comprimé (GNC), quoique plus efficaces que les moteurs diesel modernes, ont aussi des effets nocifs pour la santé car on a établi qu'ils produisent encore plus de particules très fines que les moteurs diesel (*Brodrick et al., 2002*).

2. 2. 8. 2 L'impact des émissions sur la population

Même si le débat public sur les systèmes de propulsion des autobus insiste souvent sur leur impact sur l'écosystème, les choix technologiques peuvent aussi avoir des conséquences directes pour les conducteurs et les passagers. Parce qu'ils sont exposés tous les jours aux émissions de combustible diesel, les conducteurs risquent davantage de contracter différents types de cancer (*Whitelegg, 1995; Soll-Jobanning, Bach, Olsen et Tüchsen, 1998*). De même, les passagers et notamment les enfants qui utilisent régulièrement les autobus scolaires sont exposés à des niveaux anormalement élevés de produits polluants (*Wargo, 2002*).

2. 2. 8. 3 Les substituts au moteur diesel

En quête d'un substitut pour le moteur diesel, on a mis au point et on continue de mettre au point de nombreuses technologies alternatives pour le système de propulsion. La technologie émergente la plus en vue est la **pile à hydrogène**. Quoiqu'elle paraisse clairement le système de propulsion de l'avenir, elle n'a pas encore atteint un niveau de développement commercialisable et elle ne dispose pas de l'infrastructure de ravitaillement qui permettrait de l'appliquer à grande échelle dans un proche avenir (*U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, 2004b*). Il faudra compter sur la collaboration et la concertation de tous, voire les fournisseurs de services de transport en commun, les constructeurs de véhicules, les fournisseurs de piles à combustible et de leur approvisionnement, les établissements de formation et les paliers de gouvernements pour aplanir tous les obstacles importants d'ordre technique, économique, politique, administratif et opérationnel si le Canada désire effectuer le virage vers les véhicules à piles à combustible (MARCON -DDM HIT, 2005)

Néanmoins, un appui gouvernemental important au niveau international et la validation de prototypes font régulièrement progresser ce filon technologique. La Commission européenne a affecté 18,5 millions € au projet pilote CUTE (Clean Urban Transport Europe) pour aider neuf villes européennes à introduire l'hydrogène dans leur système de transport en commun: Amsterdam, aux Pays-Bas; Barcelone, en Espagne; Hambourg, en Allemagne; Londres, au Royaume-Uni; Luxembourg; Madrid, en Espagne; Porto, au Portugal; Stockholm, en Suède; et Stuttgart, en Allemagne. Dans le cadre de ce programme, la société Ballard Power Systems a livré en 2003 trente moteurs à piles à combustible de calibre industriel pour actionner des véhicules de démonstration dans dix villes européennes choisies. Aux États-Unis, le département de l'énergie soutient des programmes de démonstration des piles à combustible sur plusieurs grands marchés pour le transport en commun (par exemple, AC Transit d'Oakland, en Californie, qui a un parc de 800 véhicules et qui transporte chaque année 65 millions de passagers, recevra en septembre 2005 quatre autobus hybrides de 40 pieds, équipés de piles à combustible (U.S. Department of Energy, 2005; Weststart-Calstart, 2003; Ballard Power Systems Inc., 2004). Parmi les autres sites de démonstrations de la technologie des piles à combustible on retrouve les essais avec des autobus à Vancouver et à Chicago de 1998 et 2000, et à Palm Desert en Californie, de 2000 à 2001.

La technologie éprouvée la plus populaire, l'autobus à **moteur hybride diesel-électrique**, utilise un système électrique alimenté par une pile pour assister un moteur diesel de taille réduite et se répand de plus en plus dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord. Seattle et New York ont déjà mis en service ou commandé plusieurs centaines de ces véhicules, respectivement. BC Transit avec ses trois autobus hybrides en utilisation à Kelowna et trois autres à Victoria, est la première société de transport en commun au Canada à utiliser les hybrides pour la desserte régulière. Les achats par des sociétés canadiennes de transport en commun, notamment à Toronto, Ottawa et Vancouver, sont soit en cours ou imminents. Deux sociétés canadiennes, Orion Bus de Mississauga (Ontario) et New Flyer de Winnipeg (Manitoba) sont les principaux fabricants (*New Flyer Industries, 2004*).



