

Pour améliorer la vitesse commerciale: **Les sites propres partiels**

Franco Tufo Ingénieur Transports EPFL, Directeur général de Citec Ingénieurs Conseils

EPFL

EPFL, 21 novembre 2024

1

1. Introduction

2

■ Quelques définitions

3

- Types de site

4

- Vitesse commerciale

5

2. Diagnostic d'une ligne TC

■ Utilisation du temps

■ Exemple d'une ligne de tram à Genève (ligne 14)

3. Enjeux de la vitesse commerciale

■ Temps d'arrêt aux stations

■ Ralentissements et arrêts dans le trafic

■ Ralentissement lors de manœuvres difficiles

4. Moyens d'améliorer la vitesse commerciale

1

2

3

4

5

Introduction

- Quelques définitions
 - Types de site
 - Site banal
 - Site propre
 - Site intégral
 - Vitesse commerciale

Introduction: Les différents types de site

1

Différents types de site

■ Site banal

- Véhicules TC mélangés aux autres types de transport
- Un accès prioritaire peut être donné aux TC par une signalisation dynamique («site propre temporel»)

■ Site propre / réservé

- Véhicules TC séparés physiquement et au niveau de l'exploitation
- Site propre partagé:
 - Entre différents TC
 - Avec les taxis
 - Avec les cyclistes

■ Site intégral

- Aucune interférence avec la circulation générale (RER, métros)



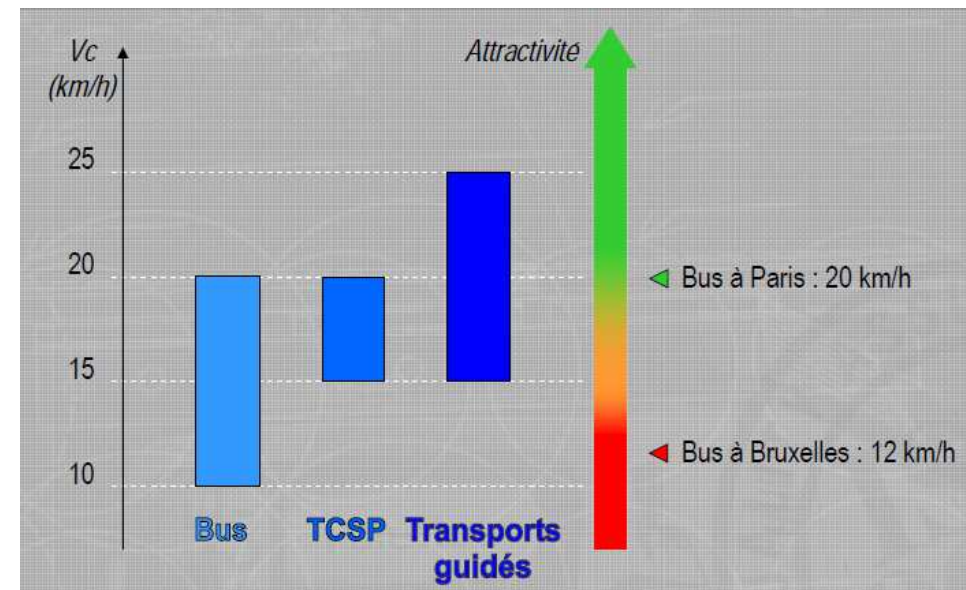
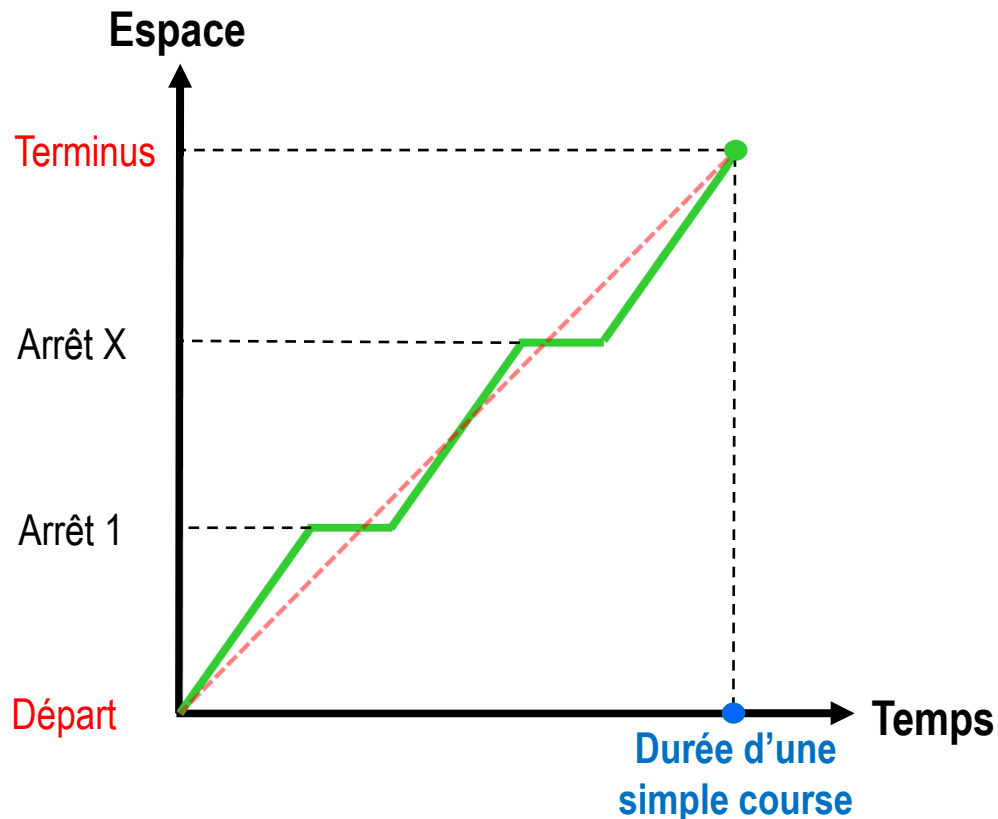
Introduction: La vitesse commerciale

1

Vitesse commerciale

- Vitesse du TC tenant compte des temps d'arrêts pour décharger et charger des passagers à chacune des stations

Diagramme Espace-temps d'une course de bus:



Introduction: La vitesse commerciale

1

Vitesse commerciale

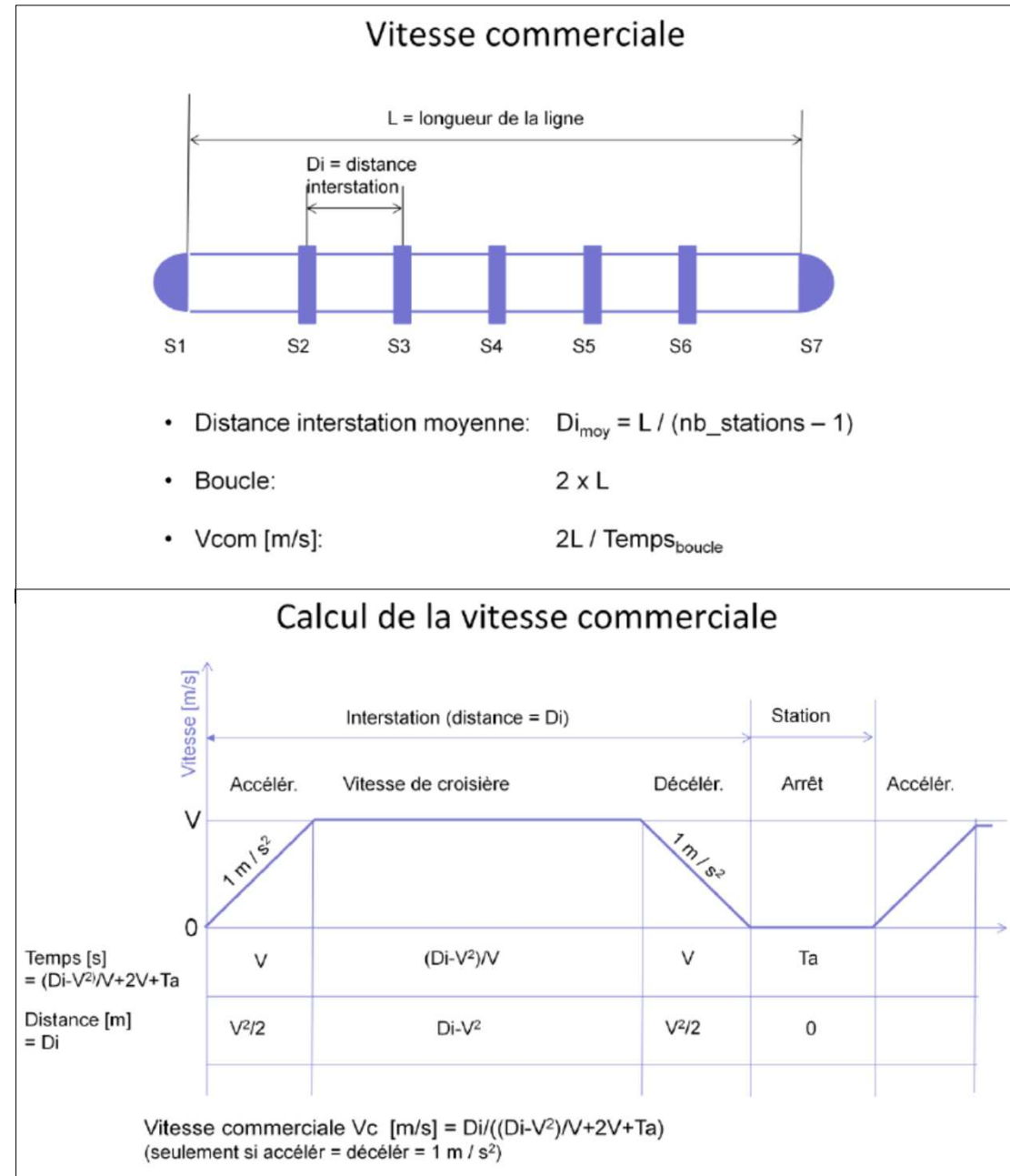
- Plus en détail :

