

GROUPE DE TRAVAIL DES COMMUNICATIONS

RAPPORT TECHNIQUE

sur

L'INFRASTRUCTURE DES COMMUNICATIONS DU SIT

Résumé

INTRODUCTION

Le système intelligent de transport (SIT) est considéré par de nombreuses commissions nationales de transport comme un élément essentiel d'une infrastructure pouvant répondre aux besoins futurs du transport et dont le coût est raisonnable. Il a été prouvé qu'il est possible d'apporter des améliorations aux présentes infrastructures pour une fraction du coût (environ 30 p. 100) de nouvelles autoroutes d'égale capacité. Qui plus est, le SIT permet d'augmenter la capacité d'un large territoire au lieu de secteurs restreints desservis par de nouvelles routes ou de nouvelles voies sur les routes existantes. Il s'adapte donc bien à l'état de la circulation dans n'importe quel secteur.

On a identifié trente (30) différentes applications du SIT et chacune d'elles peut répondre aux besoins locaux. Des communications à prix raisonnable et entièrement interopérables entre les capteurs routiers, les centres de gestion des transports et les véhicules sont essentielles à une mise en oeuvre efficace de la plupart des applications du SIT.

Au Canada, un groupe de travail a effectué une étude sur l'infrastructure des communications nécessaire au soutien des applications du SIT. Celui-ci regroupait des représentants de Transports Canada, d'Industrie Canada, de ministères provinciaux des Transports et du secteur privé. Le présent rapport traite des conclusions de cette étude.

Un rapport complémentaire intitulé « ITS Communications Implementation Strategy » recommande la mise en place d'une infrastructure des communications spécifique au Canada et identifie les activités préliminaires qui devraient être menées pour faciliter la mise en oeuvre d'une telle infrastructure.

BESOINS CANADIENS

Une étude de consultants et d'universitaires a été menée auprès de commissions canadiennes des Transports aux niveaux provincial et municipal. Les résultats de cette étude démontrent que d'ici 20 ans, toutes les applications qu'elle couvrirait (26 sur 30) seront nécessaires. On prévoit qu'à court terme, seulement quelques-unes de ces applications seront de faible priorité, surtout pour les municipalités locales pour lesquelles les contraintes de financement sont les plus graves. Il ne fait aucun doute cependant que les communications du SIT doivent présenter une fonctionnalité adéquate et la capacité de soutenir toutes les applications. Cette fonctionnalité et cette capacité seront mises en oeuvre selon la progression des besoins locaux pour un SIT.

FONCTIONNALITÉ

Il y a quatre modes fonctionnels nécessaires aux communications sans fil du SIT. Outre les besoins en radionavigation et en radiodétection, ces besoins sont :

- diffusion zonale accrue vers les usagers du transport en commun et les conducteurs de véhicules ;
- communications interactives bidirectionnelles zonales accrues entre les véhicules et les services d'information ;
- communications interactives bidirectionnelles à courte distance entre les véhicules et les installations routières; et
- communications interactives bidirectionnelles sur courte distance d'un véhicule à l'autre.

De plus, on devra établir des communications par câbles, ou leur équivalent sans fil, entre les points fixes. Celles-ci peuvent fonctionner dans l'un ou l'autre des modes suivants :

- connexion permanente spécialisée, généralement utilisée pour la vidéo ;
- liaison commutée, généralement utilisée pour la voix ;
- transmission par paquets sans connexion, généralement utilisée pour les données ;
 - point à multipoint ;
 - point à point ; et
 - multipoint à point.

