

CIV6706A

Régulation de la circulation – Systèmes de transport intelligents (STI) – Les systèmes de collecte de données, de la gestion et du contrôle



**POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL**

LE GÉNIE
EN PREMIÈRE CLASSE

École Polytechnique de Montréal

Département des génies civil, géologique et des mines

Automne 2017

SYSTÈMES INTELLIGENTS DE VÉHICULES ET DE ROUTE

Les **systèmes intelligents de véhicules et de route, (SIVR)**, ou **systèmes de transport intelligents (STI)** (*Intelligent Transportation Systems, ITS*) sont:

- l'ensemble des systèmes qui, par des techniques avancées dans les domaines de la télématique, des transmissions et des capteurs, visent à accroître l'efficacité des systèmes de transports, qu'il s'agisse de personnes ou de marchandises.

Les STI sont composé d'une multitude de technologies et d'outil pour la **collecte de donné**, la **gestion** et le **contrôle**.

SYSTÈMES DE COLLECTE DE DONNÉES

Permet la collecte de données nécessaire à la planification et à la gestion du réseau.

- Collecte de données micro et macroscopiques
- Certains systèmes mesurent chaque véhicule, d'autres, un échantillonnent parmi la circulation.
- Secteur important d'innovation dans l'industrie des transports, surtout avec les avancements en informatique

Traffic Detector Handbook (FHWA)

- <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/operations/its/06108/index.cfm>

BOUCLES D'INDUCTION MAGNÉTIQUE

Boucles magnétiques (*loop detector*)

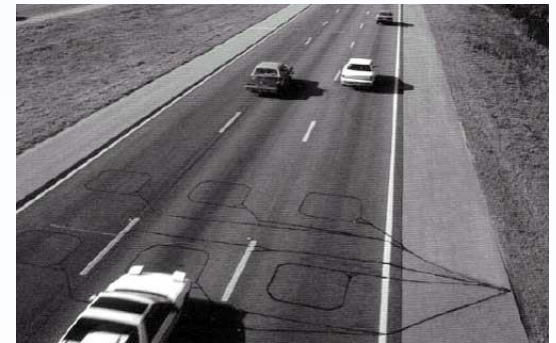
- Comptage brut des véhicules
- En série, peuvent mesurer la vitesse et le type de véhicule

Avantages :

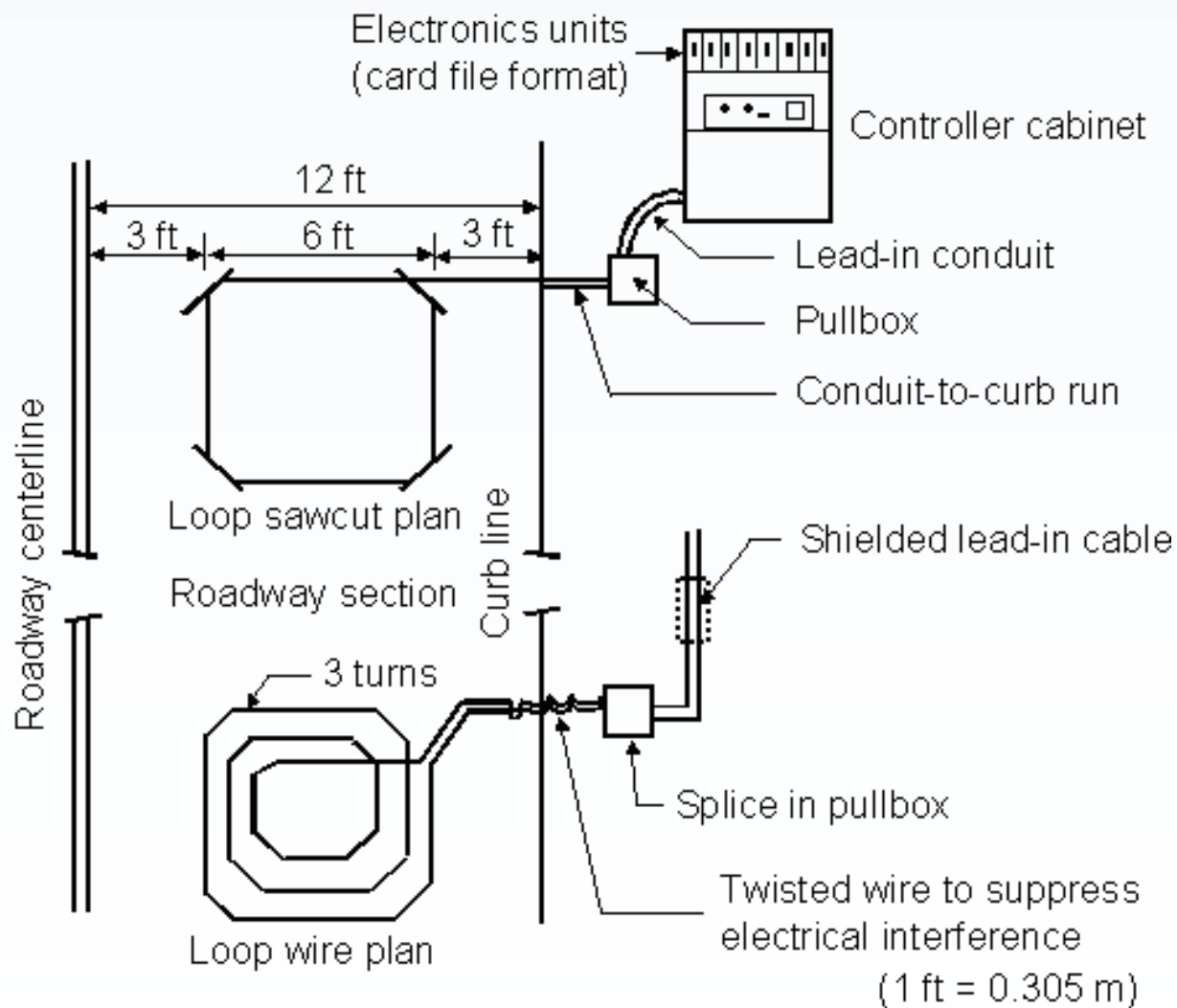
- Sites permanent (comptage à long terme)
- Technologie mature

Désavantages :

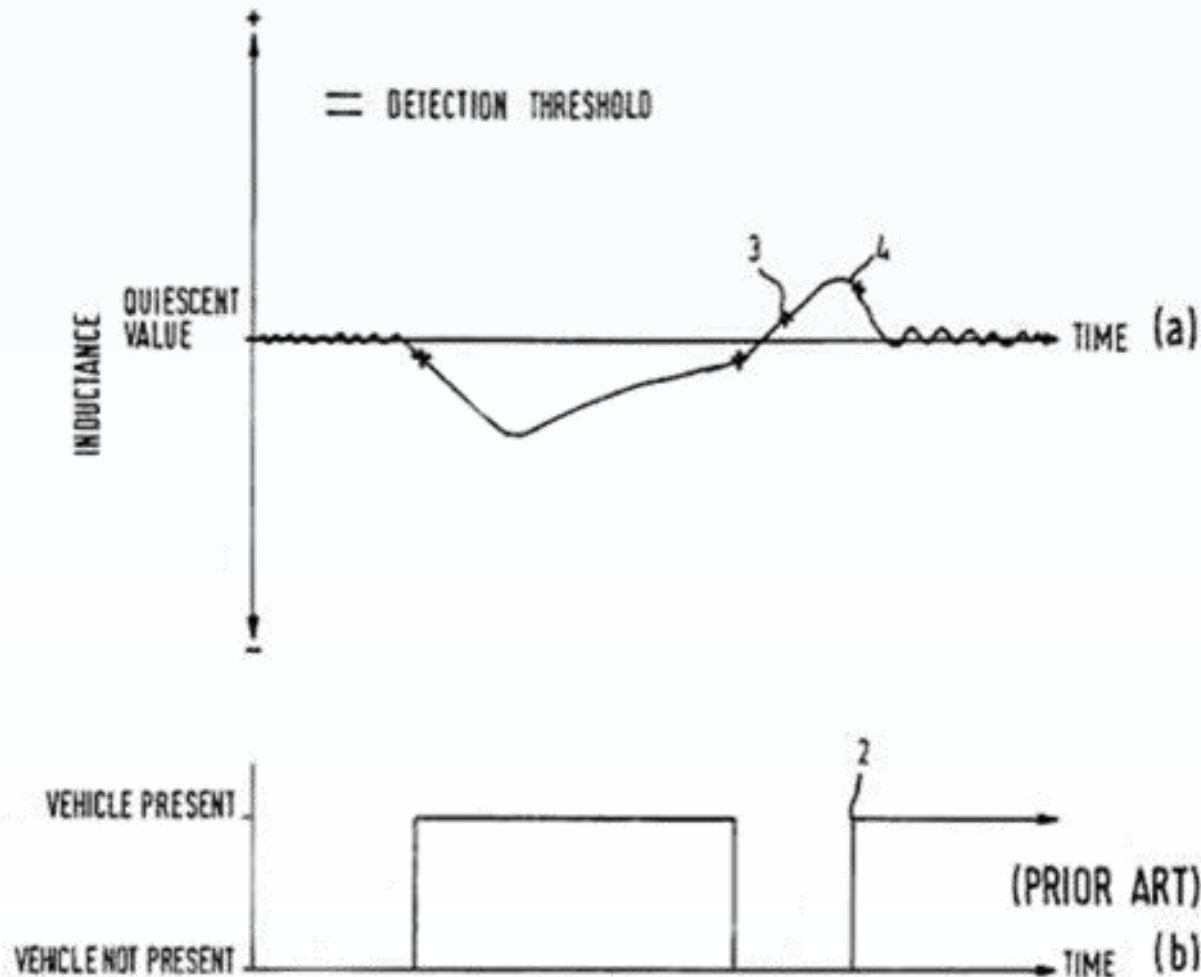
- Entretien difficile
- Susceptible à la météorisation



Installation :



Détecte un courant lorsqu'un véhicule circule sur la boucle grâce au phénomène du courant induit



Plusieurs formes règlementés par différentes juridictions:

- Différentes études menées durant les années 70 revendiquent des niveaux de détection différentes par type de véhicule
- Peu de consensus sur le sujet

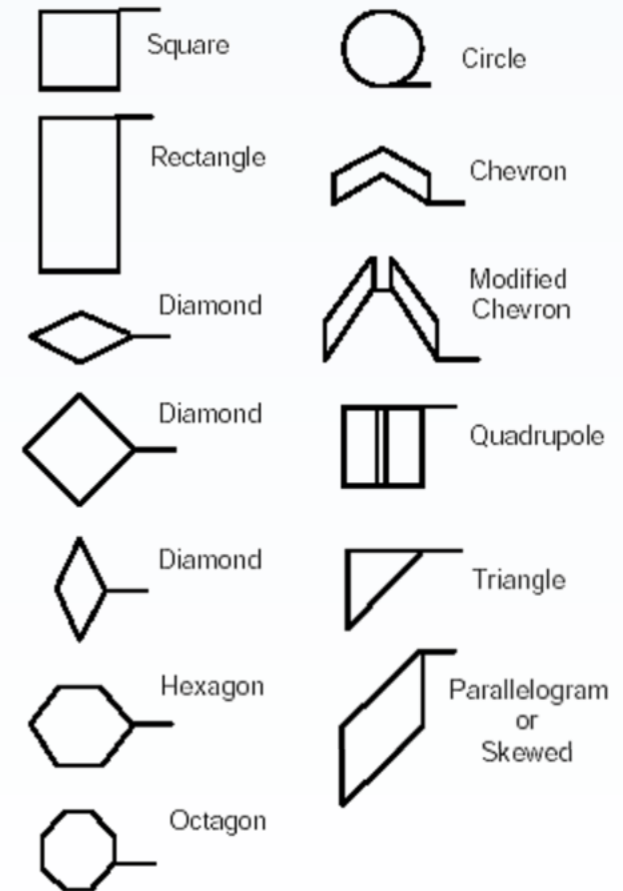
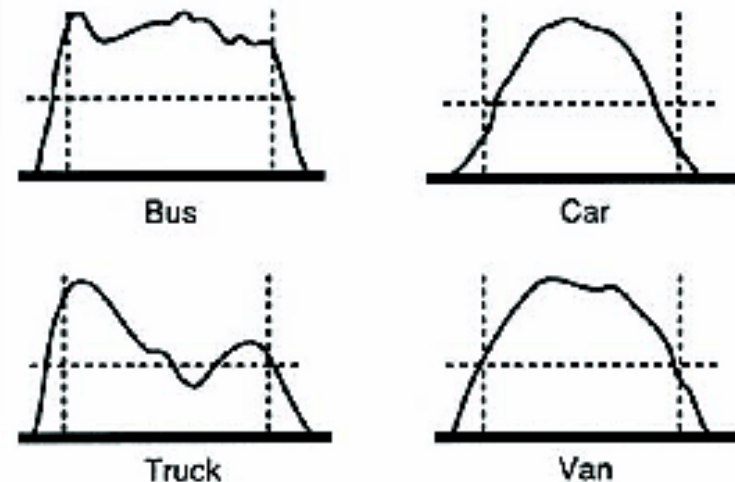
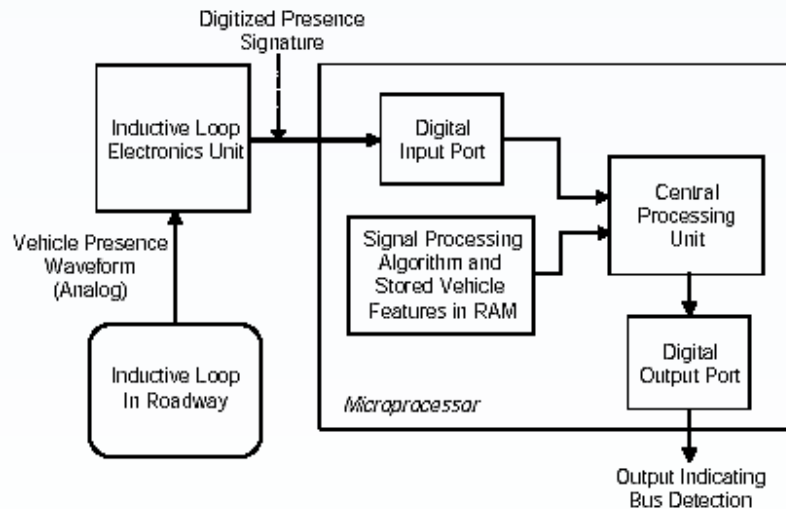
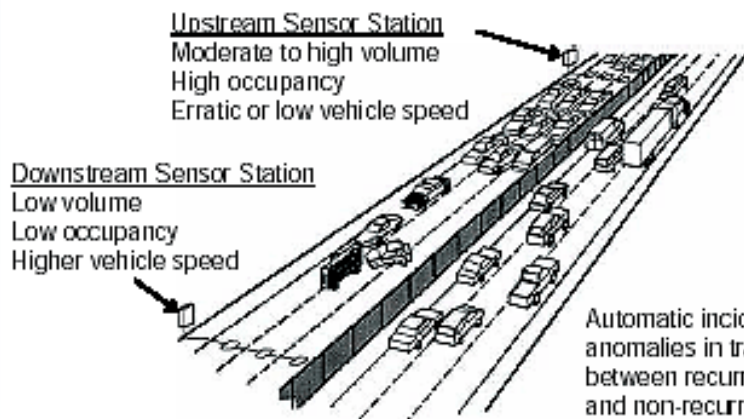
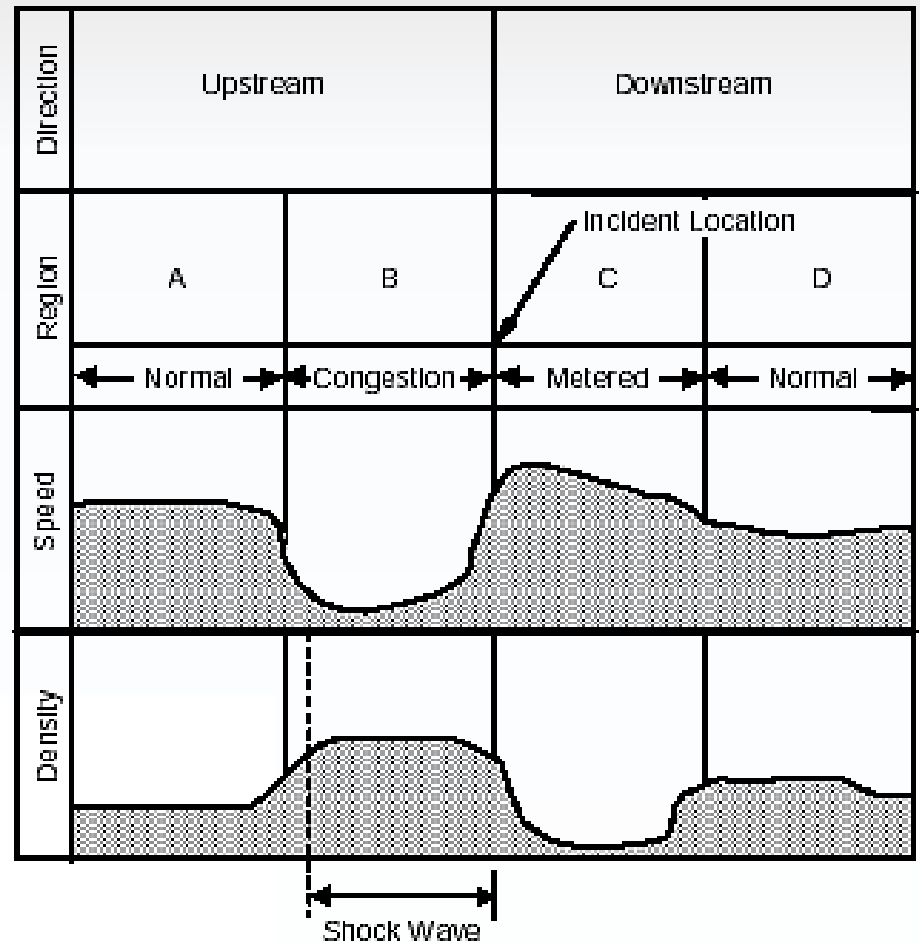