2

3

4

5



1

2

3

4

5

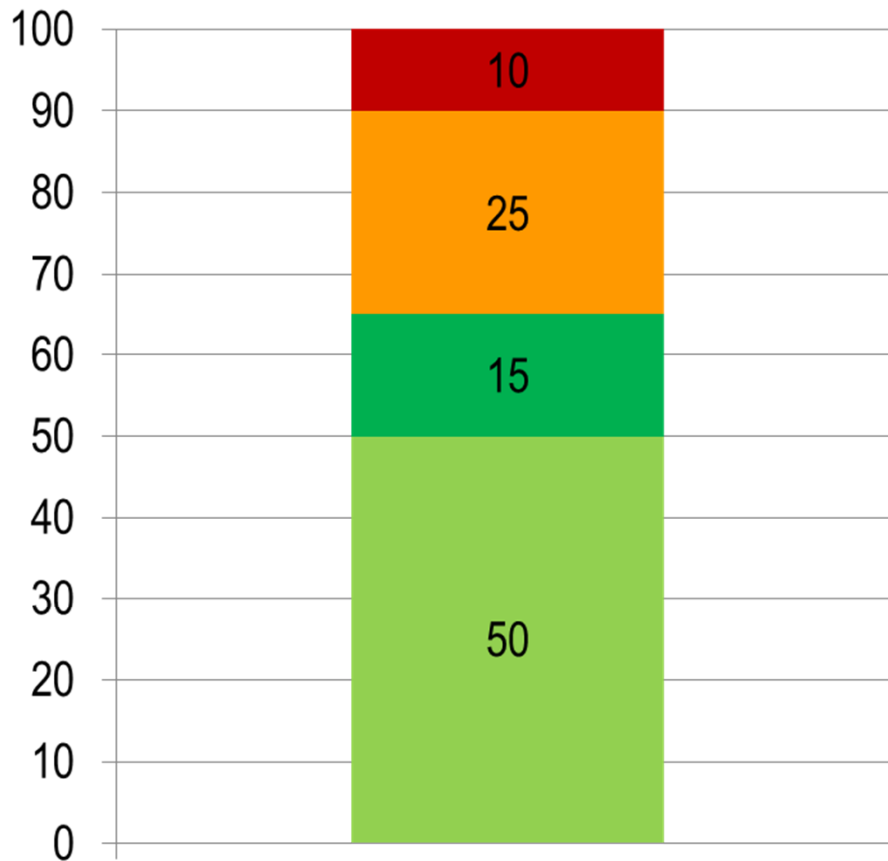
Diagnostic d'une ligne TC

- Utilisation du temps
- Analyse d'une ligne de tram à Genève (ligne 14)

Diagnostic d'une ligne TC: Décomposition du temps de parcours

1
2
3
4
5

Exemple de décomposition des temps de parcours TC



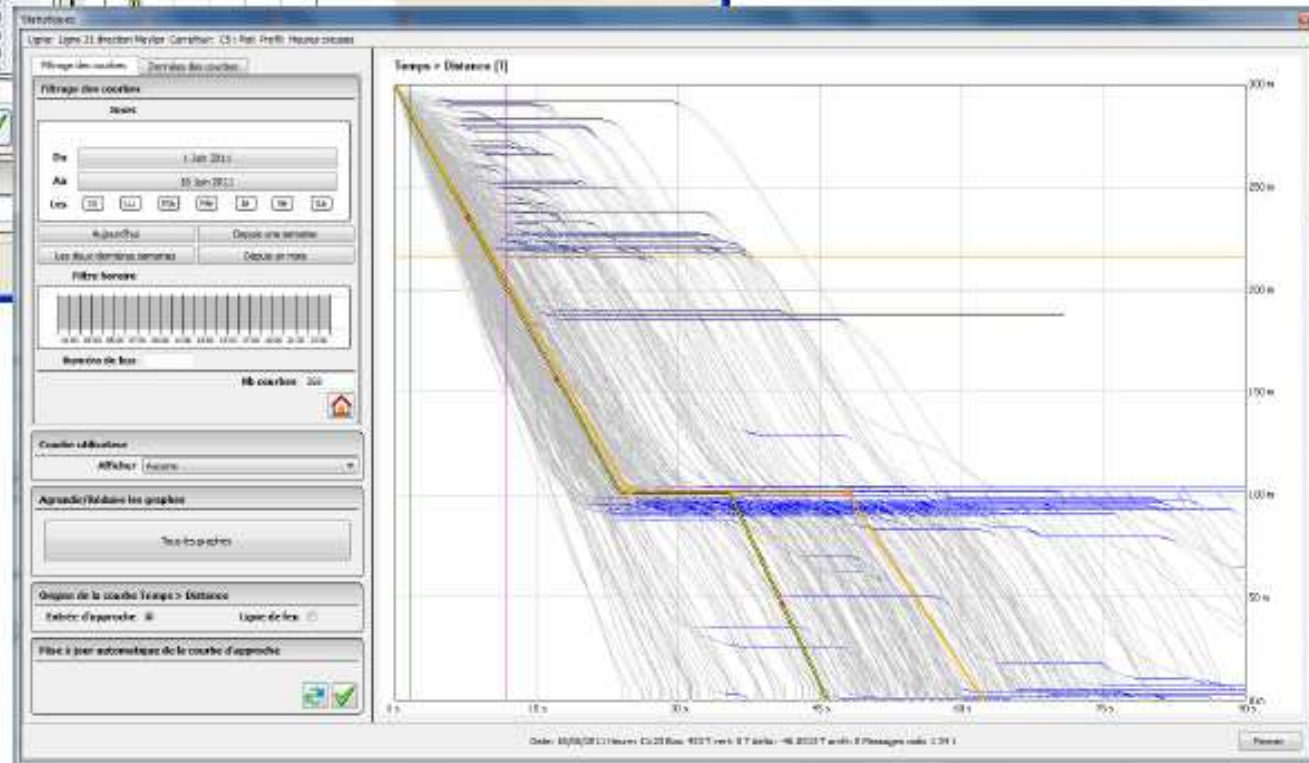
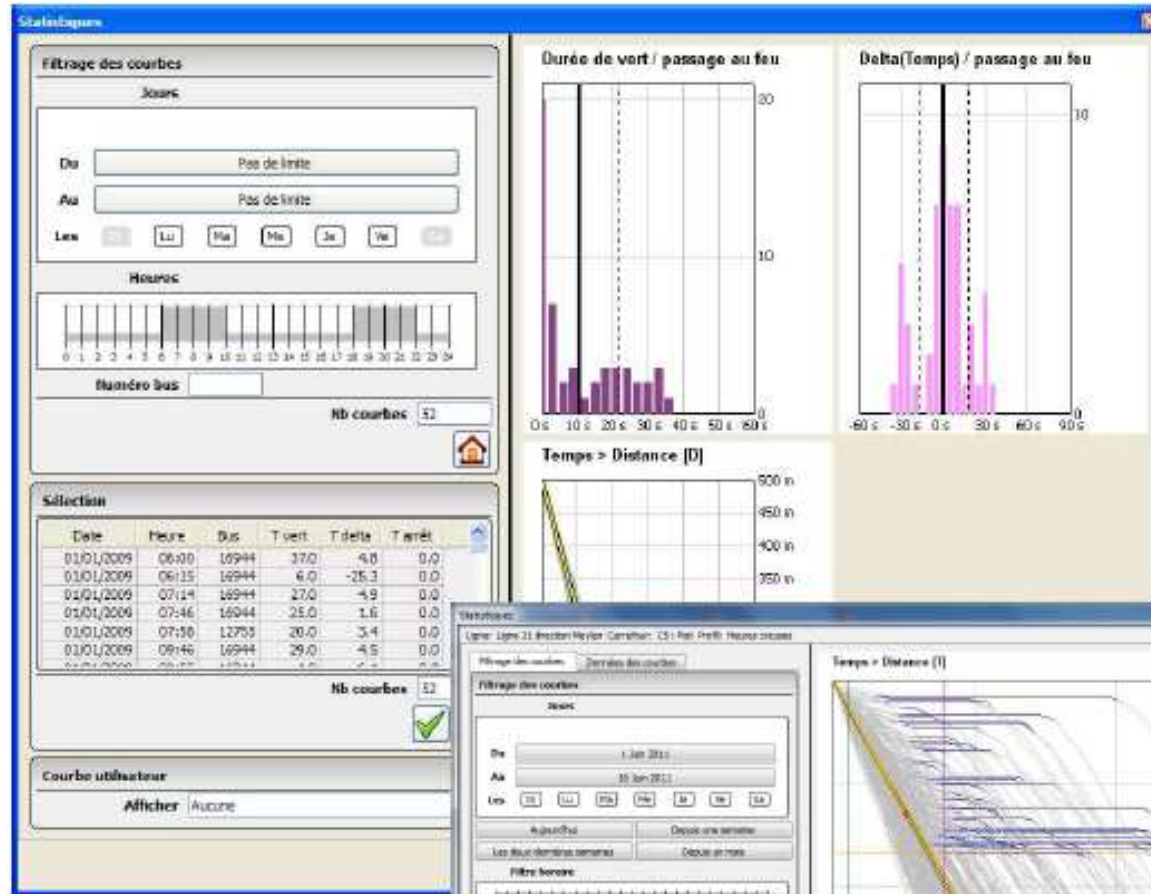
- Proportion des gênes diverses (stationnement, sortie d'arrêt, tourner-à-gauche, ...)
- Proportion des approches et attentes aux feux
- Proportion des arrêts en station
- Proportion des temps de roulement

Il est utile de connaître:

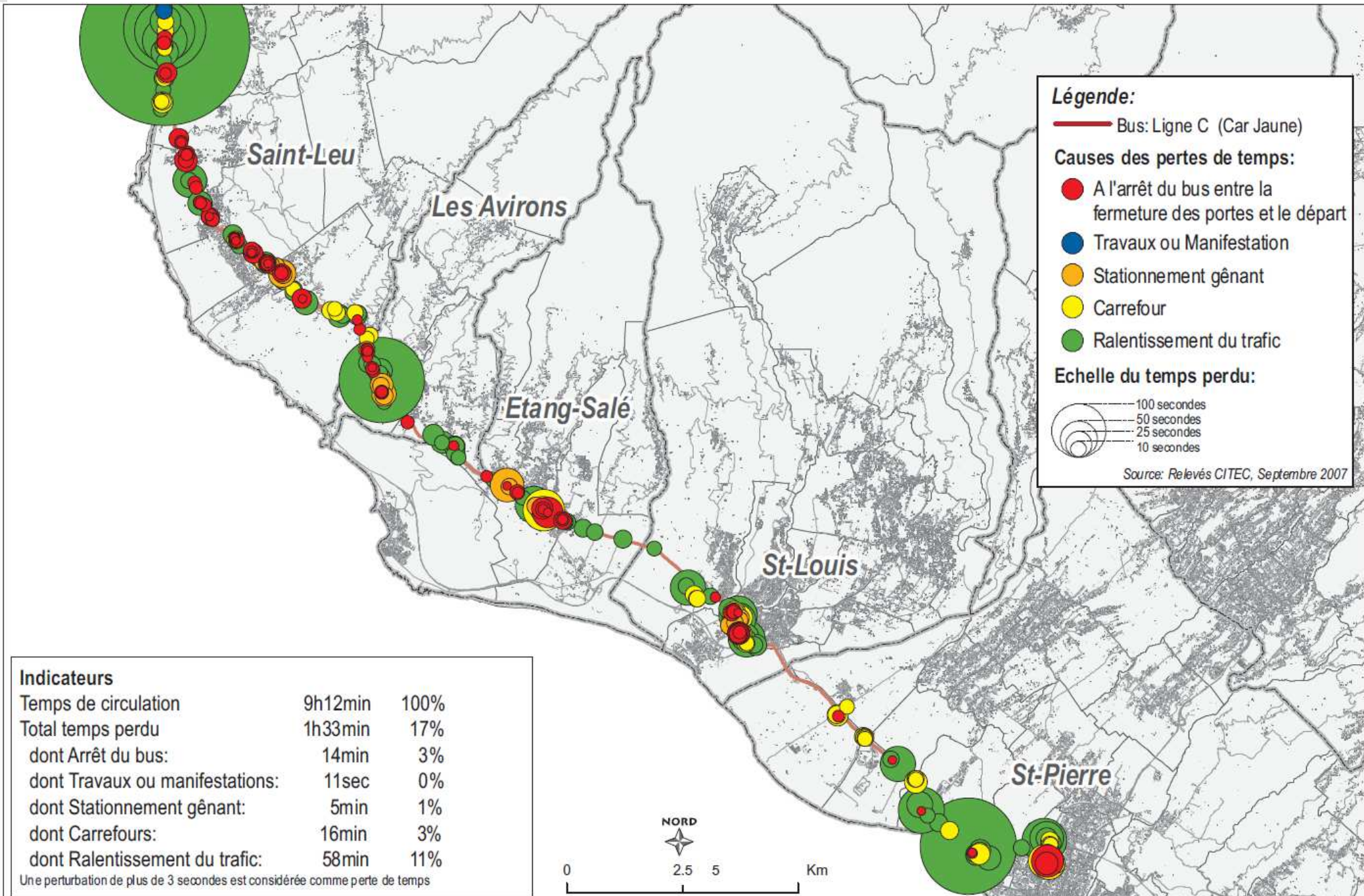
- la part du temps utile (temps de roulement et d'arrêt en station), et
- la part inutile (attentes aux feux et gênes diverses)