Les composantes de base sont les communications entre points et, à prix abordable, les communications spécialisées sur courte distance (DSRC). Ces deux sous-ensembles fourniront toute la fonctionnalité nécessaire aux applications du SIT. Cependant, pour obtenir une large couverture la plus rentable possible au moyen des DSRC, on doit établir une importante infrastructure de soutien et, dans les zones débordant le noyau urbain, on devra instaurer soit un système de communications radiodiffusées, pour la plupart des utilisateurs privés, soit un système de communications bidirectionnelles à portée

prolongée pour les entreprises ou les véhicules de grande valeur. Mais ni les communications radiodiffusées ni celles bidirectionnelles à portée prolongée ne peuvent procurer l'entière fonctionnalité nécessaire à l'ensemble du SIT. Pour qu'ils assurent une couverture étendue, on doit leur ajouter un système de DSRC.

TECHNOLOGIES-CLÉS

À l'exception de la radiodiffusion, les technologies des télécommunications nécessaires au soutien du SIT ont fait leurs preuves et sont très abordables au niveau commercial. Elles comprennent les services par câbles, des paires torsadées à la fibre optique, ainsi que la communication sans fil, incluant les transpondeurs à faible portée, les services mobiles de transmission bidirectionnelle de données ainsi que les services point à point fixes.

Pour les communications radiodiffusées, les combinaisons des applications du SIT nécessiteront un débit binaire élevé. Actuellement, en Amérique du Nord, la méthode de radiodiffusion la plus accessible pour la grande majorité des véhicules est le message vocal diffusé comme une programmation normale sur les bandes MA et MF. Par contre, le message vocal est rare et ne véhicule qu'une quantité restreinte d'information. La programmation normale empêcherait la fréquente répétition des messages et de nombreux voyageurs risqueraient de manquer des messages pertinents.

En Europe, on a développé le service de messagerie LRD aujourd'hui adapté à de nombreux véhicules. On l'utilise pour les services du SIT mais, en raison de son faible débit, il ne s'applique pas à la diffusion globale de l'information propre à toutes les applications du SIT. Aux États-Unis, l'équivalent du système de messagerie sur bande MF se nomme le RDBS. Sauf à Atlanta, le RDBS n'est que peu répandu pour les besoins du SIT bien que plus de trois millions de récepteurs ont été installés dans des véhicules pour diverses applications. Ils sont desservis par 250 stations radio commerciales.

Bien que la radiodiffusion audionumérique (RAN) soit la technologie de premier choix pour les services de diffusion à débit binaire élevé (HRD) du SIT, la norme Eureka adoptée par le Canada n'est pas privilégiée par les Américains. En conséquence, les systèmes canadiens et américains risquent de ne pas être interopérables. Pour réduire un tel risque, il serait souhaitable que l'une des trois versions présentement à l'étude d'un système de radiodiffusion sur bande MF à débit binaire plus élevé soit adoptée comme norme ouverte en Amérique du Nord. Le coût peu élevé qu'engendrera la mise en place de ces technologies sur des stations de radiodiffusion existantes ne peut que favoriser la mise en oeuvre, dans un proche avenir, des services de radiodiffusion du SIT.

Il serait également possible d'implémenter un SIT unidirectionnel en adaptant la technologie de radiomessagerie. Cette dernière étant conçue pour joindre un seul utilisateur ou un groupe restreint d'utilisateurs, il faudrait modifier le mode d'adressage pour communiquer avec l'ensemble des usagers ou du moins une forte proportion de ceux-ci. Les messages pourraient être codés selon un territoire donné de telle sorte que seuls ceux destinés à ce territoire seraient captés par les véhicules qui s'y trouvent. Une telle approche permettrait de réduire les surcharges d'information, problème soulevé par ceux qui font preuve de scepticisme à l'endroit du SIT. Si on n'effectue pas cette modification, la demande sera trop élevée pour une voie de radiomessagerie normale. L'avantage des émetteurs de radiomessagerie est leur coût peu élevé. Il serait possible de les utiliser pour les communications du SIT.