Chacune de ces technologies présente des améliorations du point de vue de l'efficacité énergétique et des niveaux de bruit. Mais le coût initial de la technologie la plus avancée, le moteur hybride diesel/électricité, est actuellement de 50 pour cent plus élevé, en gros, que celui du moteur diesel moderne (Battery and EV Technology, 2004). Cependant, le gouvernement canadien rembourse présentement le tiers du prix d'achat des véhicules hybrides et de ceux qui utilisent un combustible de remplacement, ce qui rend beaucoup plus viable économiquement le renouvellement en ce sens du parc de véhicules (*Toronto Star*, 2005).

2. 2. 8. 4 Les combustibles de remplacement

Il faut aussi remarquer que les autobus urbains qui fonctionnent au **gaz naturel comprimé** (GNC) représentent aujourd'hui plus de 25 pour cent du parc d'autobus urbains aux États-Unis et qu'ils sont largement utilisés à travers le monde (Pékin, par exemple, compte sur plus de 2 200 autobus au gaz naturel et a décidé d'étendre l'application de cette technologie). Les moteurs au gaz naturel présentent l'avantage de réduire les coûts d'exploitation et les niveaux d'émission par rapport au moteur diesel traditionnel (*Weststart-Calstart*, 2003; *Globe and Mail*, 2005). La popularité du GNC au Canada est relativement faible étant donné les améliorations apportées aux moteurs diesel et les traitements postcombustion des gaz d'échappement qui « réduisent les émissions de plusieurs catégories de polluants atmosphériques à des niveaux comparables aux moteurs alimentés au gaz naturel » (MARCON-DDM HIT, 2005).

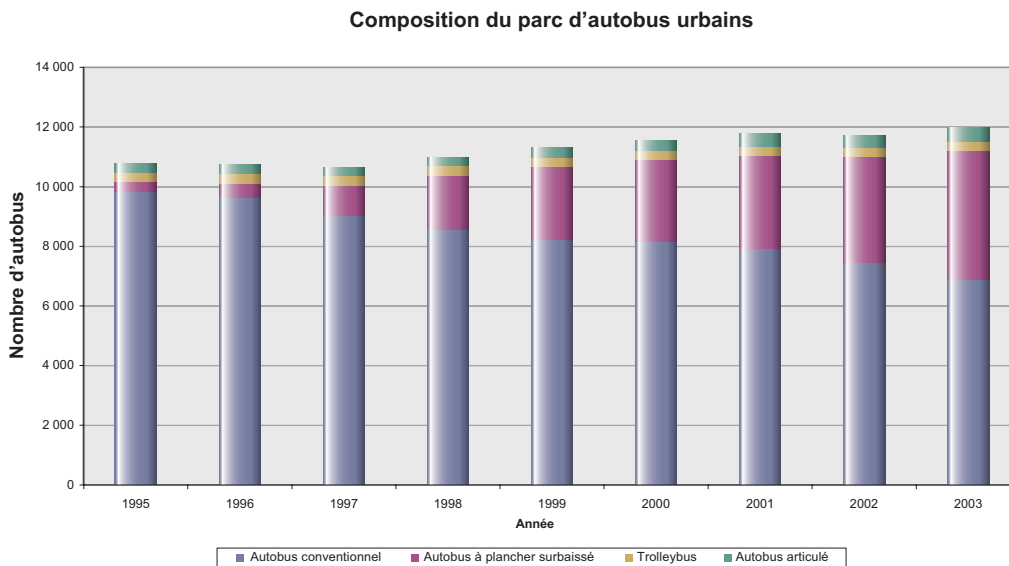
Le biodiesel est largement employé en Europe et aux États-Unis; au Canada, l'adoption se fait progressivement : on y recourt déjà abondamment à Toronto, Montréal et Halifax tandis qu'à Saskatoon on en est à l'étape du projet pilote. Combiné au combustible diesel, à raison de 5 à 20 parties de biodiesel pour 80 à 95 parties de diesel, par exemple, on peut généralement l'utiliser sans avoir à modifier le moteur et il présente l'avantage d'être moins polluant et de consommer une énergie d'origine renouvelable. Le biodiesel peut être produit à partir d'huiles végétales, d'huiles de poisson, de gras animal ou de graisses de restaurant