Figure 4-9. Small loop shapes.

Détection du type de véhicule par temps de détection (avec vitesse/deuxième boucle) et profile de détection (moins fiable):



Détection d'incident automatique avec système complet de boucles à induction magnétique :



Automatic incident detection identifies anomalies in traffic flow and distinguishes between recurring congestion flow patterns and non-recurring congestion due to incidents

Systemes similaires :

- Boucles magnetiques pour velo



- Plaques magnetiques



CAPTEUR À HYPERFRÉQUENCE

Détection par **micro-onde** ou **RADAR**

- Portée macroscopique
(à un point fixe dans l'espace)
- Principe Doppler

Avantages :

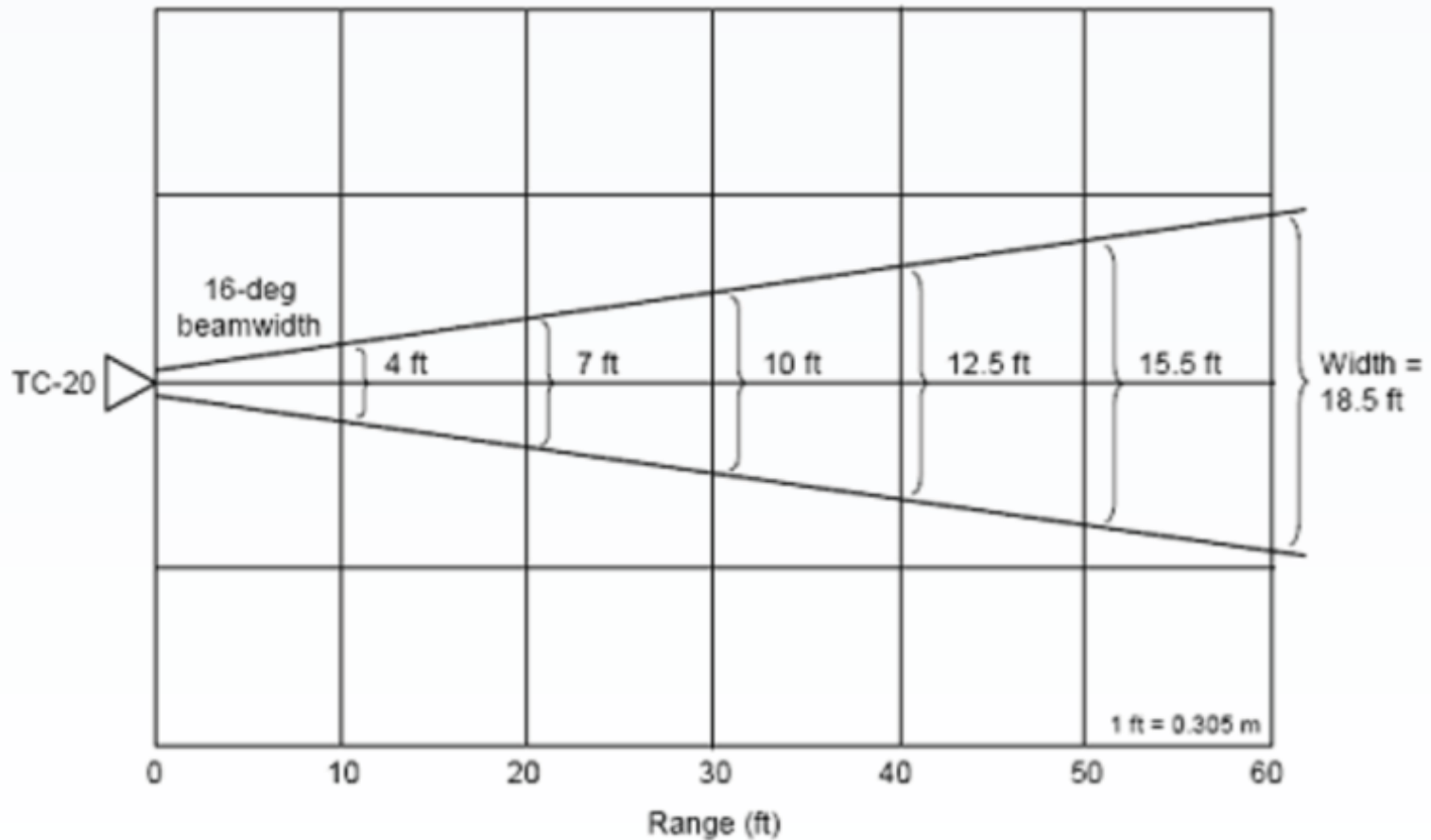
- Technologie mature
- Non-intrusif

Désavantages :

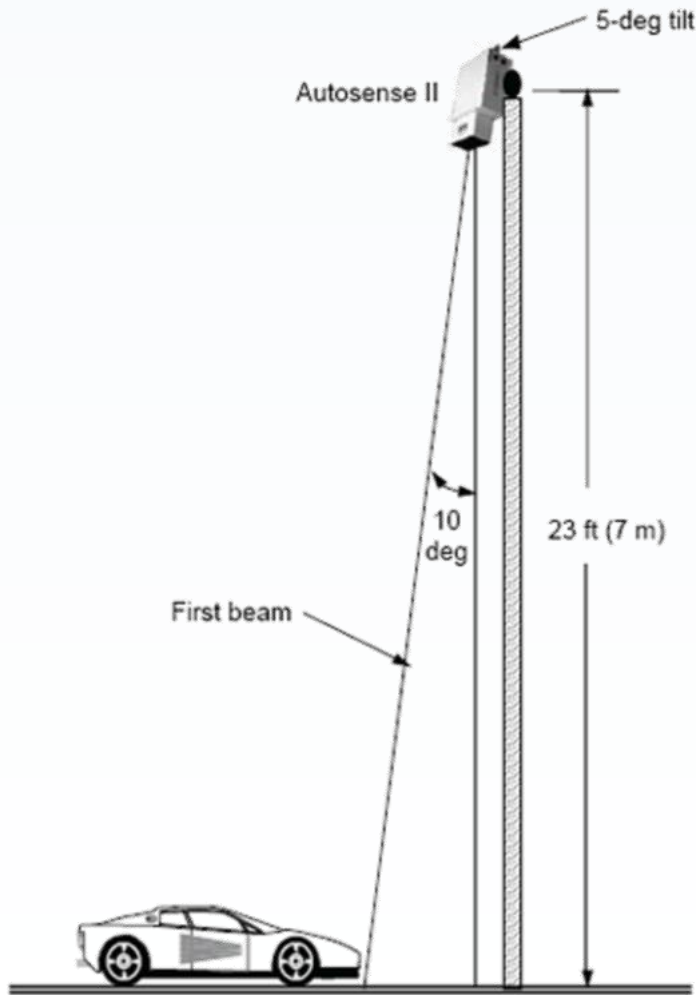
- L'emplacement peut être problématique
- Problèmes d'interférence possible (surtout lors des périodes à haut débit)



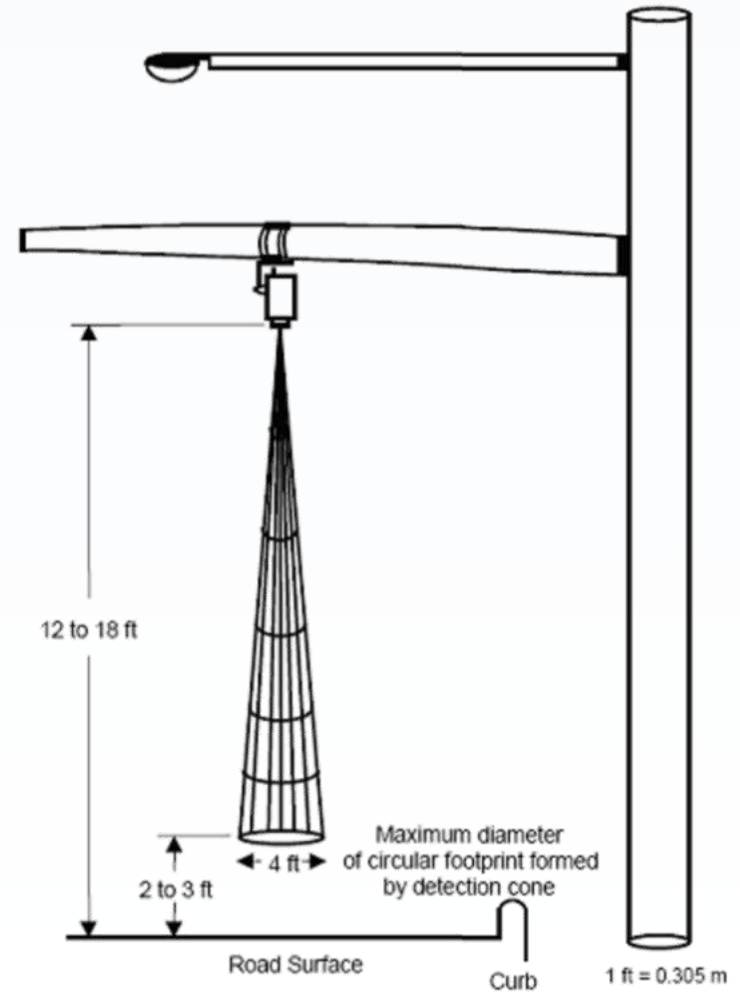
Zone de détection pratique pour capteurs basées sur l'effet Doppler.