Diagnostic d'une ligne TC: Les données issues du SAEIV

SAEIV Système d'Aide à l'Exploitation et d'Information aux Voyageurs



Diagnostic d'une ligne TC: Les données d'une audit

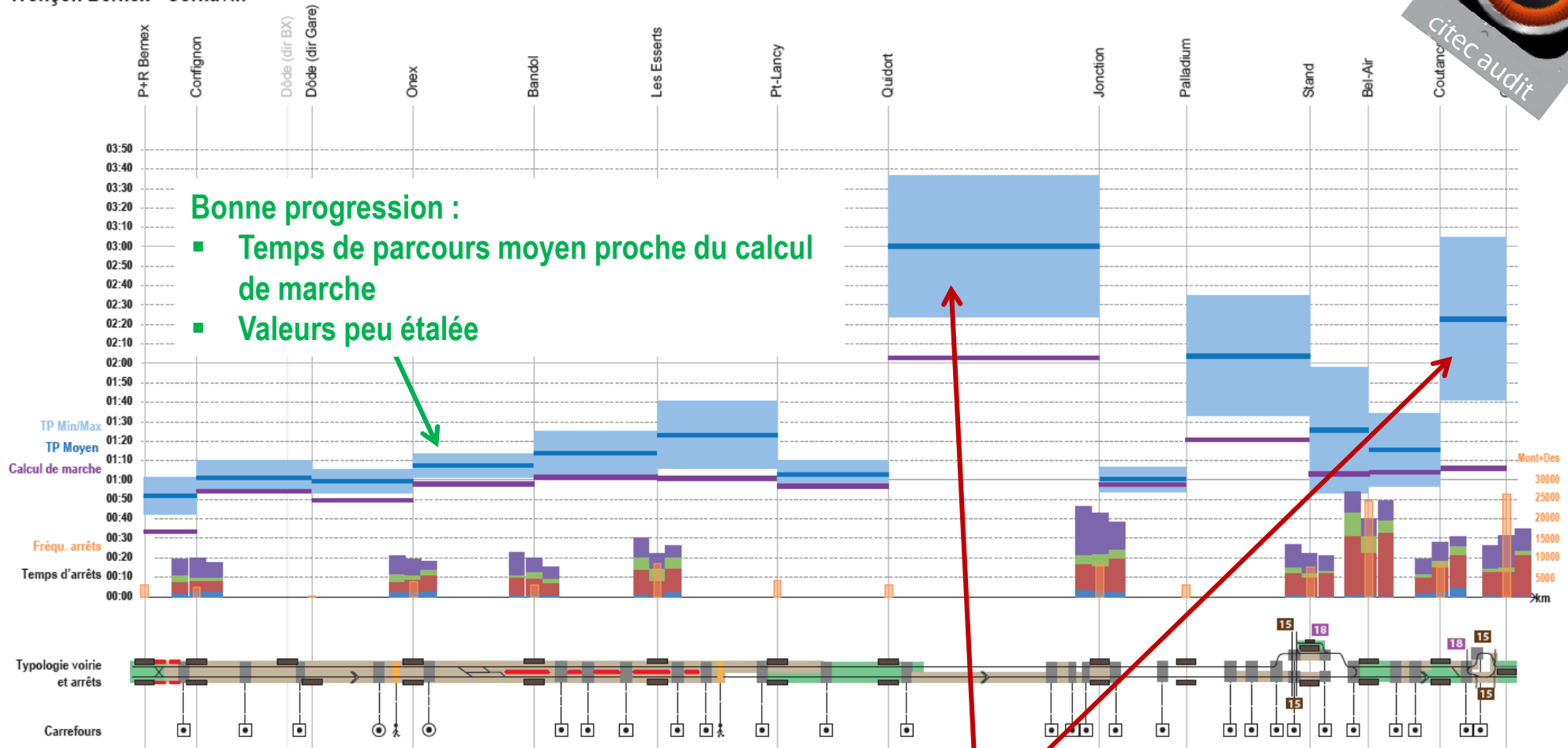


Diagnostic d'une ligne TC: Les données d'une audit

Analyse d'une ligne de tram à Genève : comparaison des temps de parcours

12045.0 Fiabilisation des horaires TPG - Ligne 14
Tronçon Bernex - Cornavin

République et



Bonne progression :

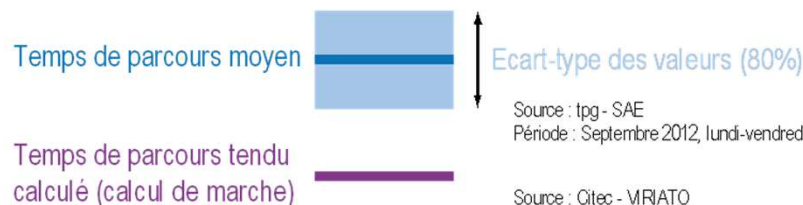
- Temps de parcours moyen proche du calcul de marche
- Valeurs peu étalée

Progression du tram plus problématique :

- Temps de parcours moyen important
- Valeurs étalées (heures de pointe et attentes aux feux différentes)