À long terme, le mode privilégié pour un système de communications bidirectionnelles à grande portée est l'accès multiple par code de répartition (AMCR). Ce dernier offre des avantages marqués face au CDPD et au système radiophonique quant à la protection des renseignements, à l'authentification et à la capacité. De plus, la norme ouverte (IS-95) établie pour l'AMCR est un mode à spectre dispersé avec un débit des éléments de 1,23 Mcps. Avec un tel débit, le signal à étalement du spectre permet d'établir une position très précise en fonction des stations de base de l'AMCR. Ce dernier permettrait donc à la fois de soutenir les communications et de localiser des véhicules. L'un des avantages de l'AMCR sur le GPS est l'intensité plus élevée de son signal qui, en milieu urbain, permet d'éliminer ce que nous appelons l'effet de canyon urbain qui réduit la portée du GPS. Il est à noter qu'un tel mode de localisation n'est pas actuellement facilité par les stations ou les récepteurs de base de l'AMCR mais l'on considère qu'il s'agit d'une valeur ajoutée viable qui n'implique aucun changement de la norme de base.

CAPACITÉ

Il a également été démontré qu'il est possible d'organiser les communications sans nécessairement augmenter la largeur de bande, sauf pour les services sans fil fixes. Il peut cependant s'avérer nécessaire d'attribuer des bandes de fréquences spécifiques en raison de la sécurité nécessaire aux applications du SIT. De nombreuses fréquences du SIT étant partagées, on ne peut en éliminer les interférences. On peut citer en exemple les transpondeurs à faible portée qu'on prévoit utiliser comme moyen d'éviter les collisions aux intersections. Aux États-Unis comme au Canada, les transpondeurs utilisent la bande de 900 MHz ISM, bande qu'ils doivent partager avec les services mobiles terrestres et l'équipement industriel, sans protection des transmissions de données. L'attribution d'une bande spécifique s'avère donc nécessaire. Si elle est obtenue, elle servira également à toutes les communications sur courte distance du SIT. On pense utiliser la bande de 5,8 GHz déjà privilégiée en Europe. Aux États-Unis, ITS America a déjà fait la demande pour obtenir la bande de 5,8 GHz pour

les communications spécialisées sur courte distance du SIT. Cependant, les derniers rapports indiquent que les essais européens sur cette bande de fréquences ont échoué et que l'Europe rejette maintenant son programme de normalisation des DSRC sur celle-ci.

Les services de radio de point à point fixes, quant à eux, pourraient être utilisés à peu de frais pour la cueillette de données de surveillance émises par les capteurs au sol. Le volume des données et par le fait même la bande de fréquences nécessaire dépendent directement du traitement des données aux points de surveillance et de la méthode utilisée pour la cueillette de ces données. Une analyse détaillée de ces choix sera présentée dans la phase deux de la présente étude.

COÛT DES COMMUNICATIONS DU SIT

On a effectué une analyse des coûts des composants sans fil destinés aux communications du SIT en tenant compte de quatre différentes architectures. Bien que toutes ces architectures fassent appel à une combinaison de modes de communication, chacune d'elles diffère des autres quant au mode utilisé pour la transmission de la majorité des données. Ces architectures sont :

- Option 1 - Communications bidirectionnelles étendues au moyen d'une infrastructure de système cellulaire de radiotéléphonie ;
- Option 2a - DSRC répandu - Interconnexion par câbles ;
- Option 2b - DSRC répandu - Interconnexion sans fil ;
- Option 3 - Radiodiffusion ; et
- Option 4 - Radiodiffusion avec DSRC à faible débit.

Les coûts mensuels pour l'utilisateur, projetés pour chacune des options, sont présentés au Tableau 1.