Détection de présence par laser



Détection de présence par ultrasons



CAMÉRAS DE CIRCULATION

Systemes intelligents de vision par ordinateur (*computer vision*)

- Théoriquement, mesure tout à portée de vue des spectres visible ou infrarouge

Avantages :

- Flexible, mesures détaillées:
 - comptages, vitesse, accélération, taille, position, classification, incidents, infractions

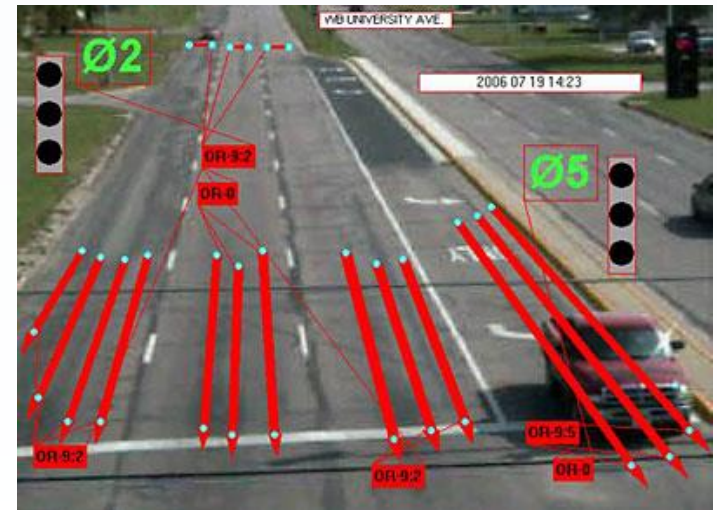
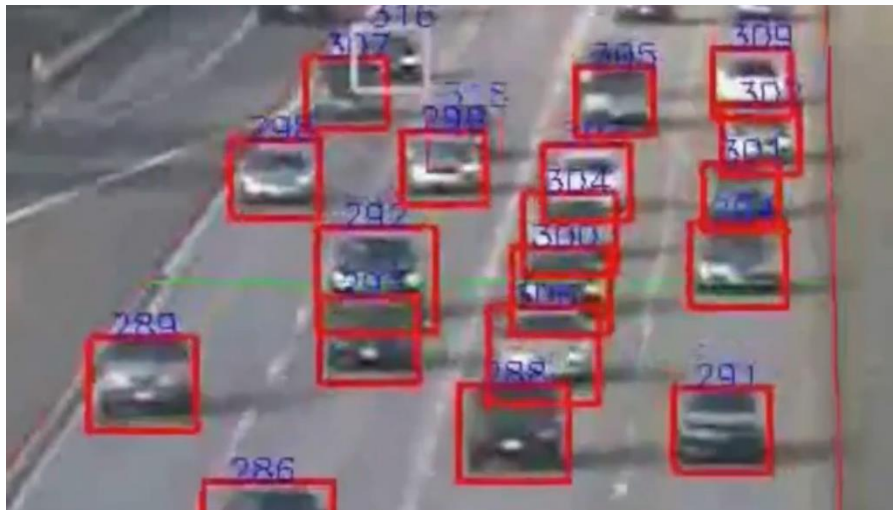
Désavantages :

- Technologie naissante, problème d'intelligence artificielle
- Limitation : visibilité/ligne de mire
- Technologie possiblement dispendieuse



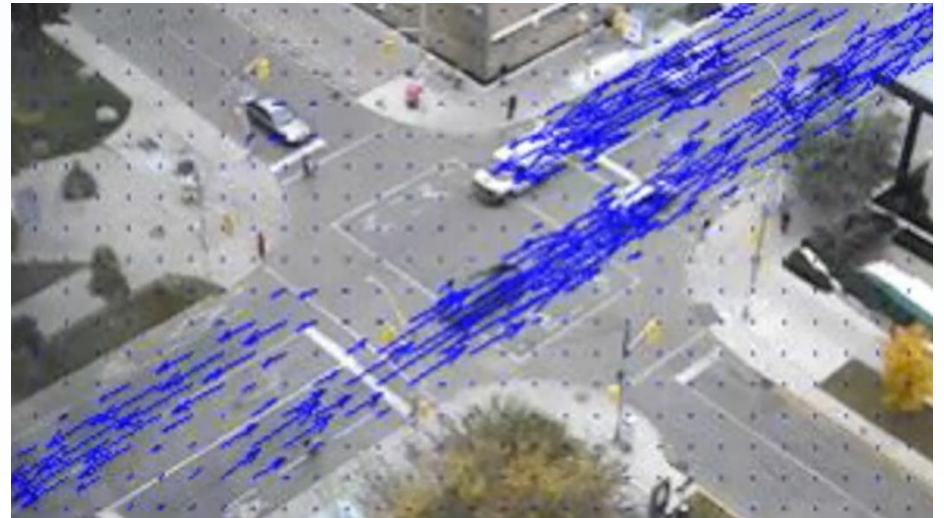
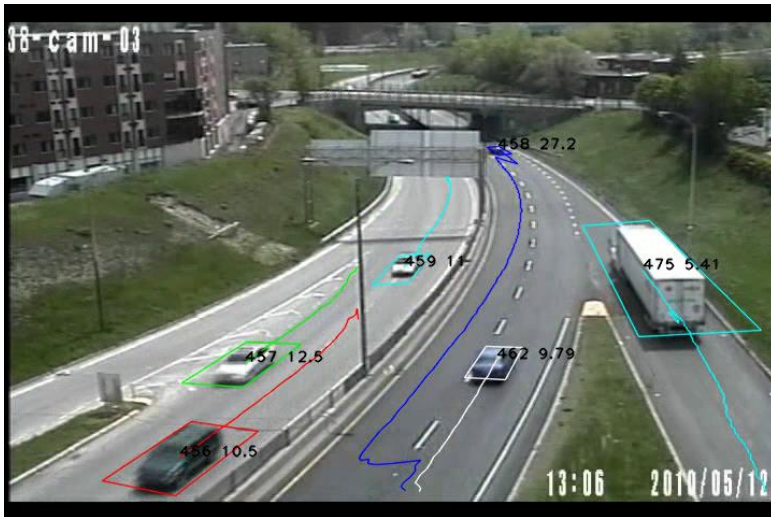
Détection brut (*virtual loop*) :

- Mesure simple *roll-on-roll-off* d'un aire prédéfini d'une image : comptages simple ou longueur d'une file d'attente
- Fiabilité acceptable
- Calibration spécifique à chaque installation

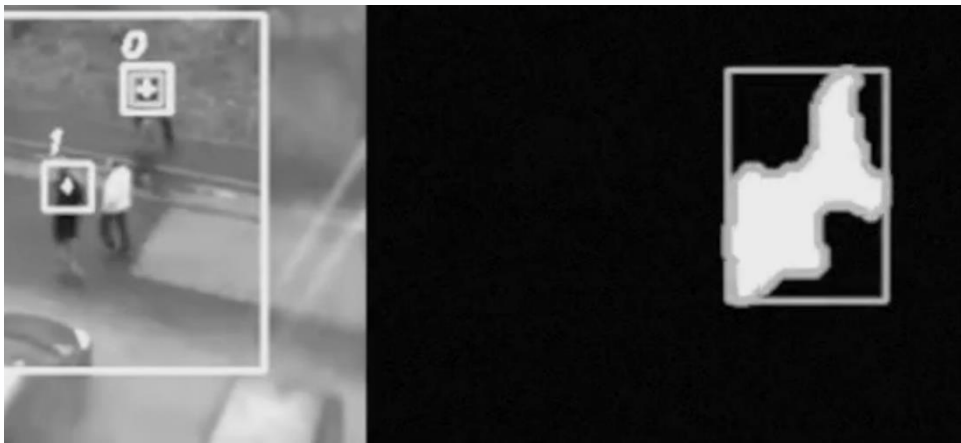


Suivi des trajectoires:

- Suivi de la trajectoire (position, vitesse, accélération) complète de chaque véhicule individuelle
- Reconstruction du diagramme espace-temps en temps réelle : extrapolation de tout les variables fondamentales, micro et macroscopique
- Applications très spécialisés
- Travail intensif, fiabilité réduite



Limitation pratique des caméras :



GPS

Systèmes GPS

- Positionnement mondial
- Précision à quelques mètres près

Avantages :

- Technologie mature, généralement accessible partout, et bon marché

Désavantages :

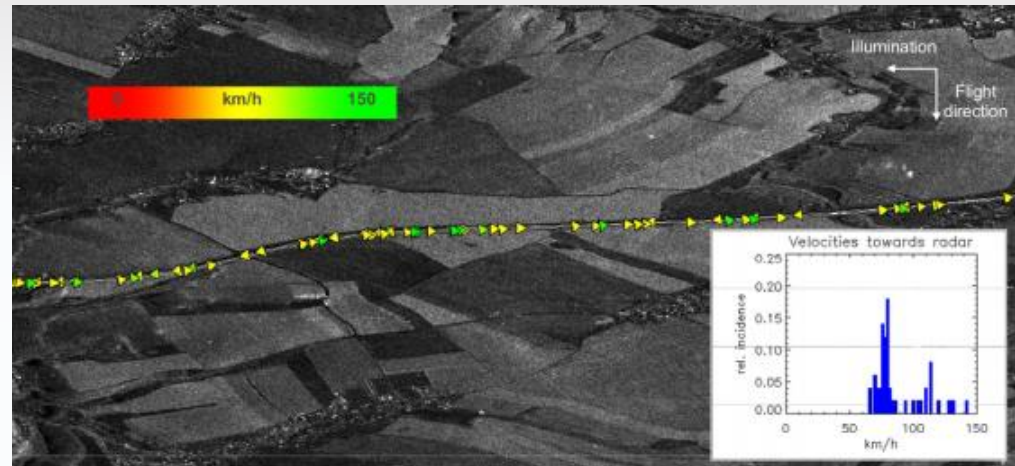
- Très intrusif : nécessite la surveillance/accès aux données de chaque véhicule/personne sans exception
- Autrement, application de contrôle limité aux techniques des véhicules flottants (avec p.ex. autobus, véhicules de patrouille, etc.)



« IMAGERIE » SATELLITE

Imagerie satellite

- Portée macroscopique
- Mesure de la densité ou de la vitesse et du débit par théorie des signaux
- Planification/gestion à grande échelle (p.ex. TerraSAR-X)



Avantages :

- Collecte de données efficace
- Non-intrusif

Désavantages :

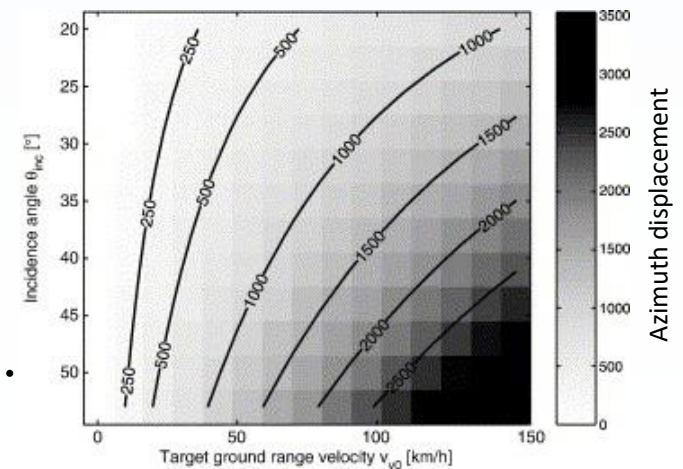
- Technologie très dispendieuse

- “To detect a moving vehicle the different effects caused by its motion are exploited and the *apriori* knowledge is integrated to decide whether a vehicle is existent or not. Assuming the existence of a vehicle, an expected signal hidden in clutter is compared with the actual measurement in the SAR data.”

D. Weihing, S. Suchandt, S. Hinz, H. Runge, R. Bamler, 2008, Traffic Parameter Estimation Using Terrasar-x Data, ISPRS http://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/7_pdf/2_WG-VII-2/15.pdf

Application de la théorie des détections des signaux (*likelihood detection ratio*)

Les positions mesurées peuvent varier considérablement en fonction de la vitesse de conduite.



AUTRES SYSTÈMES

Ces technologies (naissantes) échantillonnent la circulation afin de trouver les vitesses de déplacement moyennes :

Capteurs Bluetooth

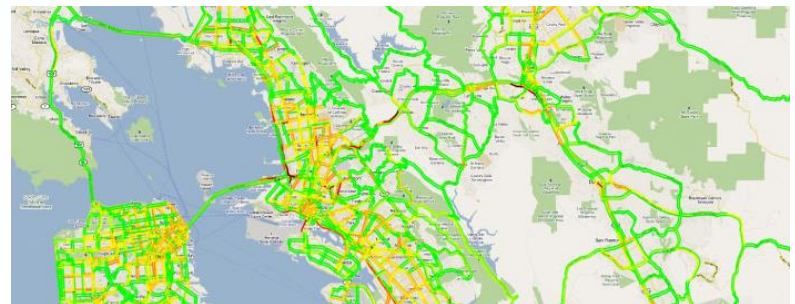
- Mesure le déplacement de l'identifiant unique des véhicules émettant un signal Bluetooth (portables, etc.)

Suivi des téléphones cellulaires

- Achat des informations GPS émises des téléphones cellulaires
- P. ex. Google Maps Traffic,

Tentatives *Crowd Sourcing*

- P. ex. Projet Mobile Millenium



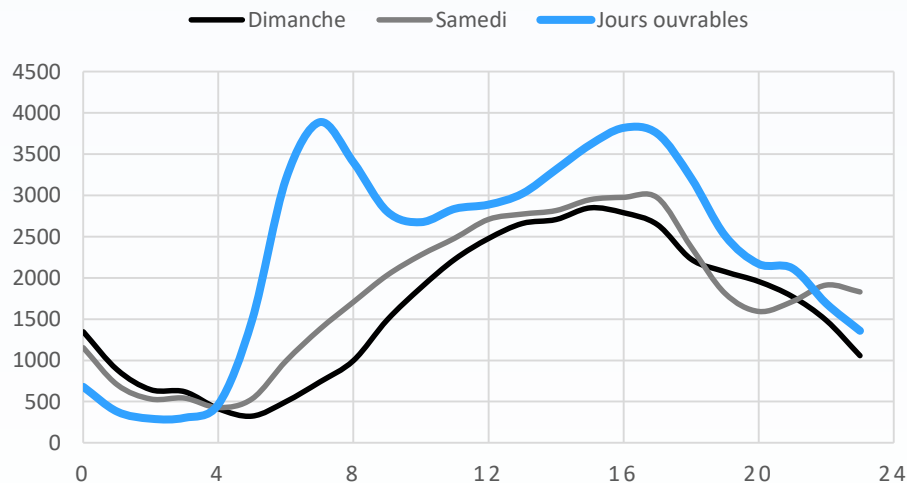
Collecte de données à des stations afin de minimiser la probabilité de suivi.