→ Solutions à trouver pour améliorer la Vitesse commerciale

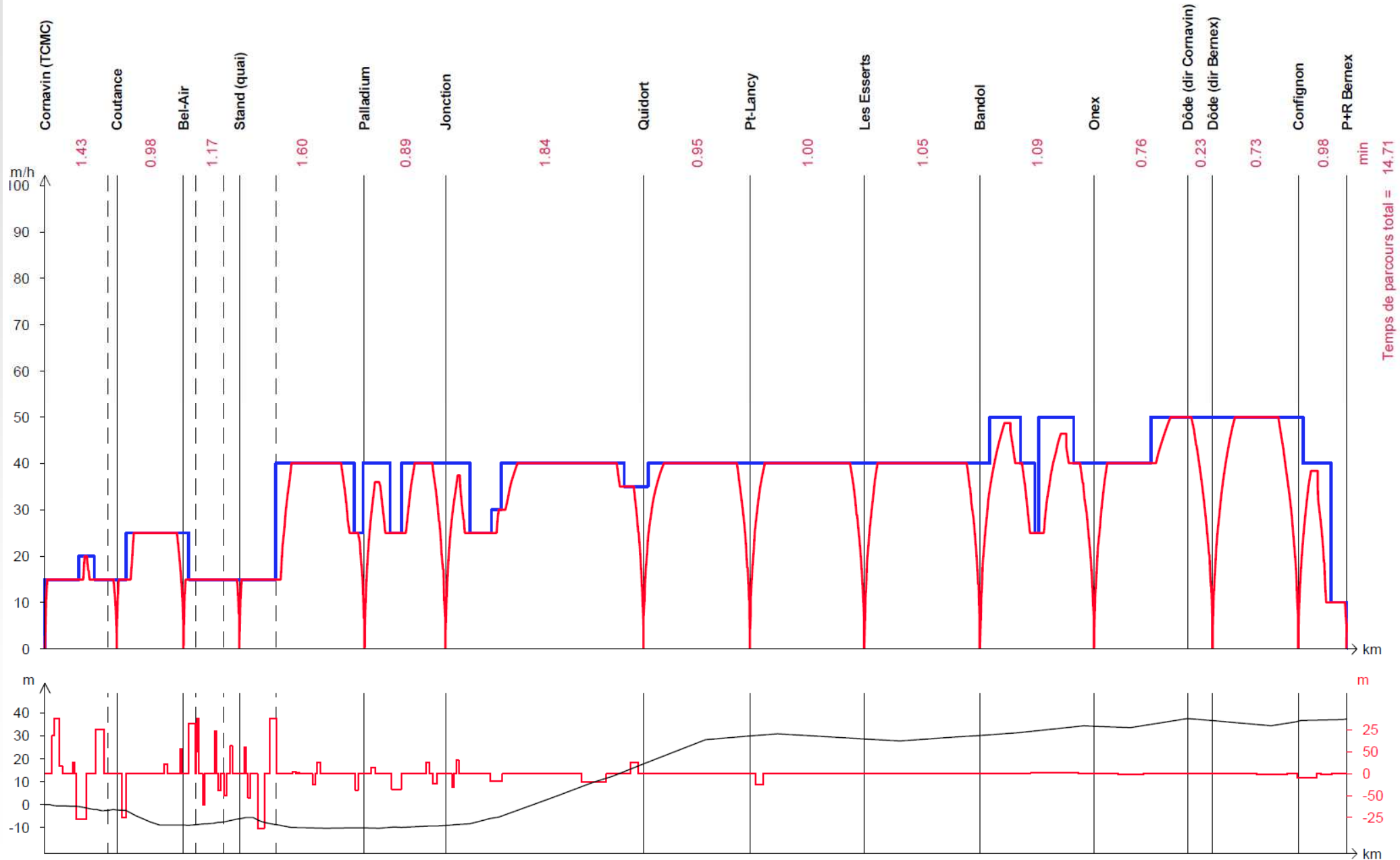
Temps de parcours interstations



Diagnostic d'une ligne TC: Les données d'une audit

TCOB T 120601 TCOB Cornavin - Bernex - TANGO

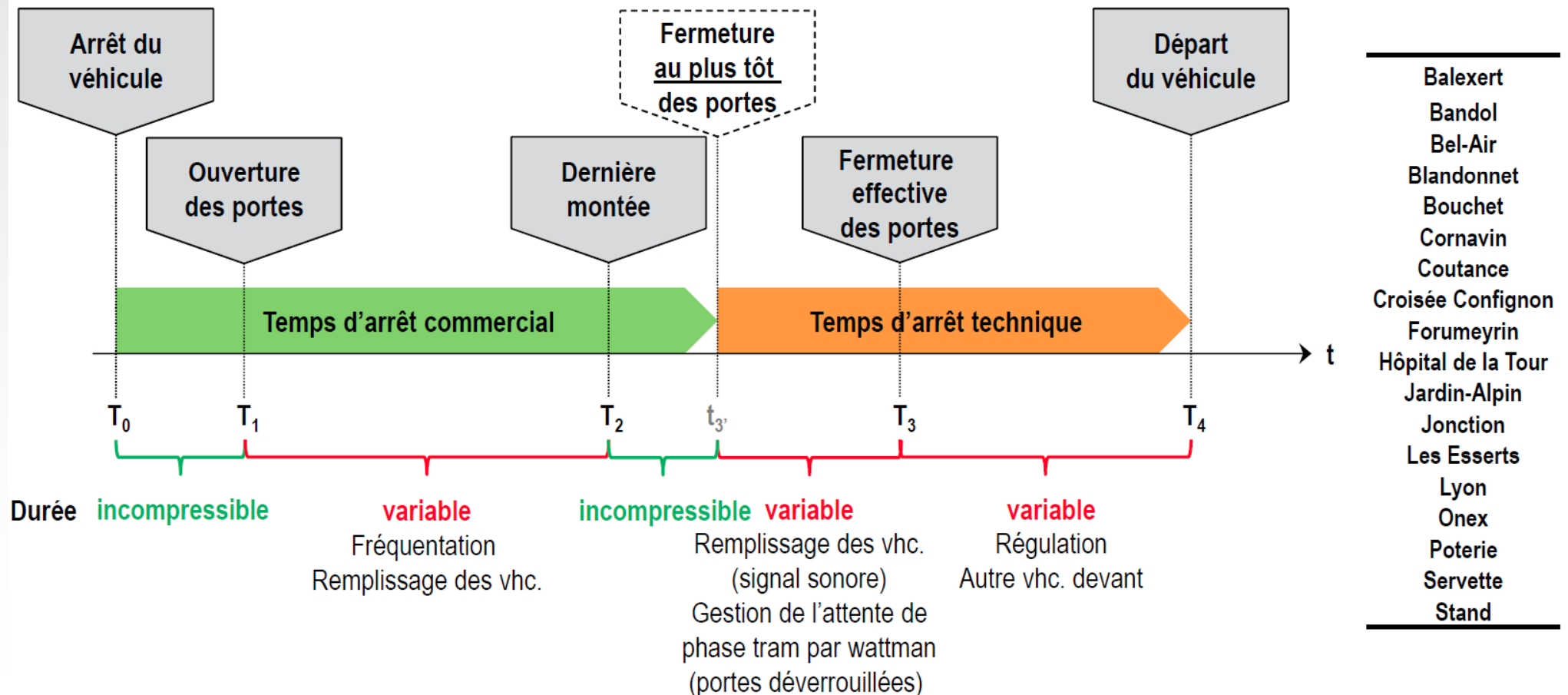
Matériel moteur: Tram TPG-Be 6/10, 70 km/h, Charge remorquée: 0, Longueur totale: 44 m



Diagnostic d'une ligne TC: Les données d'une audit

1
2
3
4
5

- Mesures réalisées à 18 stations
 - choisies sur la base de leur fréquentation journalière (mars 2012) et de la présence ou non d'une régulation en sortie de quai
- Objectif : Décomposer le temps d'arrêt en phases mesurables,
 - en distinguant : le **temps d'arrêt commercial** du **temps d'arrêt technique** → Déterminer un **temps d'arrêt de référence** puis identifier les stations dont le temps d'arrêt technique est trop important

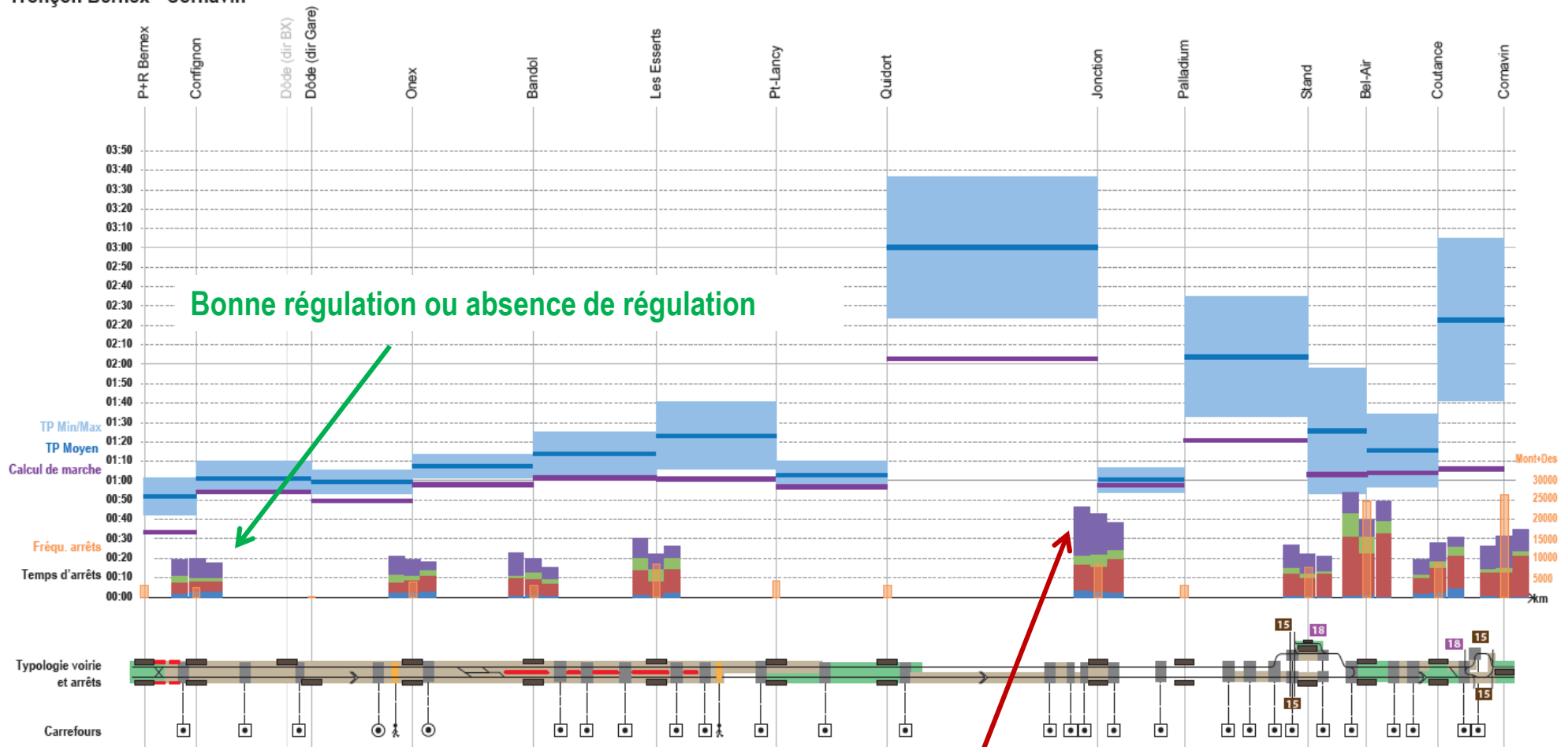


Diagnostic d'une ligne TC: Les données d'une audit

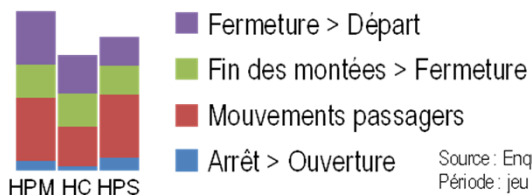
Analyse d'une ligne de tram à Genève : comparaison des temps d'arrêt

12045.0 Fiabilisation des horaires TPG - Ligne 14
Tronçon Bernex - Cornavin

République et Canton de Genève



Durée d'arrêt aux stations



Source : Enquêtes Datacollected
Période : jeu 11, mar 16 et mar 30 oct. 2012

Régulation en sortie d'arrêt problématique :
→ Solutions à trouver pour améliorer la vitesse commerciale

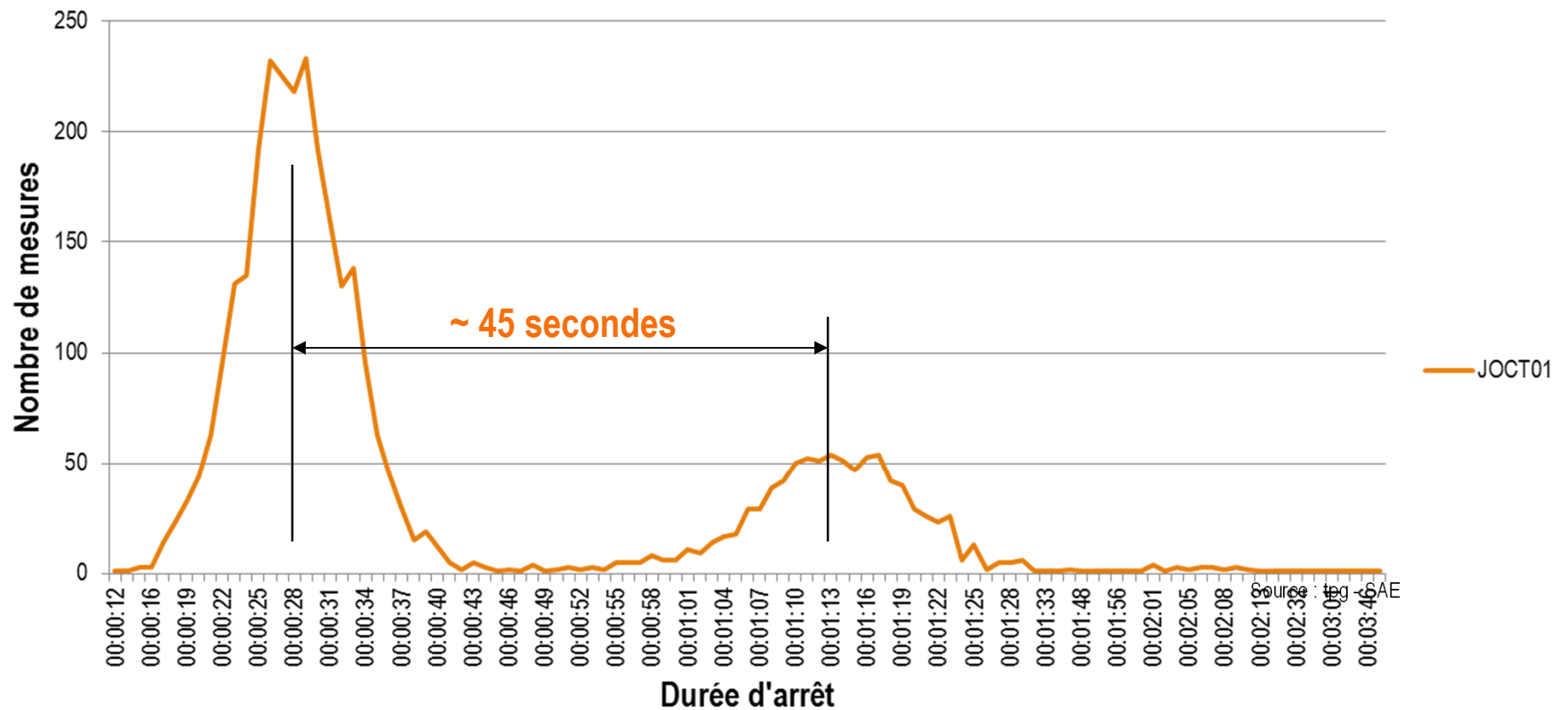
Diagnostic d'une ligne TC: Les données d'une audit