Tableau 1 Coût mensuel pour l'utilisateur par élément mobile des communications du SIT

| | Option 1 | Option 2a | Option 2b | Option 3 | Option 4 |
|---------------------------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| Véhicule privé | 2,13 \$ | 80,93 \$ | 50,03 \$ | 0,36 \$ | 0,91 \$ |
| Véhicule utilitaire | 4,26 \$ | 161,86 \$ | 100,06 \$ | 0,73 \$ | 1,82 \$ |
| Véhicule de transport en commun | 6,39 \$ | 242,79 \$ | 150,09 \$ | 1,09 \$ | 2,73 \$ |
| Véhicule prioritaire | 10,64 \$ | 404,65 \$ | 250,16 \$ | 1,82 \$ | 4,56 \$ |

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE

Les quatre infrastructures ont été développées avec chacun des éléments de communication listés ci-dessus afin d'en évaluer le coût et l'efficacité. Leur efficacité a été évaluée selon la fonctionnalité des communications par rapport à 23 des applications du SIT (systèmes de sécurité avancés exclus). Les résultats de cette évaluation apparaissent à la colonne 2 du Tableau 2. On peut en conclure que seules les DSRC sont en mesure de soutenir de façon autonome toutes les applications du SIT. En pratique, il est improbable qu'on se limite à la mise en oeuvre d'un seul mode de communication. On a donc procédé à une deuxième évaluation en supposant que le mode principal serait complété par les modes secondaire et tertiaire de bas niveau. Les résultats figurent dans la colonne 3 du Tableau 2 et démontrent qu'il est possible d'atteindre un niveau élevé de fonctionnalité si deux modes de communication ou plus sont utilisés, quoique que le second mode ne serait utilisé que dans certaines zones.

Tableau 2 Fonctionnalité des options d'infrastructure des communications

| | Fonctionnalité du mode primaire | Fonctionnalité du mode primaire avec mode complémentaire |
|----------|---------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Option 1 | 72 % | 91,7 % |
| Option 2 | 100 % | 100 % |
| Option 3 | 18,6 % | 55 % |
| Option 4 | 61 % | 79,9 % |

ANALYSE COÛT-RENDEMENT

Considérant la fonctionnalité en fonction du coût prévu (fonctionnalité en pourcentage/coût mensuel pour l'utilisateur), les trois options abordables se classent comme suit :

1. Option 3 - Radiodiffusion (1.5 : 1) ;
2. Option 4 - Radiodiffusion avec DSRC à faible débit (0.88 : 1) ;
3. Option 1 - Communications bidirectionnelles sur large zone au moyen d'une infrastructure de système cellulaire de radiotéléphonie (0.43 : 1).

Bien que leur pourcentage de fonctionnalité soit le plus élevé (100 %), les DSRC (options 2a et 2b) présentent un coût prohibitif qui est d'au moins 23 fois celui du plus coûteux des modes. Le coût des trois autres modes est inférieur au coût minimal mensuel de la plupart des services de communication mobiles. Ils sont donc aisément abordables, particulièrement lorsque le service est également utilisé pour d'autres applications que le SIT.

En pratique, l'option 4 est une combinaison de l'option 2a, en milieu urbain et dans d'autres endroits où il est indispensable, et de l'option 3. Son pourcentage de fonctionnalité est de 80 % et son faible coût le désigne pour utilisation dans les véhicules privés. Une combinaison des options 1 et 2a est beaucoup plus attrayante pour les véhicules utilitaires et ceux de grande valeur, avec un pourcentage de fonctionnalité de 92 %.

INTEROPÉRABILITÉ AVEC LES ÉTATS-UNIS

En raison du nombre élevé de passages à la frontière canado-américaine, l'interopérabilité avec les États-Unis a été l'un des points importants de l'étude. Bien que techniquement réalisable si l'on tient compte des services de communication identifiés dans la National Architecture Study menée aux États-Unis, elle n'est pas nécessairement intéressante quant au coût, car les Américains ont dans le passé mis l'accent sur une architecture axée sur un système de transmission cellulaire de données numériques par paquets (CDPD).

Une analyse du coût de l'élément mobile pour les communications du SIT démontre que le coût d'une heure de diffusion au moyen d'un CDPD serait inférieur (généralement trois dollars pour un navetteur normal) aux frais mensuels minimaux. Ceci démontre qu'on ne peut justifier l'introduction du CDPD au Canada que par le trafic du SIT mais qu'il faudrait également ouvrir plusieurs autres marchés pour les services mobiles de transmission des données.