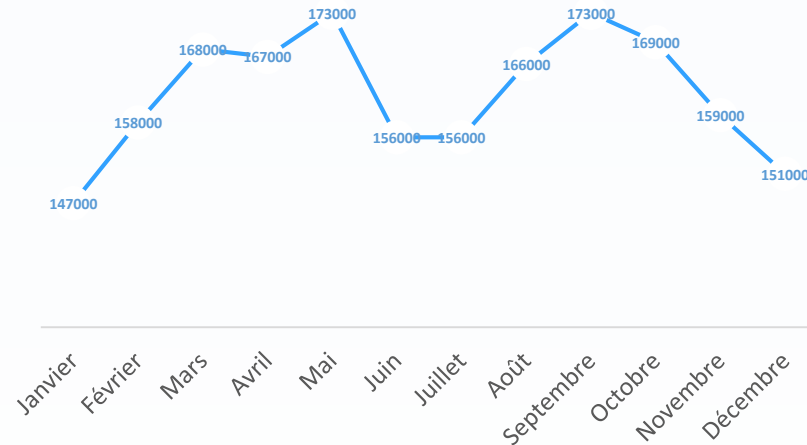
http://traffic.berkeley.edu/sites/default/files/news_pdfs/2011-03-02-wired.pdf

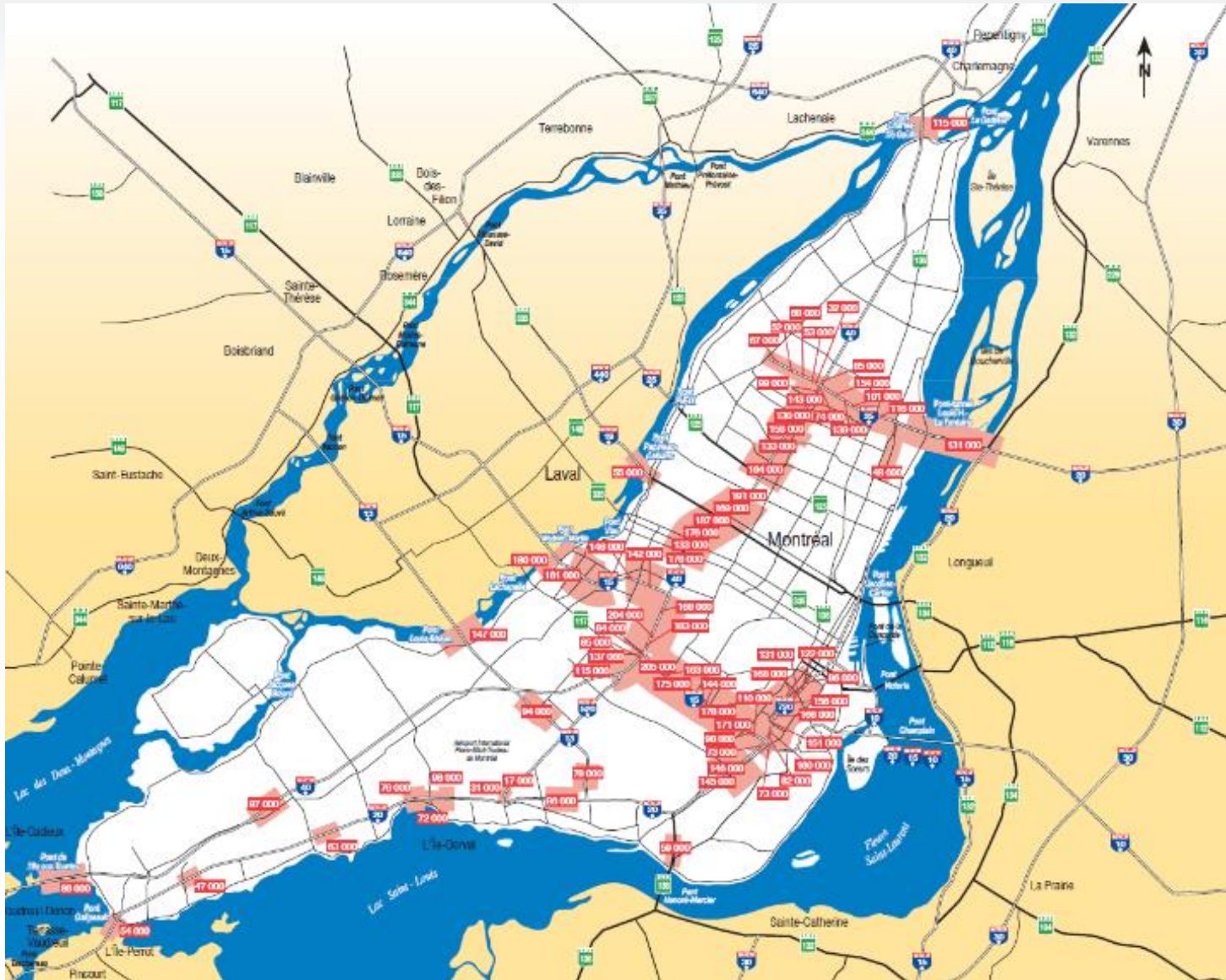
DÉBIT JOURNALIER MOYEN ANNUELLE (DJMA)

DÉBITS HORAIRES



DÉBITS MENSUELS





CARTE 14

Direction de l'île-de-Montréal

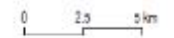
DÉBITS JOURNALIERS MOYENS ANNUELS SUR LES PONTS ET AUTOROUTES (2007)



000 000 Débit estimé

000 000 Débit réel

- Réseau autoroutier
- Réseau national
- Réseau régional
- Réseau local



carte produit 14
Service des données avec les partenaires
et les usagers, mars 2010

www.mtq.gouv.qc.ca

Transports Québec

SYSTÈMES DE GESTION

Les systèmes de gestion sont l'ensemble de l'équipement et des modèles destinés à implémenter et exécuter des plans de contrôle afin d'optimiser la circulation.

- Il s'agit d'un **interface direct avec les usager de la route**.

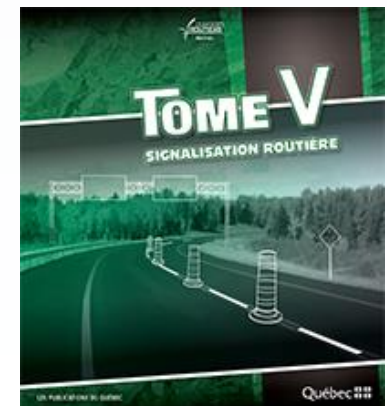
Le reste du cours se contentera d'en faire l'aperçu.

SYSTÈMES DE CONTRÔLE DE LA CIRCULATION

Ensemble des outils permettant la signalisation et l'interface avec les usagers de la route:

- Régulation dynamique des conditions de conduite
- Contrôle des carrefours ou de l'accès
- Mise en vigueur des codes de sécurité de la route, détection des infractions et remise automatique des contraventions

Normes de référence sur la signalisation au Québec : [Tome V - signalisation routière](#)



SIGNALISATION FIXE

Contrôle de la circulation de base

- Signalisation verticale (panneaux)
- Signalisation horizontale (lignes peintes)

Généralement utilisé pour signaler des prescriptions, des dangers ou des conditions de route à permanence.

- Note particulière : les contradictions de signalisation (en particulier avec la signalisation variable) sont à éviter.



SYSTÈMES/PANNEAUX À MESSAGERIE VARIABLE

Panneaux éclairés et programmables affichant des informations aux usagers en temps réelle:

- Conditions de la route, conditions de circulation
- Travaux
- Limites de vitesse variables, voies ouvertes, voies réservées, etc.



FEUX DE CIRCULATION

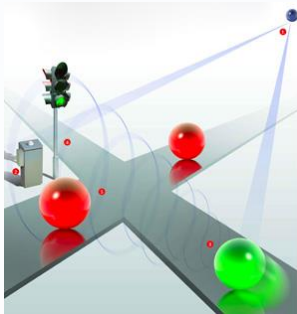
Feux tricolores : dispositif à commande manuelle, mécanique ou électrique au moyen duquel les conducteurs reçoivent alternativement un ordre d'arrêt ou une autorisation de marche



FEUX DE CIRCULATION PRIORITAIRE

Systemes des priorité aux feux de circulation pour véhicules d'urgences et autobus:

- Contrôle des feux directe :



- Mouvements protégés :



Deux modes de fonctionnement :

- Passifs (activation peut importe la présence d'un véhicule impliqué)
- Actifs (activation par commande en anticipation de l'arrivée)

Exemple d'implémentation:

- <http://www.mobility.siemens.com/mobility/global/en/urban-mobility/road-solutions/infrastructure-and-urban-traffic-control/sitraffic-stream-priority-for-mass-transit/pages/priority-for-mass-transit.aspx>

BARRIÈRES D'ACCÈS

Dispositif de contrôle d'accès physique.

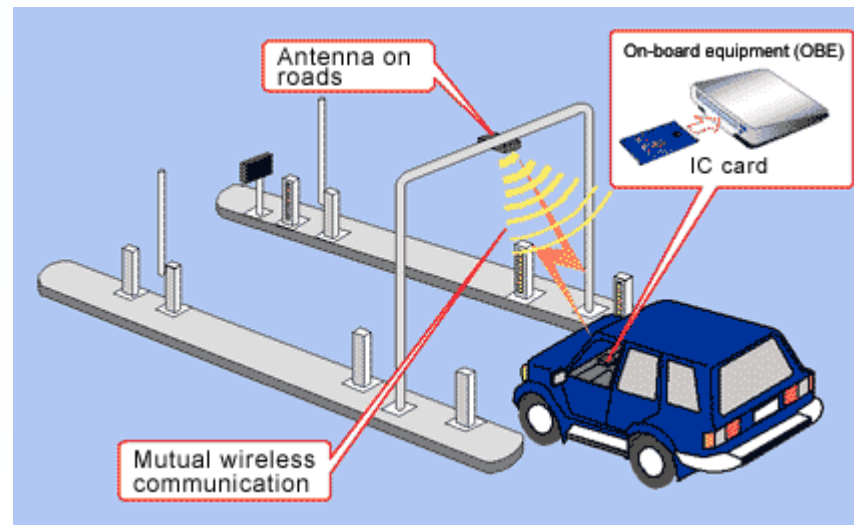
- Son application est généralement limité à restreindre l'accès aux **routes payantes** et aux stationnements
- Une composante importante des passages ferroviaires à niveau, et des voies réservées aussi.



SYSTÈMES DE PÉAGE AUTOMATIQUE

Systemes automatisés destinés à accroître le taux de transactions par heure des files d'attente pour **route payantes** (*automatic toll collection*)

- Possibilité de calculer la distance parcourus lors de la sortie et de facturer en conséquence.







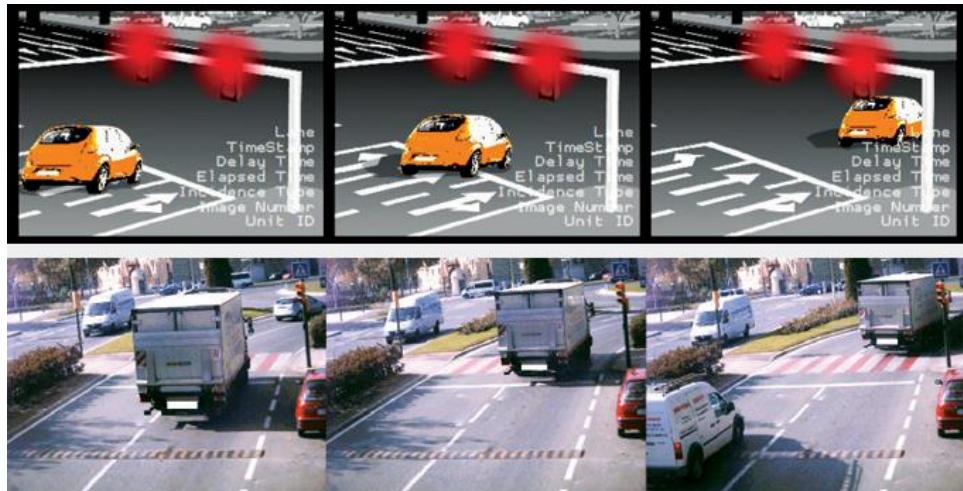
PÉAGE URBAIN

Exemple de **péage urbain** (*congestion charging*) à Singapour



CAMÉRAS FEUX ROUGE

Dispositifs de détection des infractions aux feux de circulation; les caméras feux rouges ne sont donc pas utilisé directement pour la régulation de la circulation, mais servent à appliquer la réglementation.



Borne de contrôle automatique de la vitesse au Brésil :



Les SIVR comprennent cinq catégories :

- **Système avancé d'information routière**, SAIR (*advanced transportation information systems, ATIS*)
- **Système avancé de gestion des parcs roulants**, SAGPR (*advanced freight management systems, AFMS*)
- **Système avancé de gestion du trafic**, SAGT (*advanced traffic management systems, ATMS*)
- **Système avancé d'aide à la conduite**, SAAC (*advanced vehicle control systems, AVCS*)
- **Système avancé d'auxiliaires embarqués**, SAAE (*AMSS*)

Ces systèmes comprennent des composantes communes, p. ex. Les SAGT chevauchent notamment les SAIR et les SAGPR (panneau à messagerie variable, etc.)

Systeme avance d'information routièr, SAIR (*advanced transportation information systems, ATIS*)

- Communication d'information pertinent à la conduite aux usagers de la route
- Conditions de conduite (visibilité, météorologie, travaux, fluidité de la circulation)
- Règlements (limites de vitesse variables, fermeture des voies)
- Parcours suggérés afin d'optimiser le temps de parcours/le système

Les SAIR complètent la signalisation traditionnelle principalement par moyen de systèmes à messagerie variable, mais font l'utilisation de plus en plus d'outil de consultation en ligne et des smartphones.

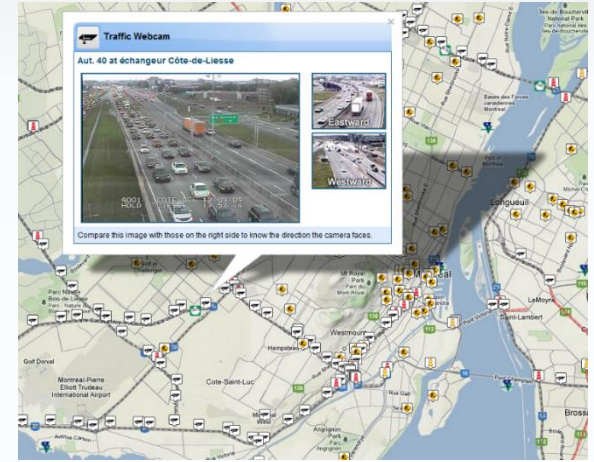
GPS personnel



Panneau à messagerie variable

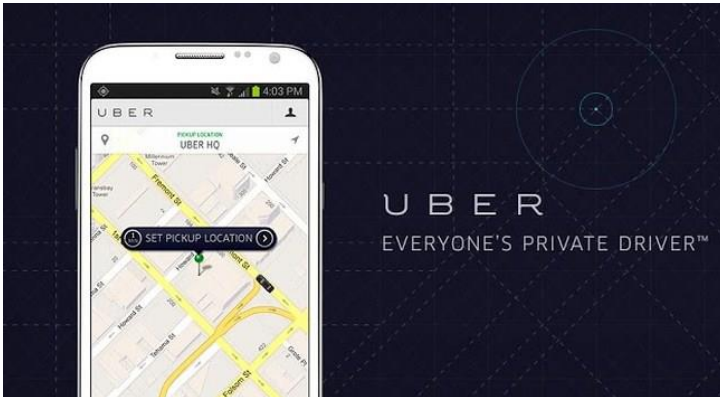


Québec 511

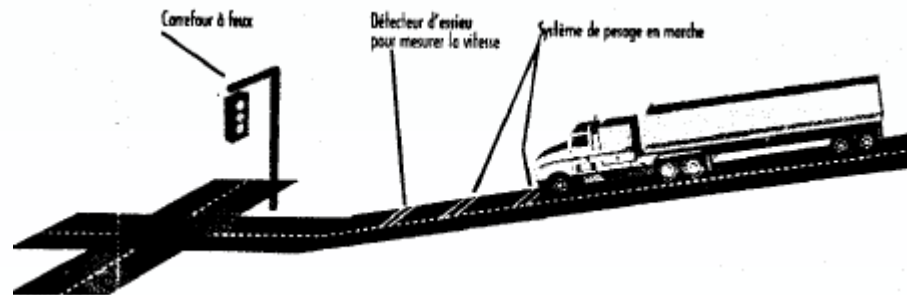
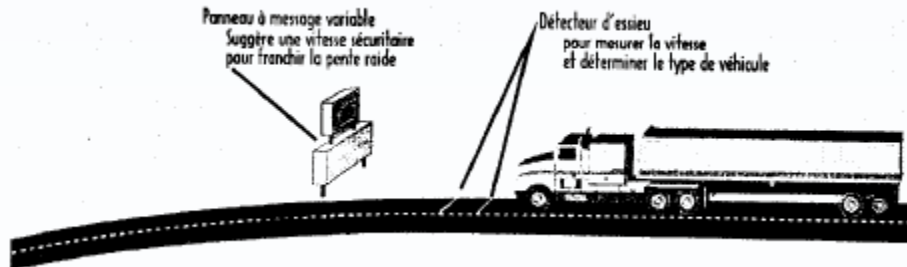
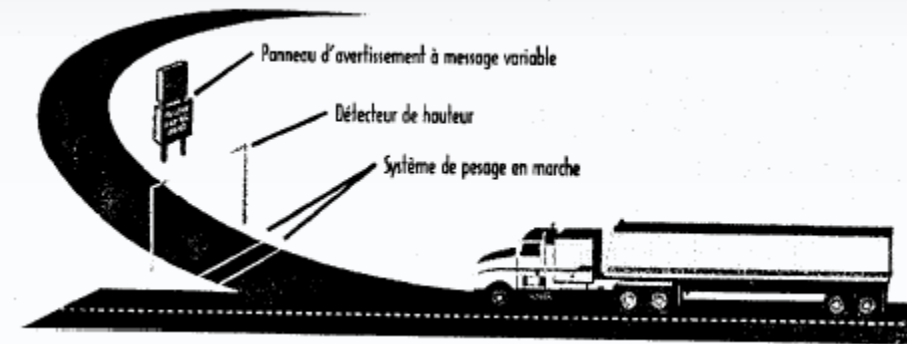