2. 2. 9 Construction des autobus

2. 2. 9. 1 Autobus urbains

Les autobus à plancher surbaissé ont amélioré la sécurité et le service pour les personnes ayant une déficience et cherchent à améliorer l'accessibilité et le confort. (U.S. Transportation Research Board-National Research Council, 1999a). En 1995, les autobus à plancher surbaissé ne représentaient que 2,3 pour cent du parc d'autobus urbains au Canada. En 2003, on en était à 29 pour cent, signe indiquant le retard par rapport au renouvellement du parc d'autobus, et qui suggère qu'environ 50 pour cent des véhicules des sous-secteurs aurait pu faire l'objet d'un remplacement au cours des dix dernières années (Figure 2-1). Même si les achats futurs sont des autobus à plancher surbaissé, le Canada se trouve loin derrière les États-Unis, pays où les réseaux de transport collectif sont obligés d'assurer l'accessibilité des services aux personnes ayant une déficience et où 96,9 pour cent des véhicules sont adaptés (APTA, 2006).

Figure 2-1: L'expansion des autobus à plancher surbaissé



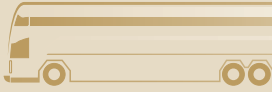
Source : *Transports Canada, 2004g*

On planifie présentement la construction de prototypes **d'autobus urbains modulaires**, dont des sections complètes seraient interchangeable (Altair Engineering, 2004). Ceci permettrait aux mécaniciens de n'intervenir que sur les éléments défectueux en remettant les autobus en service avec des modules de remplacement, ce qui pourrait réduire la nécessité d'effectuer des réparations en dehors des heures de pointe.

L'**autobus urbain à deux étages** moderne, qui peut transporter jusqu'à 96 passagers, a été introduit en Amérique du Nord quand la société BC Transit en a mis en service en 2002 et il continue de se répandre. Cinquante autobus à impériale entrèrent en service à Las Vegas, dont 26 dès le mois de mai 2005. Les sociétés de transport en commun de Portland, Oregon, et d'Oakland, Californie, envisagent d'y avoir recours (Bryan, 2005). La société BC Transit utilise ses autobus à deux étages – elle en a maintenant près de 45 – « sur les dessertes régionales où la demande est la plus forte, ce qui permet d'accroître la capacité et d'améliorer le service là où le système est le plus sollicité aux heures de pointe » (BC Transit, 2005).

2. 2. 9. 2 Autobus scolaires

Le design de l'autobus scolaire conventionnel repose sur un véhicule à propulsion à moteur avant comportant un cadre de châssis en échelle et ainsi le moteur se trouve à l'avant du conducteur. Les fabricants reçoivent les châssis roulants de cinq tonnes sur lesquels ils fixent la carrosserie associée d'un habitacle offrant 48 à 72 places assises. Les véhicules à nez plat, à moteur arrière, gagnent en popularité au Canada et offrent une plus grande capacité (72-84 passagers). Les autobus de gabarit réduit ne comportant pas plus de vingt places assises, montés sur des châssis roulants de $\frac{3}{4}$ de tonne ou de une tonne fournis par les principaux constructeurs, sont construits



de la même façon que les autobus conventionnels. Or, la conception des autobus scolaires poursuit son évolution comme le font d'ailleurs les autres modes de transport. La majorité des autobus scolaires – toute grandeur confondue – ont recours au moteur diesel.

2. 2. 9. 3 Autocars interurbains

La construction des autocars est aujourd'hui beaucoup plus raffinée et on fait des efforts pour réduire le poids à vide des autobus. Les **modèles de poids allégé** sont susceptibles d'avoir une plus faible consommation énergétique mais les économies de poids sont également nécessaires pour compenser l'installation du nombre croissant d'accessoires destinés à améliorer le confort des passagers sur les autocars modernes (*IBI Group, 2002; Transports Canada, 2003*). En outre, certains autocars récents disposent de boîtes-ponts très perfectionnées comportant douze vitesses de marche AV ou plus, automatisées, et ayant une capacité de programmation adaptée, une gestion active de stabilisation et un système de traction asservie. Le modèle d'**autocar à deux étages**, qui peut recevoir jusqu'à cent passagers assis et offrir une exploitation efficiente, est populaire ailleurs mais n'a pas encore percé le marché nord-américain.