Des discussions avec d'importants fournisseurs canadiens de services de communications révèlent que l'introduction au Canada du CDPD n'était pas projetée. Ces fournisseurs disposent déjà d'autres moyens pour desservir le marché des services mobiles. Il faudrait donc qu'un minimum d'autres applications de service mobile assument les coûts de mise en oeuvre du CDPD. Néanmoins, si le CDPD se répand de façon significative aux États-Unis, les fournisseurs canadiens de services devront envisager son introduction au Canada.

À la suite d'autres discussions avec les Américains, on a décidé de réduire les efforts consacrés au CDPD et de plutôt mettre l'accent, à court terme, sur la radiodiffusion pour les services d'information des voyageurs et pour les systèmes existants (systèmes mobiles de répartition et systèmes radio maillés) visant les applications d'un SIT bidirectionnel interactif.

CAPACITÉ DE L'INDUSTRIE CANADIENNE

On a effectué un sondage auprès de l'industrie canadienne des communications afin d'établir ses capacités face aux technologies du SIT. Ce sondage visait également à établir par quels moyens le gouvernement pourraient soutenir le plus adéquatement possible le développement de l'industrie canadienne des communications pour la mise en oeuvre du SIT, tout en encourageant l'exportation de la technologie des communications d'un tel système.

Le peu de réactions au sondage a été décevant. Cela reflète sans doute qu'on connaît très peu le SIT au Canada et que le financement pour un tel système y est maigre. Par contre, les réactions indiquent qu'il existe au Canada une capacité embryonnaire en ce qui concerne à peu près toutes les technologies propres aux communications du SIT. Il est à noter qu'à court terme, l'industrie canadienne s'oriente vers la technologie des DSRC sur 900 MHz et ne présente actuellement aucun produit pour la bande de 5,8 GHz.

Les réactions démontrent aussi clairement que l'industrie considère les États-Unis comme son principal marché. De ce fait, la plupart des répondants croient qu'il est primordial de développer l'interopérabilité entre le Canada et les États-Unis pour stimuler ce marché. Tous s'entendent pour dire que le gouvernement doit s'impliquer si le développement du SIT peut profiter à l'industrie canadienne.

RECOMMANDATIONS

- 1 À court terme, on doit établir l'interopérabilité entre le Canada et les États-Unis pour les modes des DSRC et de la radiodiffusion. Ces modes pourraient être utilisés avec des systèmes mobiles autonomes. Cette mesure provoquera un ralentissement du marché américain des communications interactives bidirectionnelles qui précédera le besoin, partout au Canada, de mettre en oeuvre un important réseau de communications bidirectionnelles. La normalisation pour la radiodiffusion et les DSRC implique une entente pour un dictionnaire des messages standards et une interface des ondes. Cela est faisable en ce qui concerne la diffusion MF mais les opinions sont partagées quant à la prochaine génération des systèmes de radiodiffusion numérique. On doit obtenir un consensus le plus rapidement possible.
- 2 La mise en place de systèmes de communications destinés aux applications du SIT doit en premier lieu passer par l'instauration de passerelles intelligentes vers les systèmes radio privés. Cette mesure permettra de rapidement démontrer les vertus du SIT aux utilisateurs de grande valeur. En second lieu, on doit offrir des services de radiodiffusion du SIT au plus grand nombre de véhicules. Ceux-ci pourront profiter de l'information du SIT à un coût minime et l'ensemble de la société ne peut qu'en bénéficier.

- 3 La mise en place de systèmes de DSRC se limitera à des besoins spécifiques jusqu'à ce que les Américains tranchent entre les bandes de fréquences de 910 MHz et de 5.8 GHz et qu'on choisisse entre une norme de télécommunication ouverte et des normes multiprotocoles.