« Apps »

Google Maps Traffic



Systeme d'avertissement pour vehicule lourds



<https://www.youtube.com/watch?v=NoTMC-uxJoo>

Systeme avancé de gestion des parcs roulants, SAGPR (*advanced freight management systems, AFMS*)

- Gestion et suivi des opérations des flottes :
 - véhicule d'intervention
 - police
 - ambulance
 - pompiers
 - chasse-neiges
 - transports collectif
 - camions
 - taxis
 - et autres véhicules commerciaux



Work Tools

Next Map Update - 00:09 | Next Grid Update - 01:03

Search List

Refresh Filters

Data

Vehicles Active Work

Track	Vehicle	Unit	Incident	Run	Vehicle Status	Respor
CC51	CC61	153107	55611	Enroute	07/25/06	
CC58	CC49	153102	55609	Enroute	07/25/06	
CC72	CC72	153111	55606	Enroute	07/25/06	
RU545	RU545	153074	55631	Active	07/25/06	
CC53	CC53	153880	55610	Active	07/25/06	
CC52	P-24	153090	55603	Transporting	07/25/06	
28	28	153245	55598	Transporting	07/25/06	
CC53	CC53	153298	55616	Busy	07/25/06	
CC53	CC53	153321	55604	Active	07/25/06	
ER045	ER045	153370	55612	EnRouteToPost	07/25/06	
28	28	153340	55602	Transporting	07/25/06	
08	08	153365	55599	AtDestination	07/25/06	
28	28	153385	55603	Enroute	07/25/06	
28	28	153396	55607	AtDestination	07/25/06	
08	08	153399	55612	Enroute	07/25/06	
ER18	P-18	153394	55613	Enroute	07/25/06	
CC73	CC73	153476	55621	Enroute	07/25/06	

(2.42 seconds - Version 2.0.0.250 - Monday, July 23, 2011 12:01 PM)

Live TranTrac II

Hide Tools Hide Search List

Vehicle Status: Total: 125, Vacant: 22, Loaded: 1, Assigned: 6, Invalid GPS: 55

Vehicle Status Legend: Low, Med, High, Gas, Lock

Map Features: Street Labels, Railroads, Landmark, Highways, Shields, etc.

8/21/2006 9:32 AM

GPS Commander for Tranware Enterprise by Future Quest Wireless Inc.

File Edit View Map Drivers Vehicles Tools Reporting Help

Map view: 40.710912, -89.666624

PIA GREATER PEORIA REGIONAL © 2006 Tele Atlas, Ref. 01/2006

Idle | Historical Mode

Map view Reports Admin Settings Workspace Maps Windows Help Logout

Logged in as: markus Application: Transport - 2.3.0.1944

Map view: 51.52242, -0.1593

5 active alarms

Vehicle Name	Alarm Time	Position Time	Position	Type	Status	Cause	Act on alarm
car 7	11:53:31	11:53:57	Lat: 51.52242, Lon: -0.1593	Alarm	New	speeding central london	Close alarm
Jonas	09-11-27 12:01:57	09-11-27 12:09:29	Lat: 64.50276, Lon: 17.89463	Alarm	New	Jonas - Insulted/land	Close alarm

Vehicle Info: car_7, Description: London W13 6, Lat: 51.52242, Speed: 94.0 km/h, Longitude: -0.15930, Heading: 6, 75°, Altitude: 4.0 m, Last updated: 2009-11-30 11:53:57

Tracks (Selected vehicles):

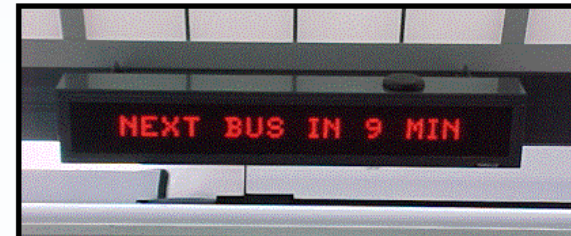
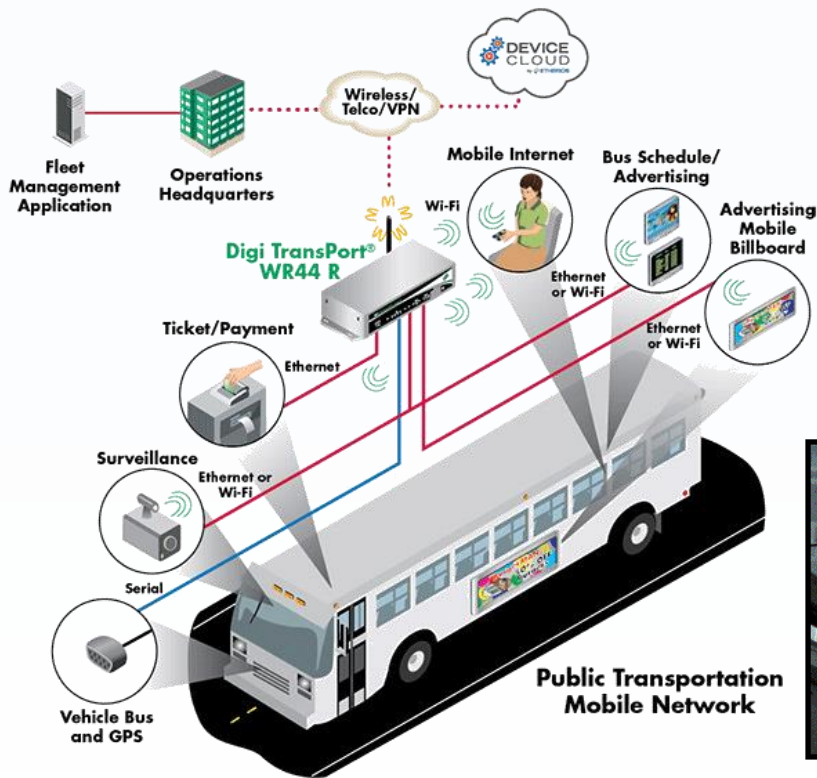
Start	Stop	Time	km/h	Alt
09-11-20 14:54	15:27	1638	0	0
09-11-20 09:08	09:08	0	0	0
09-11-20 09:08	09:09	11	0	0
09-11-20 18:04	18:07	46	0	0
09-11-20 08:46	08:52	67	0	0

Track points (selected tracks):

Date	Time	km/h	Alt
2009-11-20	18:04:20	0	0
2009-11-20	18:04:24	60.4	0
2009-11-20	18:04:44	86.3	0
2009-11-20	18:05:04	43.3	0
2009-11-20	18:05:19	60	0
2009-11-20	18:05:34	105.6	0
2009-11-20	18:05:50	133.7	0
2009-11-20	18:06:04	120.4	0
2009-11-20	18:06:19	121.5	0
2009-11-20	18:06:34	116.9	0
2009-11-20	18:06:49	104.7	0
2009-11-20	18:07:04	90.4	0

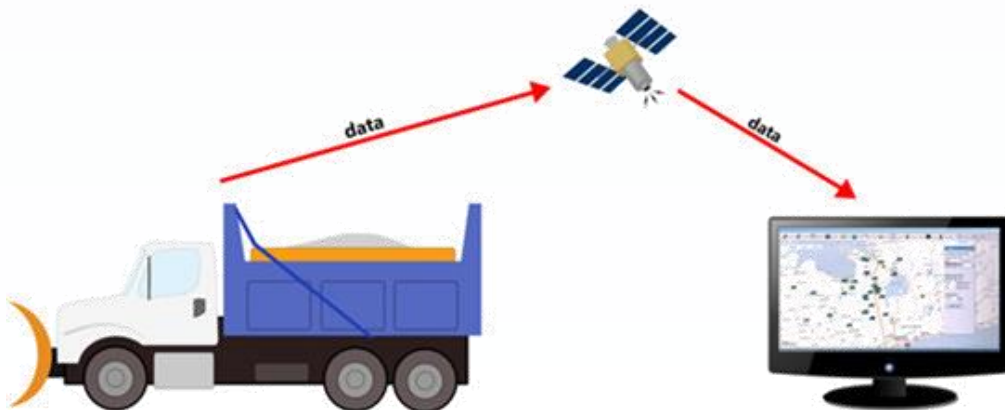
Systeme avance de gestion des parcs roulants, SAGPR (advanced freight management systems, AFMS)

- Comprend le **systeme avance de transport collectif**, SATC
(advanced public transportation systems, APTS)



Systeme avance de gestion des parcs roulants, SAGPR (*advanced freight management systems, AFMS*)

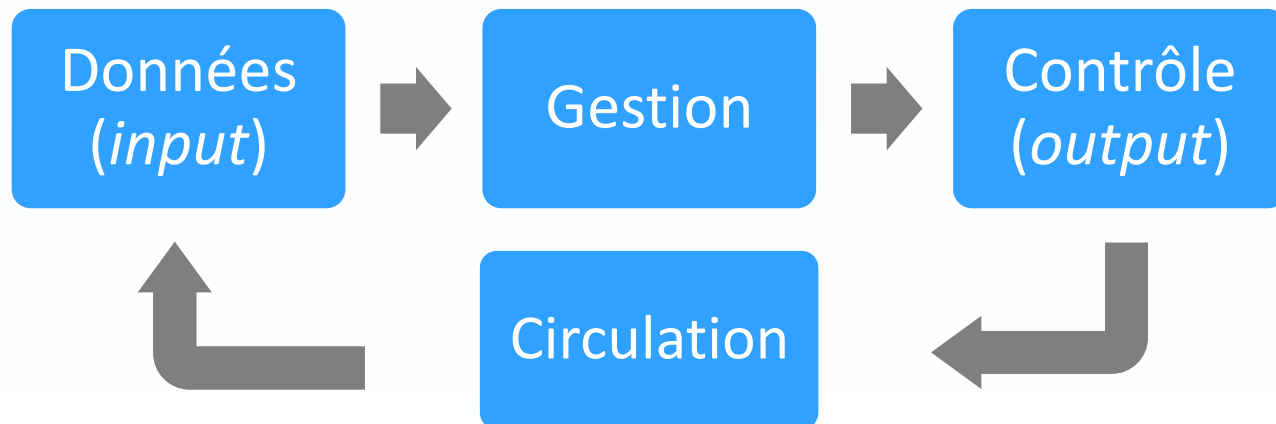
- Autres regroupement de sous-technologies:
 - systeme automatique de localisation de vehicule SALV (*automatic vehicle locator, AVL*)
 - Systeme automatique d'identification de vehicule SIV (*automatic vehicle indentification, AVI*)
 - systeme de pesage dynamique SPD (*Weigh-in-Motion, WIM*).