1
2
3
4
5

Analyse d'une ligne de tram à Genève : régulation en sortie

- Régulation en sortie de station impactant un nombre significatifs de véhicules

Répartition de la durée d'arrêt globale à la Jonction, dir. Meyrin

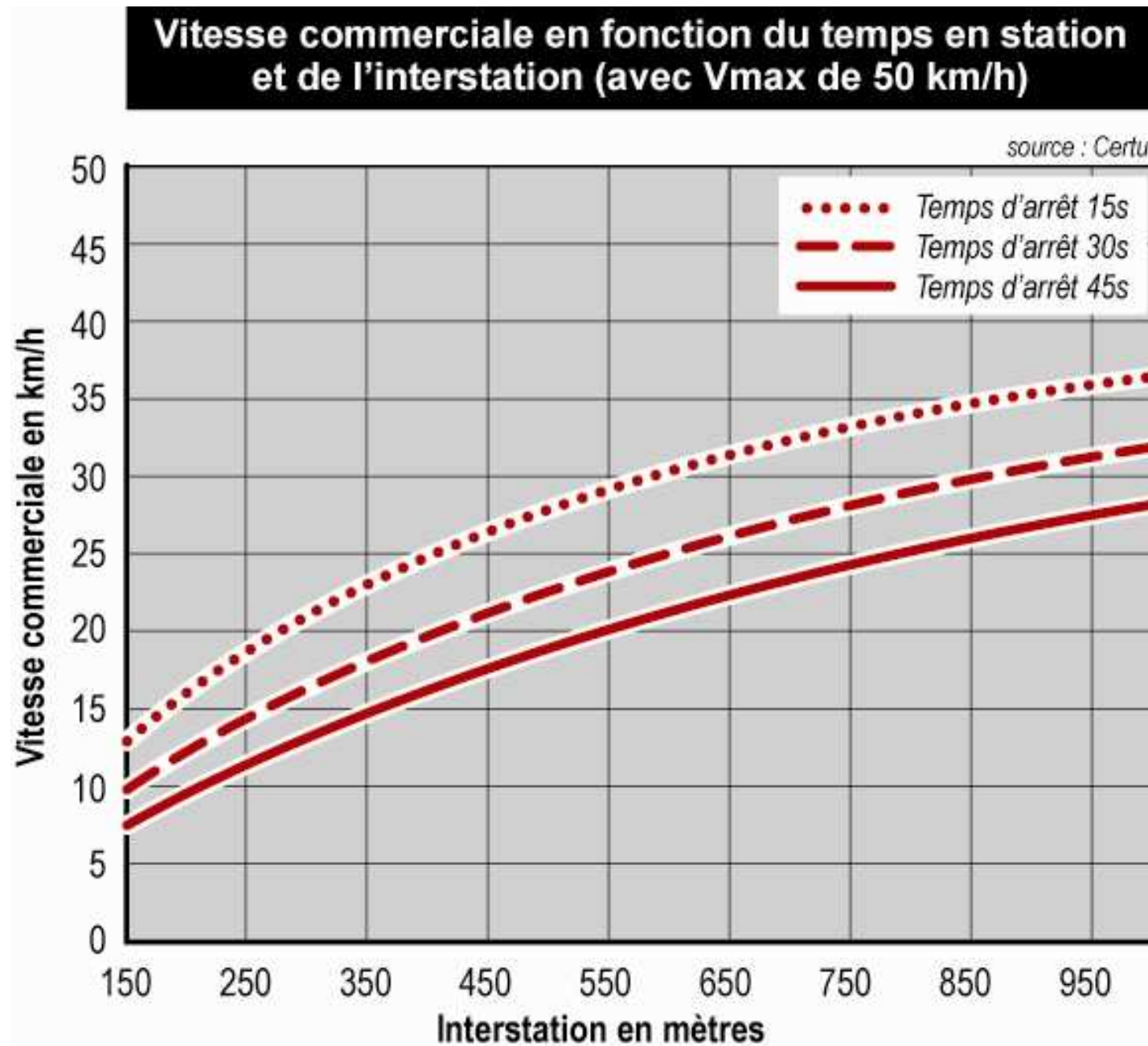


- Effet "chameau" de la régulation → **25 % des véhicules ratent leur 1^{ère} phase !**

Enjeux de la vitesse commerciale

- L'interstation
- Temps d'arrêt aux stations
- Ralentissements et arrêts dans le trafic
- Ralentissements lors de manœuvres difficiles

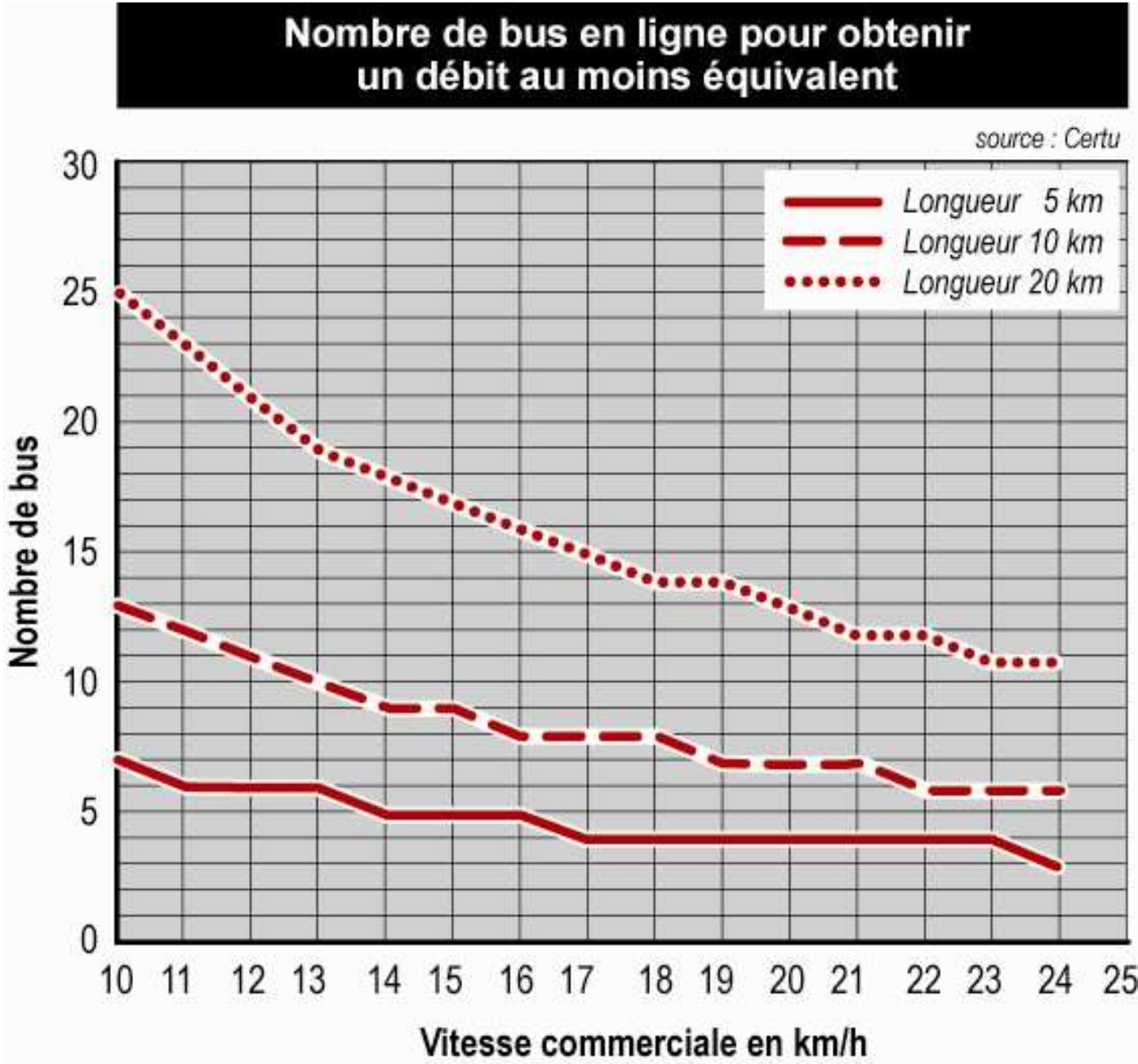
La vitesse commerciale: Lien interstation et temps d'arrêt



La vitesse commerciale: Aussi un enjeu financier

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Solutions en mobilité



Moyens d'améliorer la vitesse commerciale

- Réduire le temps d'arrêt aux stations
- Rendre les bus moins affectés par le trafic de véhicules privés
- Réduire les manœuvres difficiles
- Augmenter les vitesses
- Voie électronique

Améliorer la vitesse commerciale: **Le temps aux arrêts**

1
2
3
4
5

Réduire les temps d'arrêt aux stations

- Faible hauteur entre le trottoir et le plancher d'accès au bus (personnes à mobilité réduite)
- En station, surface suffisante pour permettre le stationnement de passagers attendant leur bus tout en permettant le déchargement de passagers
- Achat du titre de transport des passagers : ne pas impliquer le conducteur



Améliorer la vitesse commerciale: **La détection**

1

2

3

4

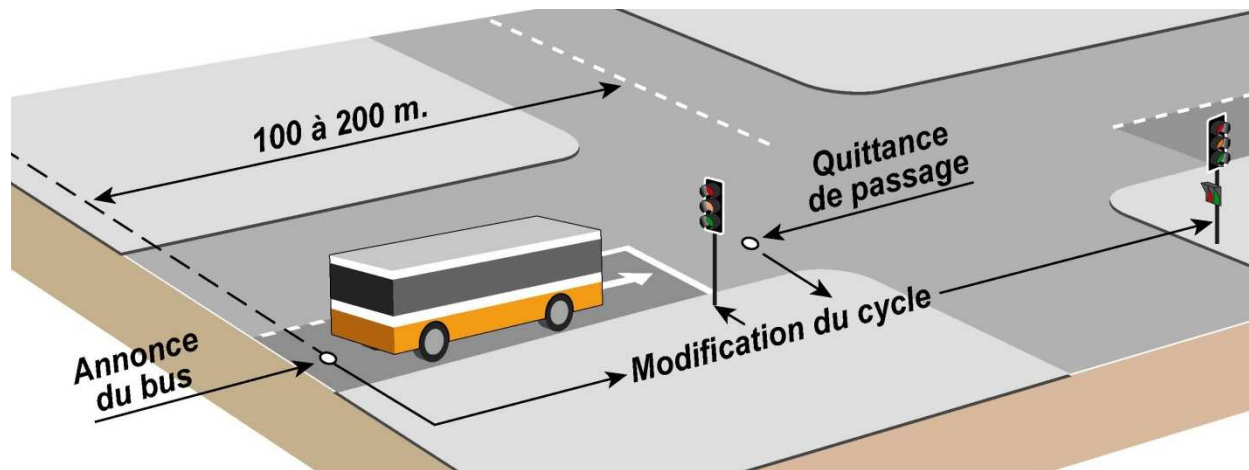
5

Rendre les bus moins affectés par le trafic de véhicules privés

Signalisation dynamique

donnant un accès prioritaire aux TC permet d'éviter un maximum de perte de temps lors de l'arrivée du TC à un feu

- Plusieurs solutions:
 - Boucle d'induction coulée dans la chaussée (dans le cas d'un couloir bus)
 - Caméra
 - Dispositif adéquat sur la ligne aérienne
 - Emetteur radio embarqué dans le véhicule



Améliorer la vitesse commerciale: **La détection standard**

1

Les boucles inductives:

Le principe de détection des boucles inductives est la perturbation d'un champs magnétique par une masse métallique, le détecteur injecte une fréquence (ex 600Hz) dans une self (la boucle).