2. 2. 9. 4 Exigences environnementales et conception du moteur diesel

Pour l'année modèle 2007, les constructeurs de véhicules moteurs devront se conformer aux nouvelles réglementations exhaustives concernant les émissions, telles que présentées par l'agence de protection de l'environnement américaine (EPA – Environment Protection Agency). À compter de juin 2006, l'industrie de raffinage du pétrole devra limiter la teneur de soufre à 15 parties par million de carburant diesel. Outre les coûts additionnels associés au raffinage, on croit que ce programme se traduira également par une hausse du coût d'un véhicule neuf puisque pour satisfaire aux normes d'émissions de la EPA il faudra réaliser des avancées technologiques importantes sur les moteurs diesel, comme les dispositifs catalytiques de contrôle des gaz d'échappement (EPA, 2000). Bien que les modifications apportées de façon continue à la conception de moteur auront une incidence sur le prix éventuel du véhicule, selon les estimations récentes, il en coûterait de 5 000 à 6 000 dollars de plus pour un camion moyen et un autobus scolaire, et de 7 000 à 10 000 dollars de plus pour les véhicules utilitaires lourds pour satisfaire les limites d'émissions fixées par la EPA pour 2007 (Fleet Manager, 2005).

2. 2. 9. 5 Technologie de gestion des ressources humaines

L'élément technologique le plus largement utilisé par les gestionnaires de ressources humaines (RH) est le **système RH sur intranet**. Au lieu de prendre du papier pour toutes les transactions, les renseignements et les outils nécessaires sont disponibles sur un intranet, ce qui libère le personnel des RH, accroît l'efficacité et diminue les coûts (*Brown, 2000*). Le plus important, c'est la possibilité d'améliorer les relations entre les services de RH et les employés : le personnel de RH a plus de temps pour aider les employés à se donner un plan de carrière, à élaborer des parcours de formation, à composer avec les problèmes réels ou appréhendés et, d'une manière

générale, pour se consacrer aux besoins des travailleurs individuels. (Wellner, 2000; Alexander, 2001; Lengnick-Hall, 2003; et Hendrickson, 2003). Le simple fait d'accorder aux employés une attention plus personnalisée pourrait bien entraîner aussi une amélioration de la fidélisation (Alexander, 2001).

En outre, autoriser les employés à avoir accès à leurs données personnelles, aux renseignements concernant les avantages sociaux, la paie, les programmes de formation et les occasions d'apprentissage et de perfectionnement, donne au personnel un sentiment d'indépendance et l'impression de contrôler leur vie professionnelle (Alexander, 2001). On rapporte que des hausses de productivité et d'innovation ont suivi la mise en œuvre de tels programmes (Lengnick-Hall, 2003).

Il convient d'ajouter une mise en garde au sujet du déploiement des intranets. Certains spécialistes des RH ont fait valoir que les gens lisent les documents affichés sur le Web autrement que les textes imprimés sur papier et que plusieurs personnes ne savent pas vraiment utiliser les intranets d'une manière efficace. Les intranets peuvent devenir un fourre-tout et un fouillis de renseignements où il est difficile de naviguer. Certains services de RH ont vu leur taille réduite par suite de l'introduction d'intranets, et le personnel des RH pourrait craindre de devoir céder sa place à la technologie (Wellner, 2000). On a aussi reproché à la technologie numérique d'avoir redonné la responsabilité aux employés en matière de RH. Les sociétés de transport de passagers auront en outre le défi de fournir un accès intranet à des employés qui sont sur la route sans porter préjudice à leur temps de travail et à leur temps personnel (Lengnick-Hall, 2003).

Il existe plusieurs systèmes de communications électroniques pour les RH, qui offrent des programmes aussi bien aux grandes sociétés qu'aux petites entreprises, et dont pourrait grandement bénéficier l'industrie du transport. L'ACTU a déjà mis à profit des technologies d'apprentissage par communication électronique, comprenant un système de formation multimédia en ligne et un système de mentorat électronique, un « système novateur de référence par courriel » (ACTU, 2004a).

Parallèlement, les fournisseurs de services de transport interurbain surveillent l'utilisation des technologies de bord qui compilent les heures de conduite des conducteurs et veillent à la conformité avec les règlements en vigueur; c'est une technologie qui pourrait avoir une incidence importante, si jamais elle est homologuée et obligatoire, pour ce sous-secteur de l'industrie. À l'heure actuelle, le recours à la technologie est volontaire et on n'envisage pas de changement au cours des cinq prochaines années.