Systeme avance de gestion du trafic, SAGT (*advanced trafic manamgent systems, ATMS*)

- L'ensemble des systemes de collecte de donnees, des systemes de gestion, et des systemes de controle de la circulation formant la regulation de la circulation en temps reelle
- Effectue la gestion de toute la circulation
- Tout les autres SIVR dependent du SAGT

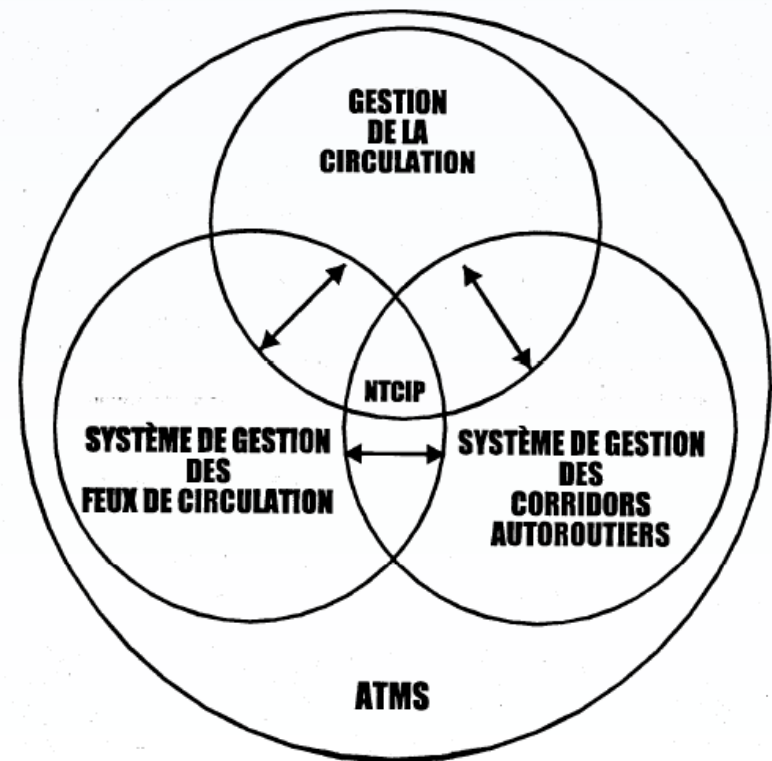


Tout systèmes intelligent intégrant plusieurs sous-système nécessite un protocole de communication :

NTCIP - National Transportation Communication for ITS Protocol

<https://www.ntcip.org/>

- AASHTO
- ITE
- NEMA
- FHWA
- Gouvernement local, provincial, fédéral
- Industrie privée



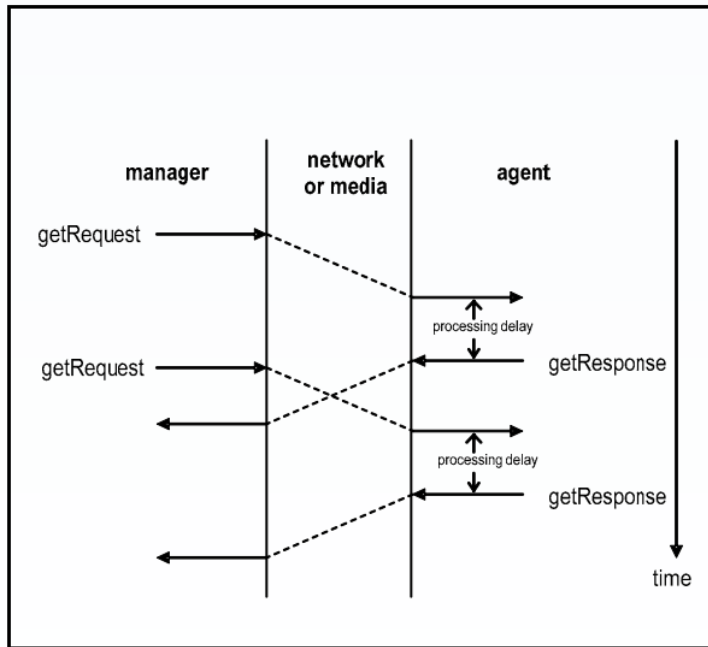


Figure 31 Full Duplexing

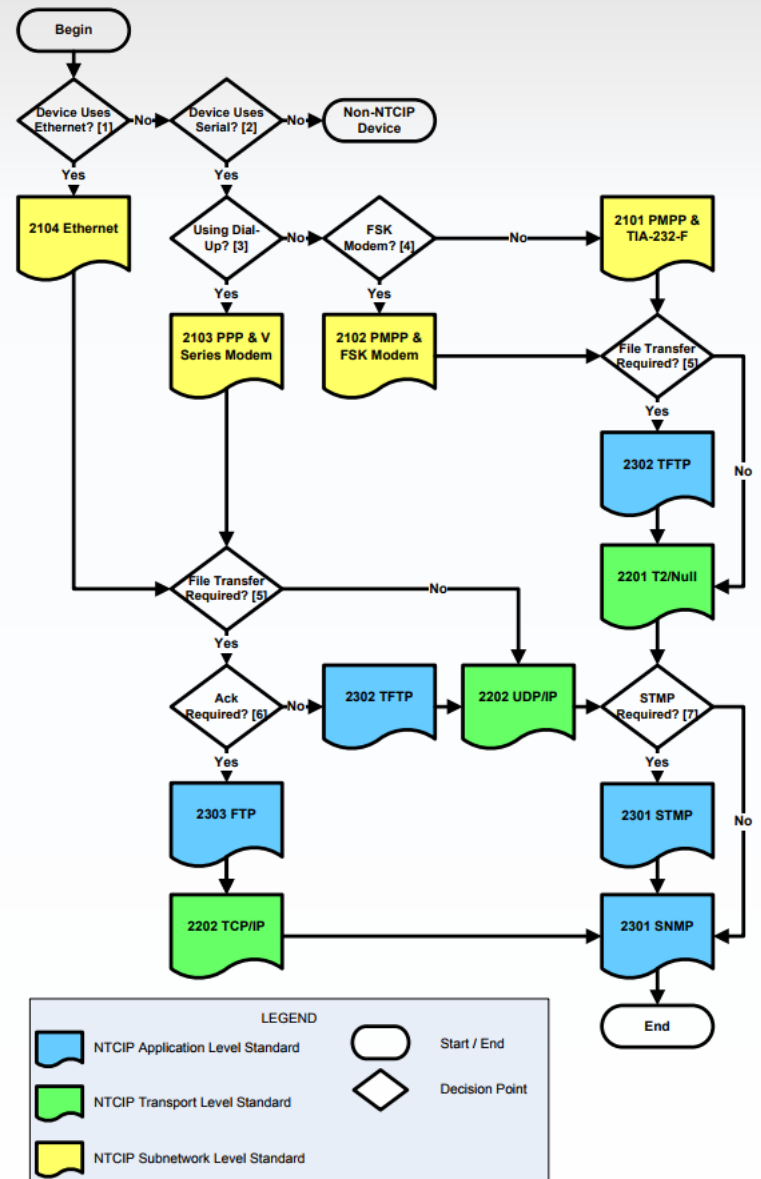
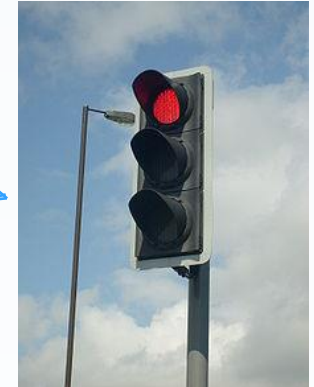
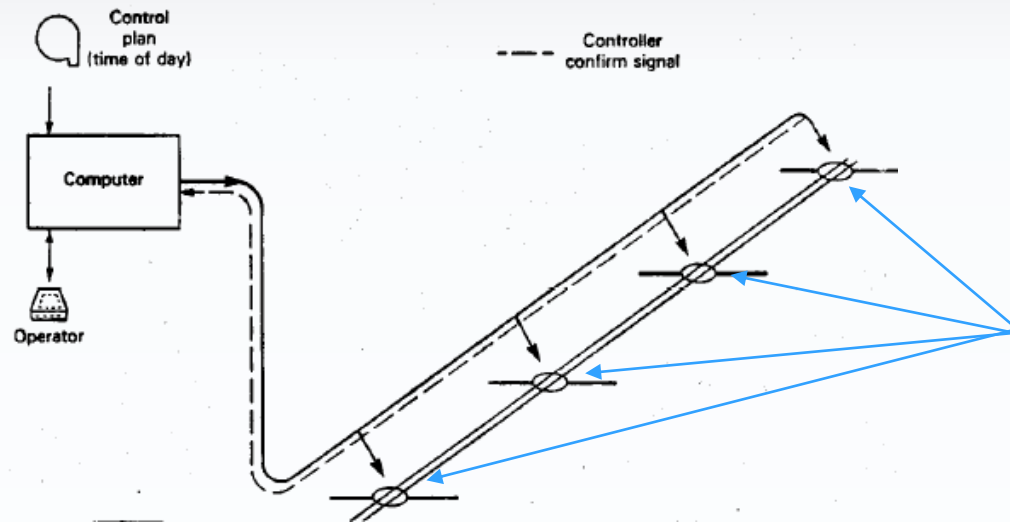


Figure 7 NTCIP Profile Selection Flowchart

- **Feux à fonctionnement à temps fixe** : le cycle, le temps de jaune et le temps de vert sont selon un programme déterminé choisi à l'avance. Il peut y avoir plusieurs plans pour une même journée.
- **Feux semi-adaptatif** : l'autorisation de passage est maintenue sur la route la plus importante jusqu'à ce qu'un ou plusieurs véhicules sont détectés sur les approches de la route secondaire.
- **Feux adaptatif** : feux commandés par la détection des véhicules sur toutes les approches de l'intersection.
- **Feux à fonctionnement en temps réel** : opération qui permet d'ajuster le cycle, le temps de vert, le temps de jaune et la séquence des phases en fonction de la demande de circulation mesurée à l'aide de **détecteurs**.

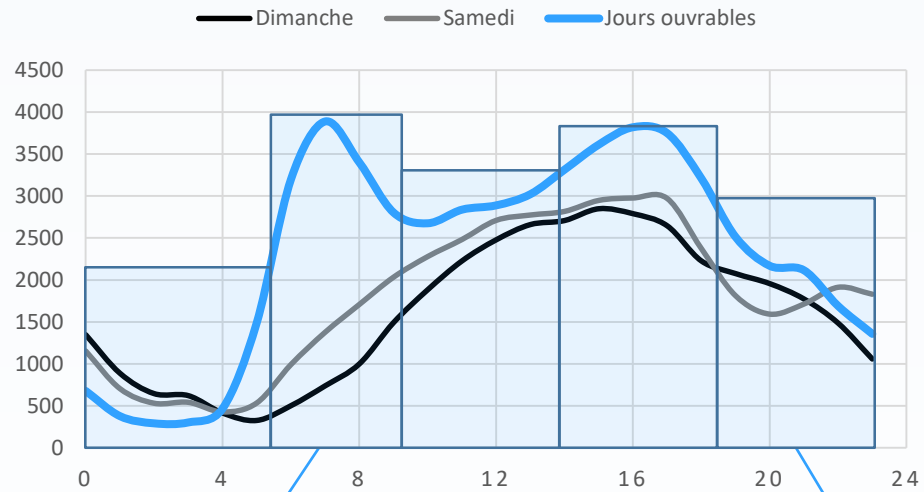
Système de base (~\$40 000)



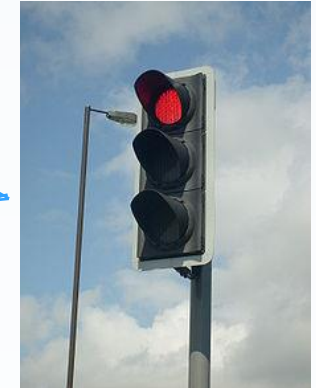
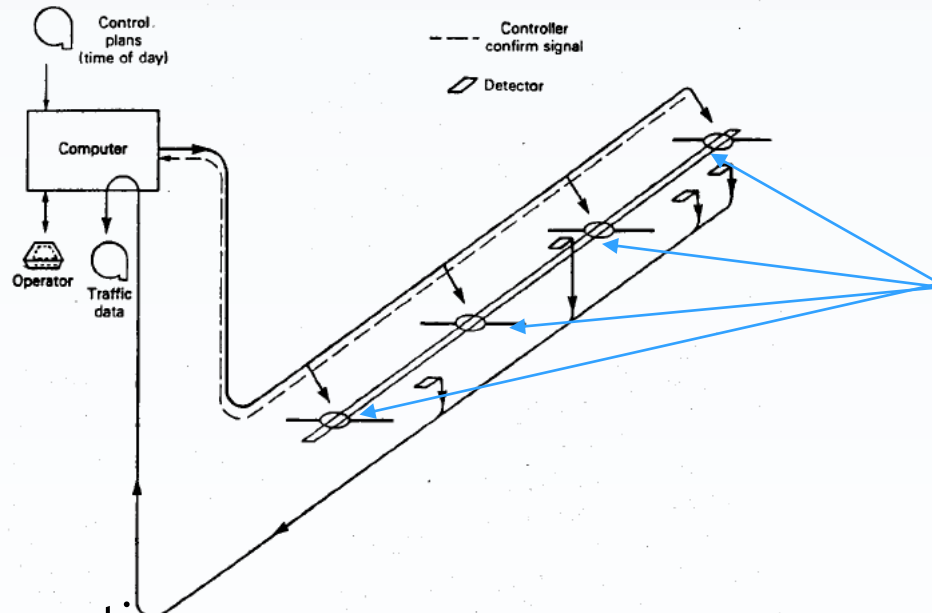
- Aucune rétro-action
- Les plans ne sont pas adaptés aux fluctuations de la circulation
- Plans générés en temps différé basés sur des données historiques
- Sélection des plans TOD

Choix du plan selon TOD

DÉBITS HORAIRES

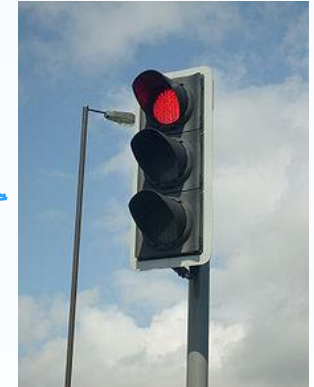
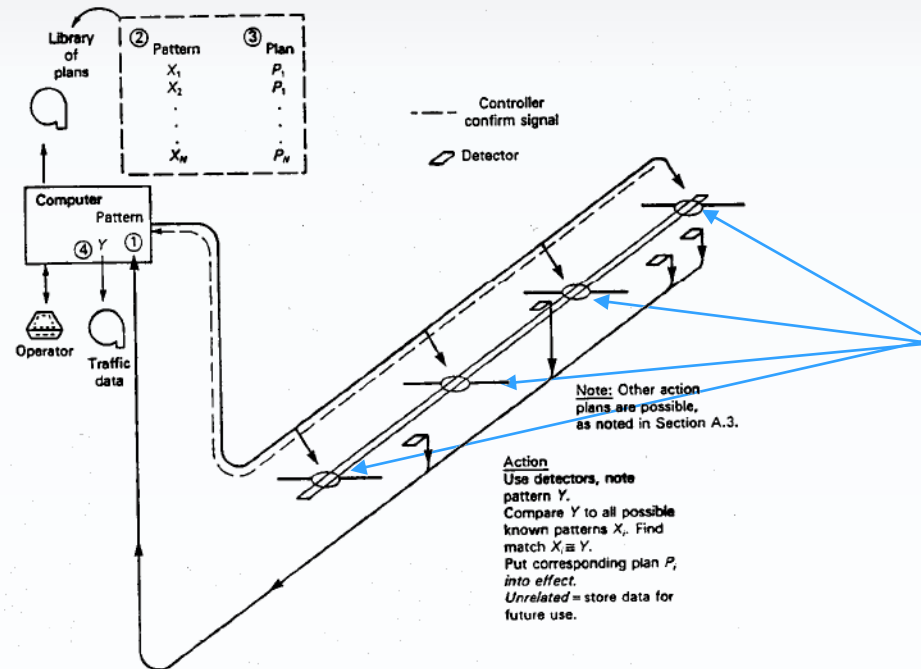


Systeme de base avec detecteurs (~\$45 000)