Le passage ou la présence d'un véhicule change l'inductance de la boucle ce qui déclenche la détection.

Avantages: très grande fiabilité de détection, distinction du type de véhicule, technique simple.

Désavantages: destruction par usure et déformation de la route, suite à des travaux, détection des vélos modernes impossible.

2

3

4

5

Détecteur doppler (radar):

Le principe, de la détection par effet doppler, est la mesure de la fréquence de l'onde reflétée par un objet en mouvement, la comparaison avec la fréquence émise permet de déterminer la vitesse.

Avantages: détecte tous objets en mouvement dans son cône de détection, permet de définir une vitesse seuil (détection si inférieure ou si supérieure).

Désavantages: nécessite un mouvement (vitesse min 5km/h), sélectivité faible (impossible de séparer deux voies)

Améliorer la vitesse commerciale: La détection Vidéo

1

Image vidéo standard:

Le principe de détection est la reconnaissance de forme sur la base d'image couleur ou noir-blanc de qualité «webcam». Les caméras de détection Flir Traficam intègrent plus de 130 algorithmes pour reconnaître la présence de véhicules.

2

3

4

5

Avantages: très grande flexibilité de définition des zones de détection, très bonne fiabilité, ne nécessite pas de masse métallique. Déplaçable, réutilisable. Visualisation du fonctionnement à distance.

Désavantages: occlusion optique, éblouissement, détection des objets faiblement éclairés la nuit.

Image vidéo thermique :

Le principe de détection est similaire au système vidéo standard mais sur la base d'image infrarouge .

Avantages: pas sensible à la luminosité, détection différenciée en fonction du type de véhicule.

Désavantages: occlusion optique, détection des objets à la température ambiante.



Améliorer la vitesse commerciale: **La détection Sensys**

1

Les éléments du système:

2

AP240 Access Point, c'est l'élément de réception de l'état des détecteurs, il transmet l'état des détecteurs au système (contrôleur de carrefour, comptage, centrale de trafic,...)

3

4

C'est dans l'Access Point que la configuration du système de détection est faite.

5

Les capteurs: il existe deux types de capteurs, le capteur magnétique dont le principe de fonctionnement est similaire à celui des boucles et le capteur radar, le capteur radar est principalement dédié à la détection de cycle et au parking. Le principe de transmission de l'information est du type Wifi, chaque capteur à un identifiant. La durée de vie de la batterie est de 10 ans dans des conditions normales.

Les répéteurs:

Cet élément a pour but d'étendre la couverture de détection, l'AP tout comme les répéteurs ont un cône de détection. Il est donc nécessaire de bien les disposer.



MicroRadar®

Améliorer la vitesse commerciale: La détection Sensys

1

Installation à Visp:

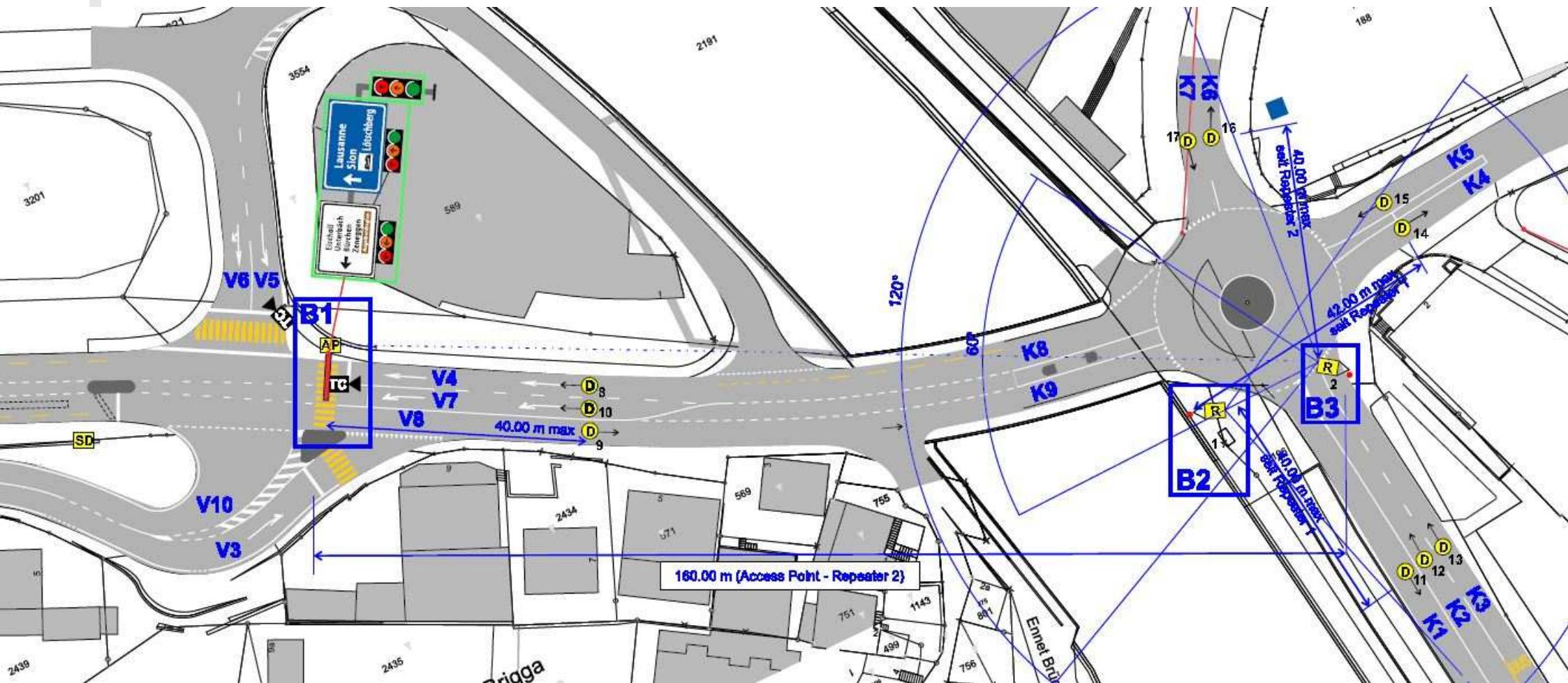
2

L'installation à Visp est composée d'un Access Point AP, de deux répéteurs (B2-B3) et de dix détecteurs (D). Cinq de ces détecteur sont utilisés pour le fonctionnement du carrefour et tous sont utilisés pour faire du comptage.

3

4

5



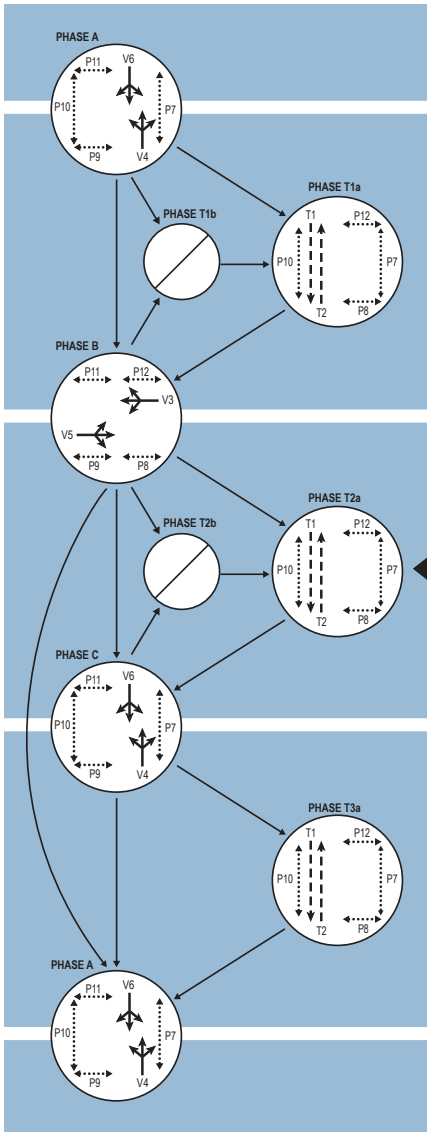
Améliorer la vitesse commerciale: Les plans de feux