2.3 Conséquences pour les ressources humaines

L'application des nouvelles technologies augmentera pour l'utilisateur les exigences de compétence et de formation. Par exemple, les systèmes de positionnement mondiaux (sur lesquels se fonde la technologie en temps réel) sont sujets à des problèmes de blocage et d'interférence du signal. En milieu urbain, où il existe nombre d'obstacles susceptibles de bloquer le signal, il peut arriver que le signal ne passe tout simplement pas. (Ochieng et al, 1999). Carroll (2003) fait valoir qu'à



cause des risques de défaillance du signal GPS, les conducteurs devront recevoir une formation qui leur permettra de bien comprendre les limites et la vulnérabilité du système, de se rendre compte des lacunes technologiques et, le cas échéant, de passer à une méthode de navigation alternative.

Les changements technologiques au sein de l'industrie ont aussi un impact direct sur la compétence exigée des mécaniciens de sorte que l'industrie se devra d'attirer ou de former des personnes dotées de cette compétence.

Là où il faut assurer un perfectionnement des compétences en vue de l'utilisation des nouvelles technologies, les cours en ligne, les techniques de simulation et divers autres programmes de formation technologique avancée peuvent aider à fournir aux employés la compétence et la formation nécessaires.

L'application de la technologie a eu un effet positif sur la santé des conducteurs. Une recherche faite aux États-Unis par *Rydstedt et al. (1998b)* a relevé que la santé des conducteurs s'est améliorée quand on a eu recours à la technologie pour améliorer la circulation sur un trajet d'autobus donné. En outre, *Gobel et al. (1998)* ont observé qu'en repensant le cadre de travail des conducteurs (par exemple, en élargissant les artères et en offrant aux autobus une voie réservée) on réduisait d'une manière importante les niveaux de stress des conducteurs et les problèmes de santé qui s'y rattachent. En appliquant une technologie qui accroît la satisfaction du conducteur et qui diminue son niveau de stress (comme les signaux lumineux aux abribus, les systèmes d'alerte et de surveillance et les cartes intelligentes), on augmente la probabilité que l'industrie du transport routier de passagers soit perçue comme un lieu de travail attrayant.

Plusieurs publications et plusieurs études importantes examinent la façon de choisir la technologie appropriée. Elles soulignent l'importance d'associer le personnel à tous les aspects de l'introduction d'une technologie nouvelle, qu'il s'agisse de définir les besoins technologiques, de choisir la technologie appropriée, de prévoir l'impact des nouvelles technologies, et ainsi de suite (*Bronson Consulting Group, 1999; Transportation Research Board-National Research Council, 2002; Transportation Research Board-National Research Council, 1999a; Transports Canada, 1999*). Conscient de la chose, le CCTP a toujours veillé à faire participer des employés de tous les niveaux à l'élaboration de ses programmes : il a pu bénéficier de résultats positifs et de l'apport d'une qualité remarquable des conducteurs et des mécaniciens.

2. 4 En résumé

En général, les technologies qui touchent l'industrie du transport routier de passagers sont regroupées et exposées sous les catégories que voici:

- celles qui visent à améliorer **l'expérience du passager**. Il s'agit notamment de technologies en temps réel, d'amélioration des kiosques, des cartes intelligentes et de la conception des véhicules;
- celles qui affectent directement la **compétence des conducteurs**. Les technologies qui améliorent le rendement des conducteurs et l'ensemble de l'exploitation incluent, par exemple, les systèmes d'alerte de suivi de voie et les systèmes de surveillance vidéo; et
- **celles qui s'appliquent à tout le système** pour accroître l'efficacité des opérations et de l'organisation. Elles comprennent les systèmes rapides par bus intégrés et les systèmes de communication sur intranet et Internet.

En s'appuyant sur une analyse complète de la littérature pertinente et de la documentation afférente, il est raisonnable de conclure que l'introduction résolue des technologies présentées ci-dessus dans l'industrie de l'autobus devrait avoir un impact positif sur :

- l'image de l'industrie et des sociétés/entreprises, et donc sur la force d'attraction professionnelle de l'industrie;
- le recrutement, la sélection, la formation, la satisfaction professionnelle, l'engagement dans une carrière et la fidélisation;
- la sécurité et l'efficacité des opérations, et la commodité pour les passagers; et
- le nombre de passagers et la rentabilité.