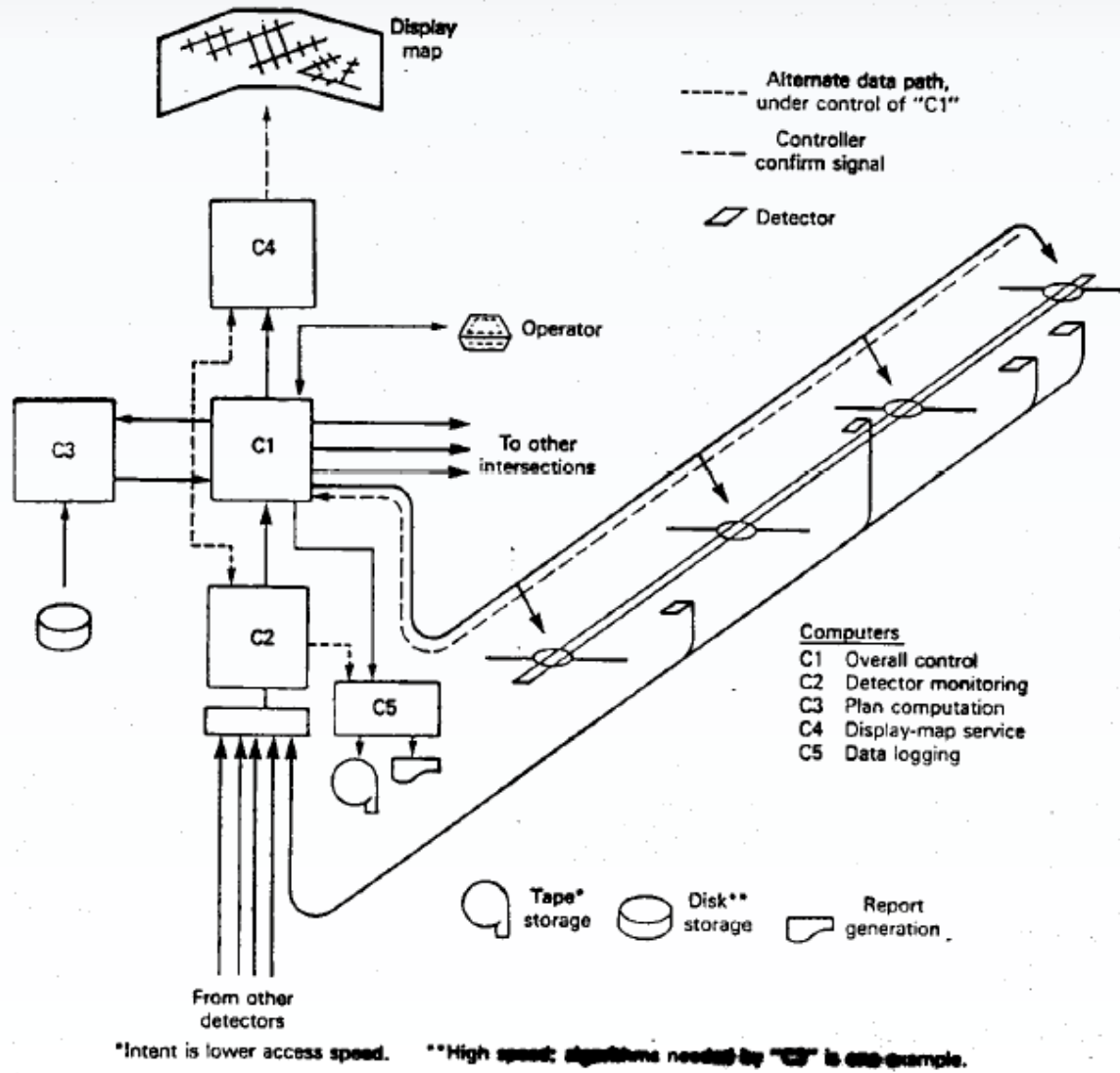
- Aucune rétro-action
- Les plans sont mieux adaptés aux fluctuations de la circulation
- Plans générés en temps différé basés sur des données historiques locales
- Sélection des plans TOD

Système dynamique (~\$50 000)

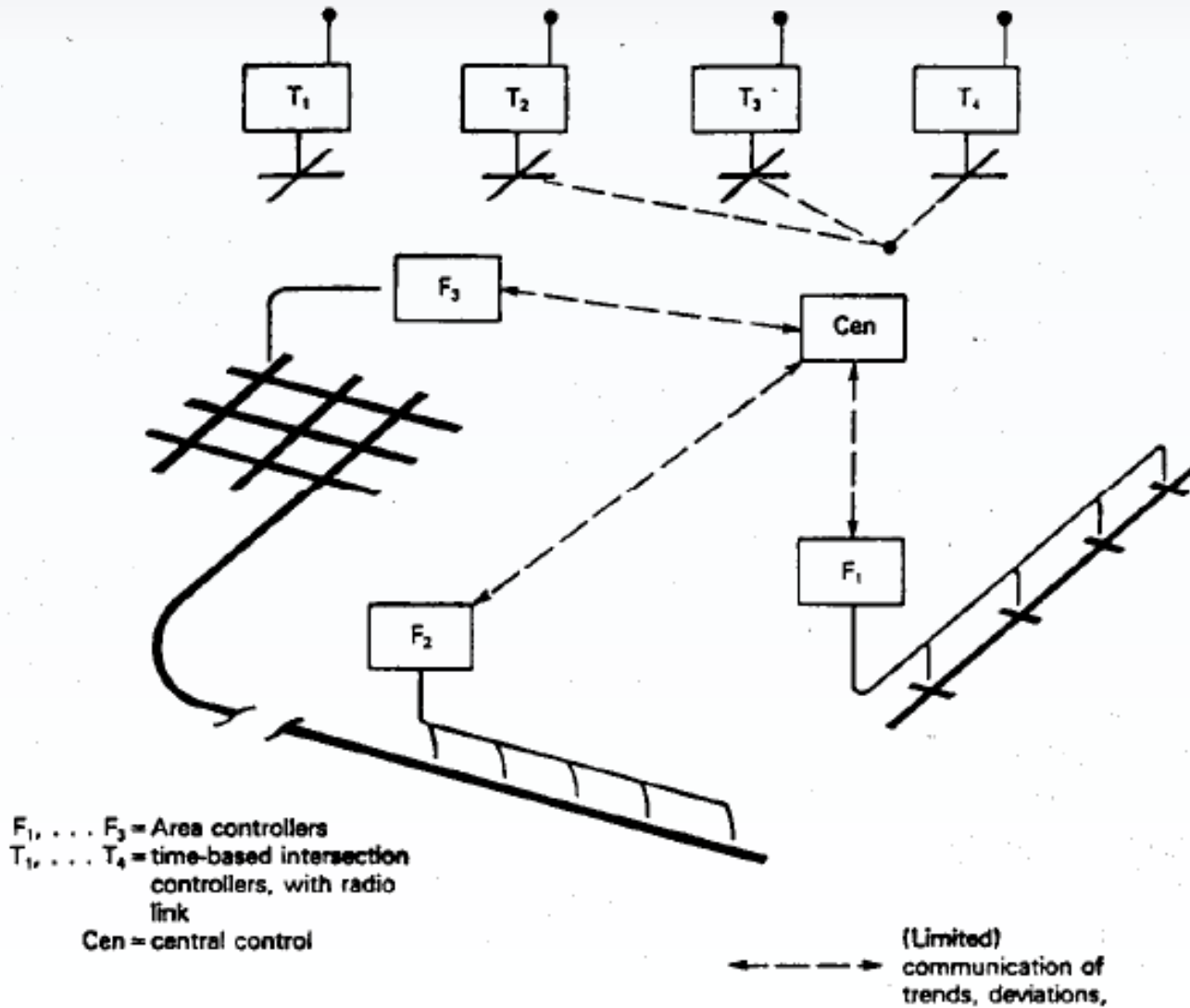


- Les plans sont mieux adaptés aux fluctuations de la circulation
- Plans générés automatiquement (2 à 15 min) en temps différé basés sur des données détectées (locales)
- Sélection des plans selon un bibliothèque (modèles)

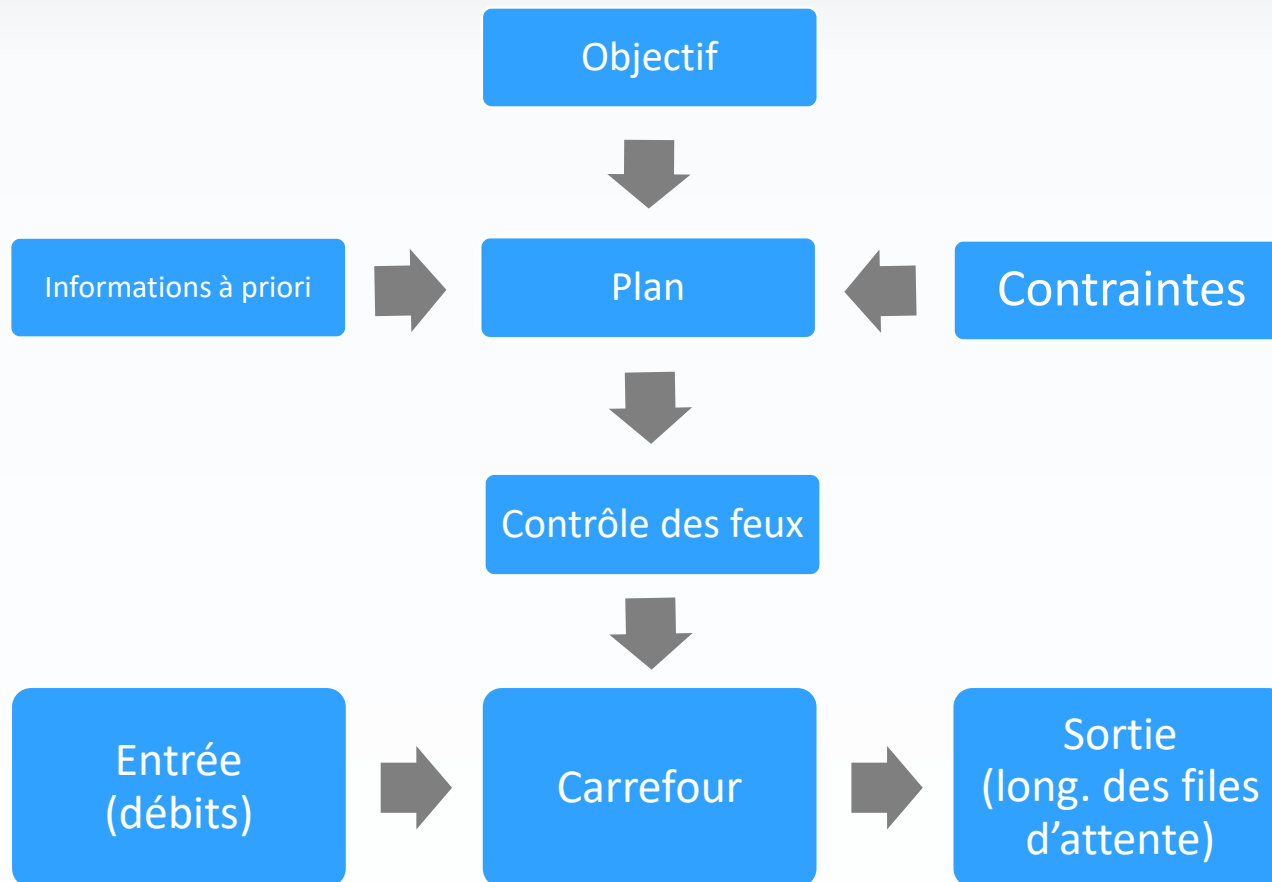
Systeme centralisé



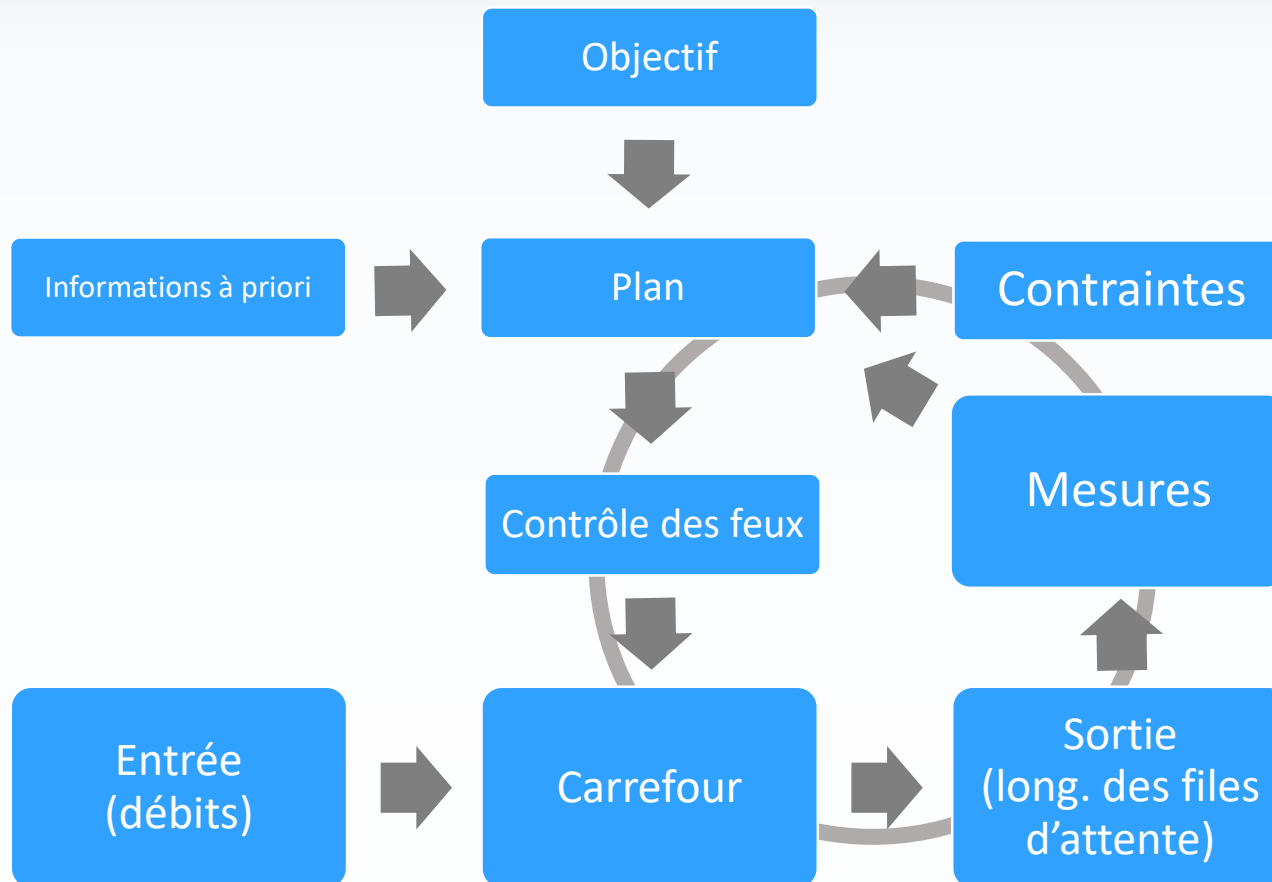
Systeme décentralisé



Contrôle à boucle ouverte



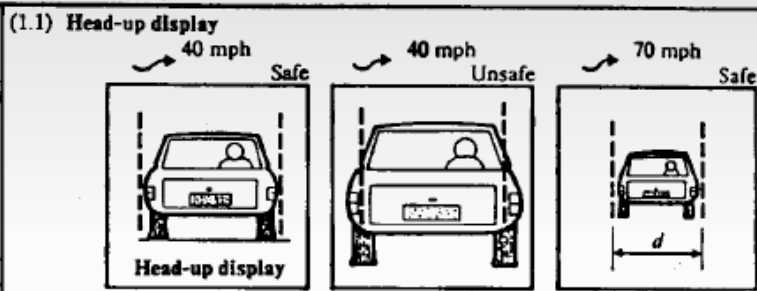
Contrôle à boucle fermée



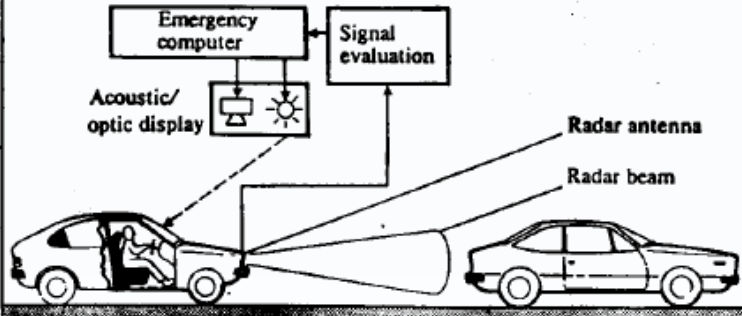
Systeme avancé d'aide à la conduite, SAAC (*advanced vehicle control systems, AVCS*)