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

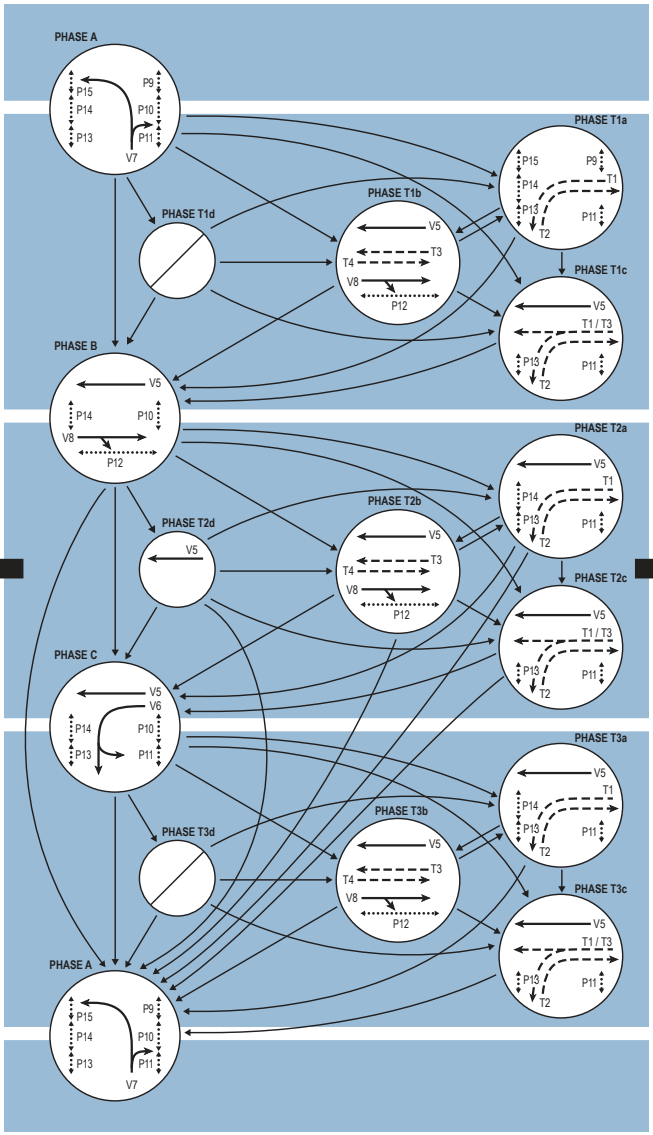
Solutions en mobilité

Exemple de logique maître esclave entre carrefour

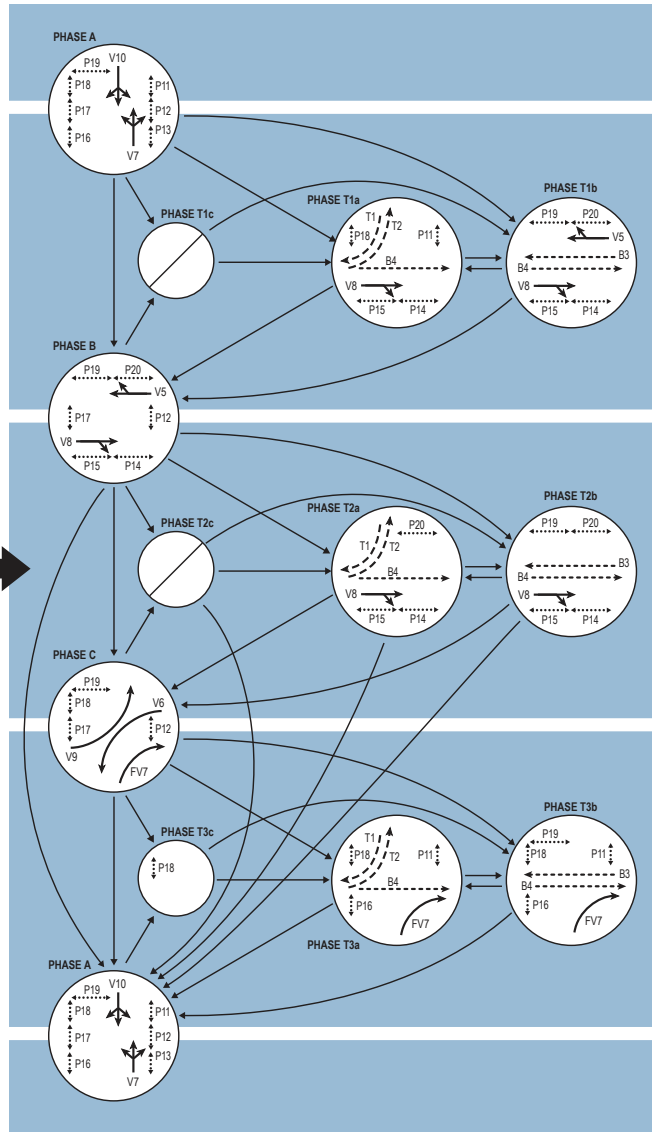
Carrefour n°3053 : Frachon / Galilée
"ESCLAVE"



Carrefour n°3053 : Péri / Frachon
"MAÎTRE"



Carrefour n°3012 : Péri / Leyssieux
"ESCLAVE"



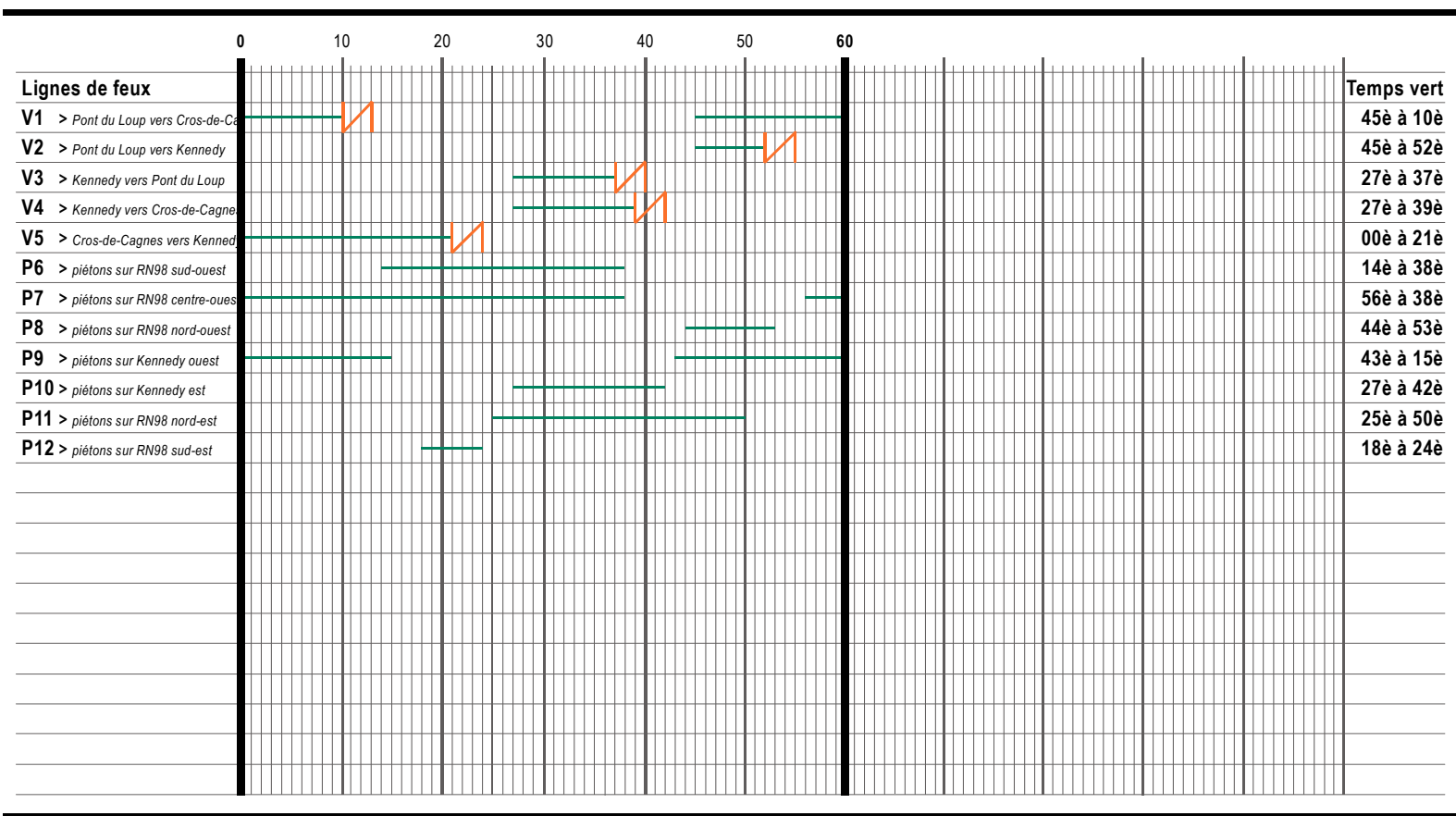
Améliorer la vitesse commerciale: Les plans de feux

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Plan de feu de base

La succession des mouvements déterminants est testée, puis arrangée dans un plan de feux.

DIAGRAMME DE SECOURS N° 1 : Heures de Pointe du Matin



Ville de Cagnes-sur-Mer

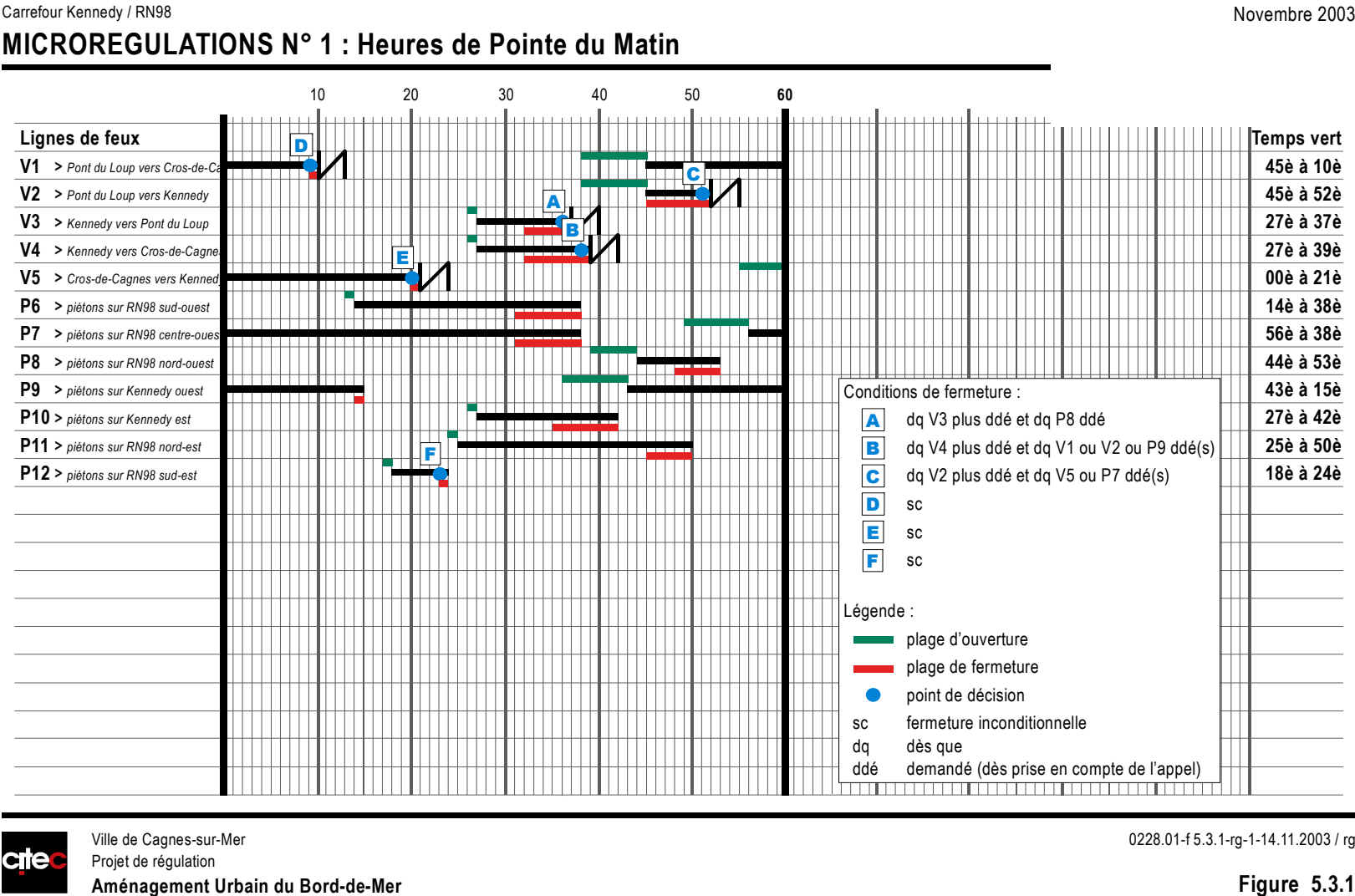
Aménagement Urbain du Bord-de-Mer

0228.01-f 5.3.2-rg-2-14.11.2003 / rg

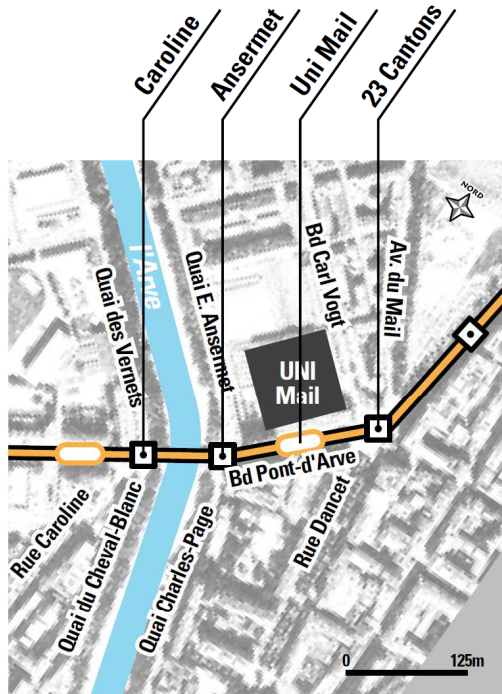
Améliorer la vitesse commerciale: Les plans de feux