- L'ensemble des systèmes facilitant ou permettant l'automatisation de la conduite.
- Parmi les technologies de base on inclus la **transmission automatique**, les **freins antiblocage de sécurité** (ABS), le **régulateur de vitesse** (*cruise control*), les **systèmes d'anti-dérapiage**, etc.
- Parmi les nouvelles technologies ou celles qu'on envisage à court terme on dénote les systèmes de **prévention des collisions**, la **surveillance de l'état du véhicule et du conducteur**, les **caméras de rétrovision proche**, les systèmes de **pilotage automatique** lors des insertions aux pelotons ou dans les files d'attente, etc.
- Tout cela converge vers des véhicules entièrement autonomes...

(1)
Improving the state estimation capabilities of human drivers

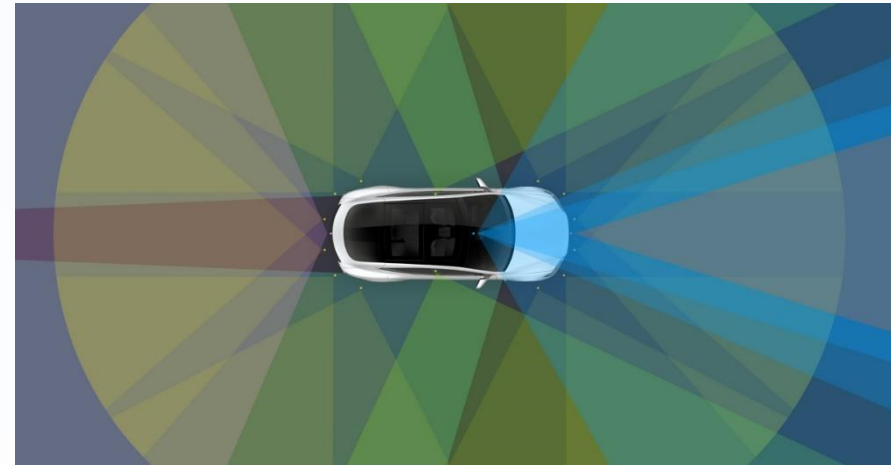
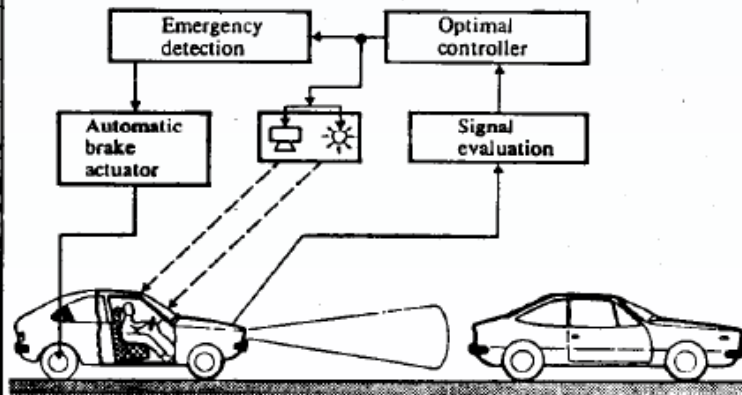


(1.2) Radar distance-warning system



(2)
Improving the control capabilities of human drivers

(2.1) Radar headway control system



Survey of concepts for improving the state estimation and controller performances of human drivers (cf. Ullmann 1978).

Où en sommes nous avec les véhicules autonomes?



- <https://vimeo.com/192179727>
- <https://www.youtube.com/watch?v=TsaES--OTzM>

Approche **centralisé (SAIR + SAAC)** :

- L'infrastructure gère la circulation des véhicules directement
- Contrôle et navigation de tout les véhicules simultanément

Avantages de l'approche centralisé :

- Gestion de la circulation directe
- Optimisation parfaite du réseau possible
- Données disponible directement
- Technologie plus éprouvé et simple (rail, points de repaire, choix de navigation linéaires)

Désavantage de l'approche centralisé :

- L'effet Big Brother
- Coût d'adoption énorme : conversion immédiat de tout les véhicules ou construction d'infrastructure séparé!

Approche **décentralisé (SAAC)** :

- Les véhicules se gèrent eux-mêmes
- Contrôle et navigation indépendant

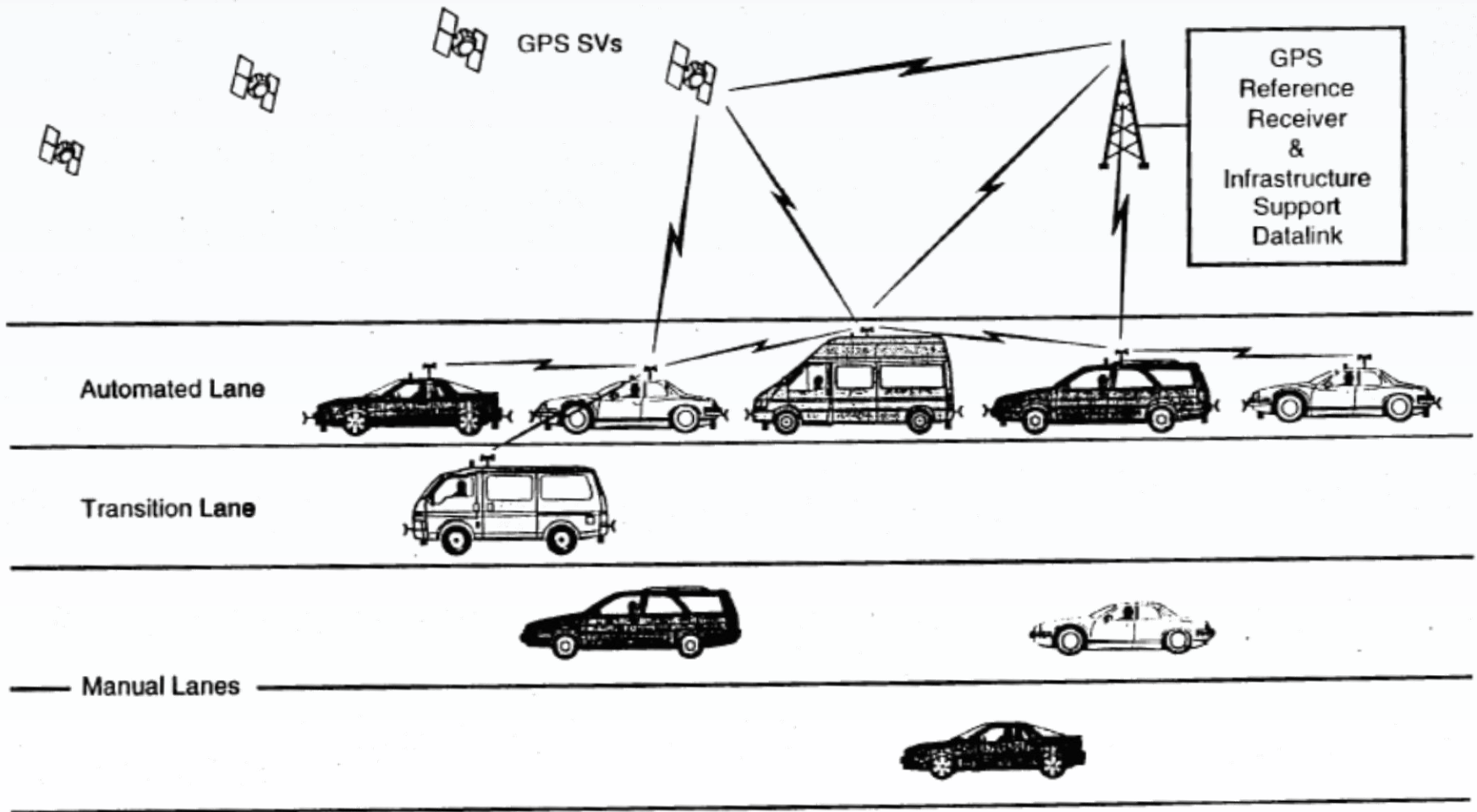
Avantages de l'approche décentralisé :

- Ne nécessite pas un réinvestissement dans l'infrastructure
- Les véhicules autonome peuvent circuler avec les conducteurs humains

Désavantage de l'approche décentralisé :

- Impossible d'optimiser le réseau sans interface SAIR
- Nécessite des développements dans l'intelligence artificielle, p.ex. afin d'identifier et d'interpréter certains obstacles ou situations complexes

Approche **Hybride** :



Multiplexing des mouvements aux feux de circulation.

- <https://www.youtube.com/watch?v=4pbAl40dK0A>
- <http://www.cs.utexas.edu/~aim/>
- Quel est le défi de ce système?

Systeme avancé d'auxiliaires embarqués, SAAE (AMSS)

- L'ensemble des systèmes non-essentiels à la conduite du véhicule : appareils de divertissement et/ou de loisir, télécommunication (radio, internet, téléphone, etc.), « bureau mobile », systèmes médicaux, besoins spéciaux, paratransit, etc.
- Personnalisation des paramètres et enregistrement de l'utilisation selon le profil utilisateur : ajustement des miroirs, du siège, choix des réglages climatiques et du divertissement, enregistrement du kilométrage et de la consommation d'essence, etc.
- L'idée de base c'est d'accroître la productivité et le confort durant le temps de parcours surtout pour les passagers d'un véhicule autonome

Résumé des avantages des SIVR

DOMAINE D'UTILISATION ENVISAGÉ	AVANTAGES PRINCIPAUX	MOYEN À PRENDRE
INFORMATION ROUTIÈRE	Réduire les coûts	<ul style="list-style-type: none"> Optimisation des itinéraires et des parcours Réduction dans les heures perdues à chercher sa route
	Accroître l'efficacité	<ul style="list-style-type: none"> Information sur les commerces et les collectivités en chemin
	Accroître l'agrément	<ul style="list-style-type: none"> Information sur les points d'intérêt en chemin Loisirs et éducation durant le parcours
GESTION DE PARCS ROULANTS	Accroître l'efficacité	<ul style="list-style-type: none"> Optimisation des itinéraires de ramassage/livraison Groupage optimisé des marchandises
	Relever le niveau de service	<ul style="list-style-type: none"> Localisation des véhicules et des marchandises transportées
	Accroître le taux d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> Prévisions sur la disponibilité des conducteurs et des matériels
	Renforcer la sécurité de l'équipement	<ul style="list-style-type: none"> Gestion des convois et suivi automatique de ceux-ci
	Fournir de l'information de gestion	<ul style="list-style-type: none"> Saisie de données d'exploitation
	Accroître la productivité des transports collectifs	<ul style="list-style-type: none"> Information sur les parcs de dissuasion Information sur les heures de départ et d'arrivée
RÉGULATION DU TRAFIC	Accroître le débit transitant dans un corridor routier	<ul style="list-style-type: none"> Gestion du trafic autoroutier et routier Traitement spécial accordé aux VTOÉ
	Modérer l'accroissement de nouvelle demande de transport	<ul style="list-style-type: none"> Appui des mesures de gestion de la demande : contrôle d'accès, péage, etc.
	Renforcer la sécurité	<ul style="list-style-type: none"> Fluidification du trafic et gestion des incidents Contrôles routiers améliorés
BUREAU MOBILE	Convertir le véhicule en bureau	<ul style="list-style-type: none"> Listes de produits et de clients Recherche de personnes, composition automatique, dictée Production de factures, manifestes, ...
ACTIVITÉ DES OCCUPANTS	Accroître l'agrément	<ul style="list-style-type: none"> Moins de tâtonnements durant les déplacements Accès à une riche bibliothèque de loisirs
	Réaliser des économies de temps et d'argent	<ul style="list-style-type: none"> Prix réduits sur biens et services
SUIVI DU COMPORTEMENT DU CONDUCTEUR ET DU VÉHICULE	Renforcer la sécurité routière	<ul style="list-style-type: none"> Diagnostic préventif des anomalies de fonctionnement Vision tous azimuts améliorée Suivi du comportement du conducteur et messages d'urgence au besoin
	Réduire le coût d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> Meilleures habitudes de conduite Programme d'entretien préventif

Source: *Mobile Information Systems Impact Study, préparé par J.A. Parviainen et al. pour le Centre de développement des transports et le ministère des Transports de l'Ontario, 2002* 1988

Question ouverte:

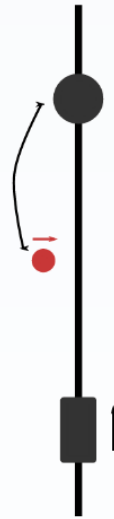
- Dilemme du tramway



the switch
Foot, 1967



the fat man
Thomson, 1976



the fat villain



the loop
Costa, 1987



the man in the yard
Unger, 1992

- Quelle est la logique pour éviter les collisions?
- <https://youtu.be/tiwVMrTLUWg?t=5m>

C'est tout pour aujourd'hui!