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Microrégulations, afin de tenir compte des demandes TC par exemple

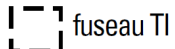
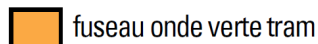
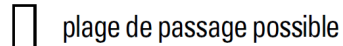
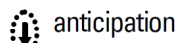
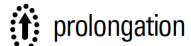
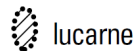


Améliorer la vitesse commerciale: Les plans de feux

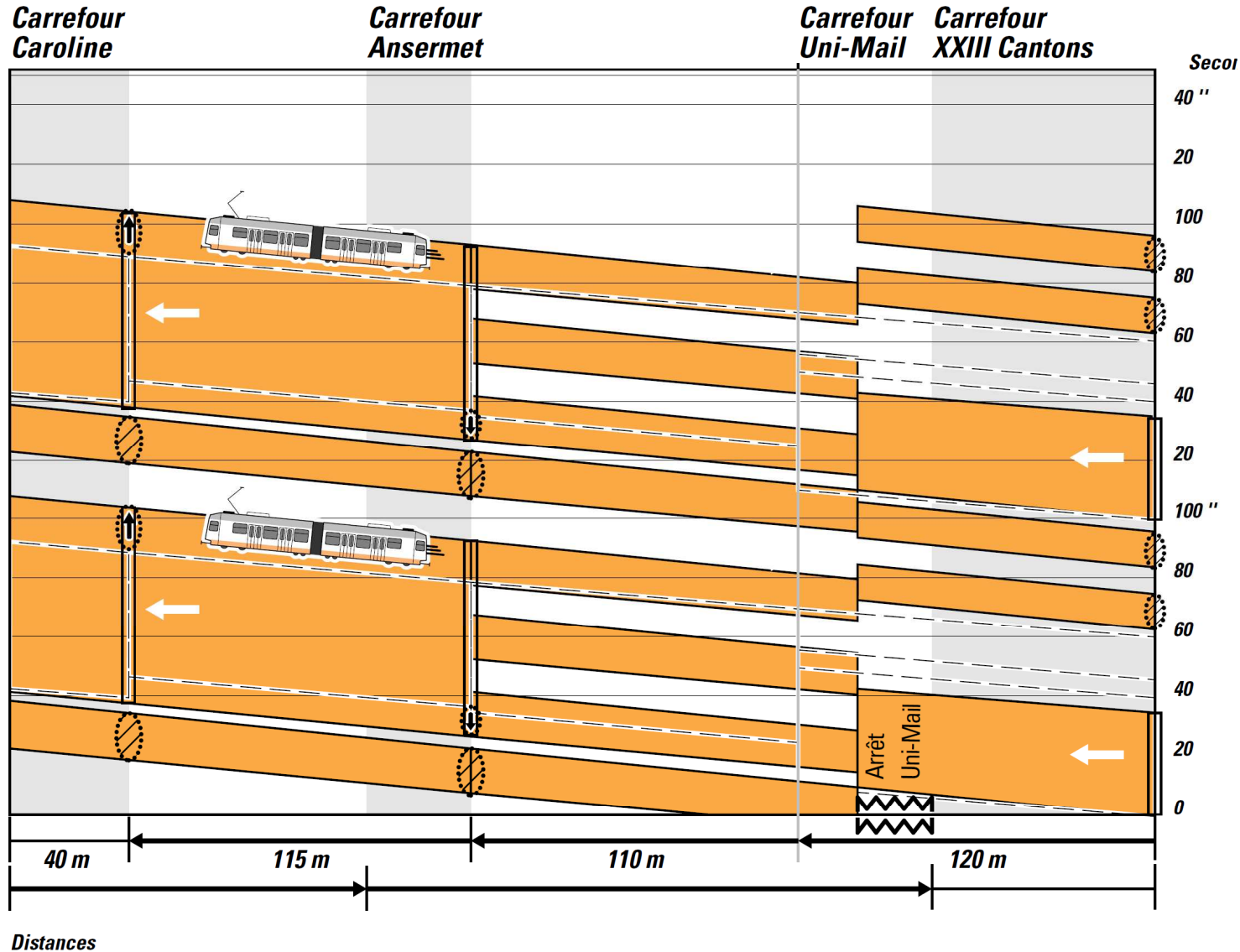


Caractéristiques :

- vitesse du tram = 10 m/s
- temps d'arrêt en station = 30 sec.
- lucarne : temps min. = 12 sec.



Onde verte HPS insertion des trams (sens sortie ville)



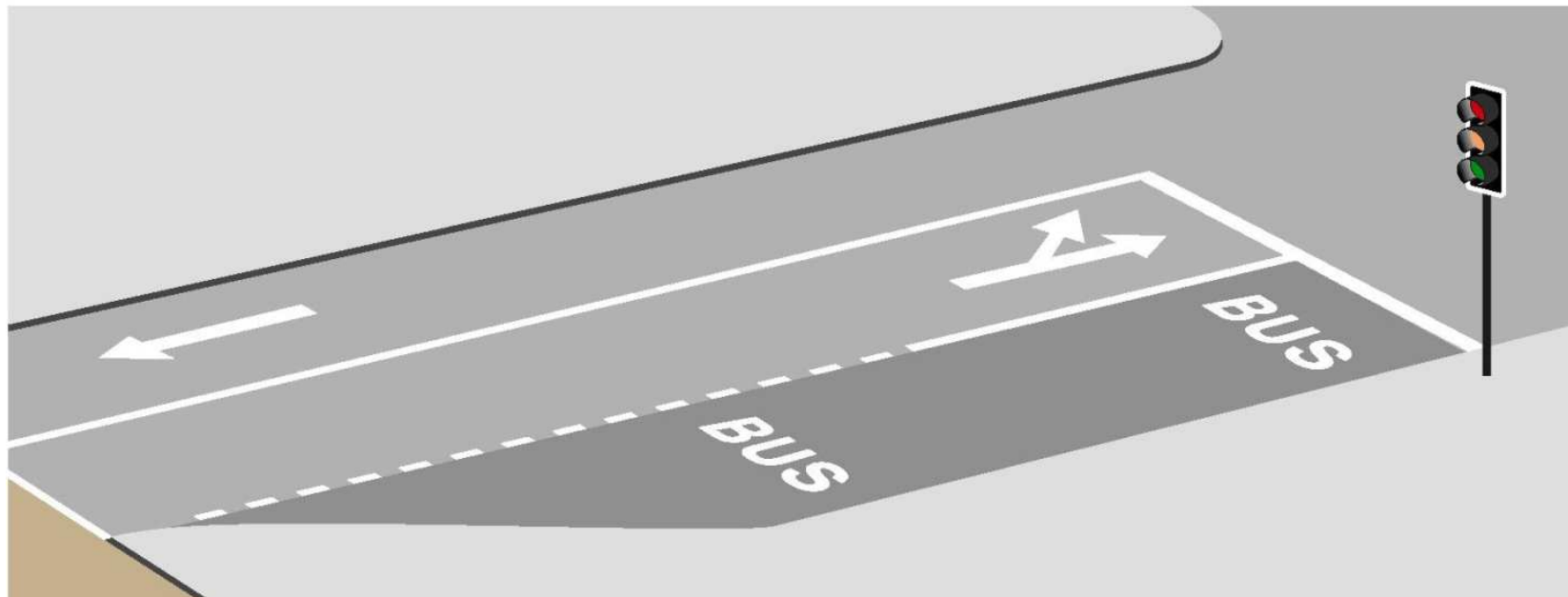
Améliorer la vitesse commerciale: **Voies réservées**

1
2
3
4
5

Rendre les bus moins affectés par le trafic de véhicules privés

Couloir d'approche

- Solution alternative aux couloirs bus quand le gabarit routier à disposition ne permet de l'implanter sur tout un axe
- Ce type d'aménagement ponctuel au droit d'un carrefour permet ainsi de remonter les files d'attente
- Cette implantation se fait au détriment d'une voie de circulation, soit au détriment des trottoirs si leur largeur le permet

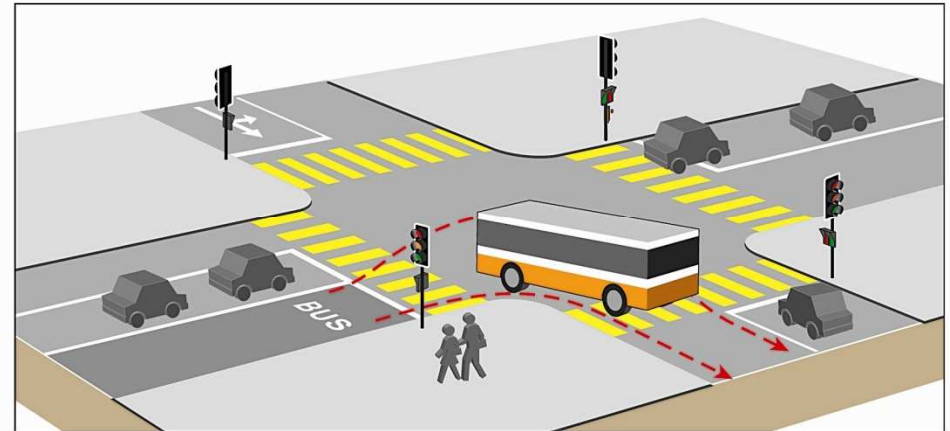
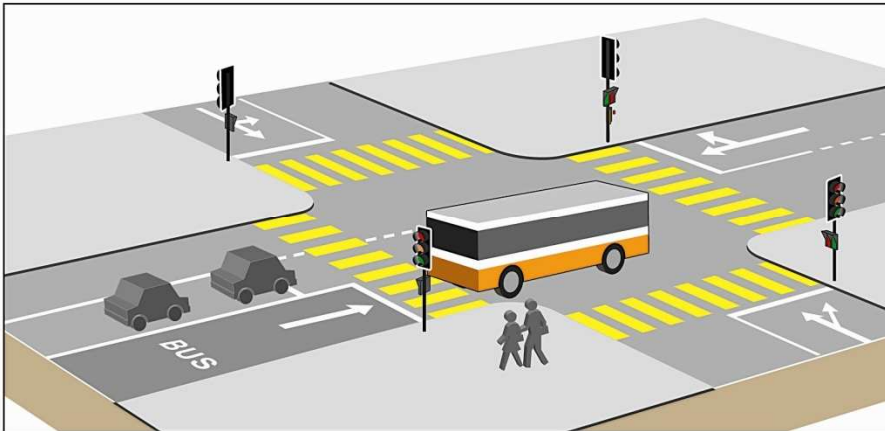


Améliorer la vitesse commerciale: **Voies réservées**

Rendre les bus moins affectés par le trafic de véhicules privés

Départ avancé

- Dans le cas d'un couloir bus, départ avancé du TC par rapport aux autres véhicules
- Cas de figure concernés:
 - Resserrement de chaussée
 - Manœuvre difficile



Améliorer la vitesse commerciale: **Le bus remonte la file le by-pass**



Améliorer la vitesse commerciale: **Le bus remonte la file le by-pass**

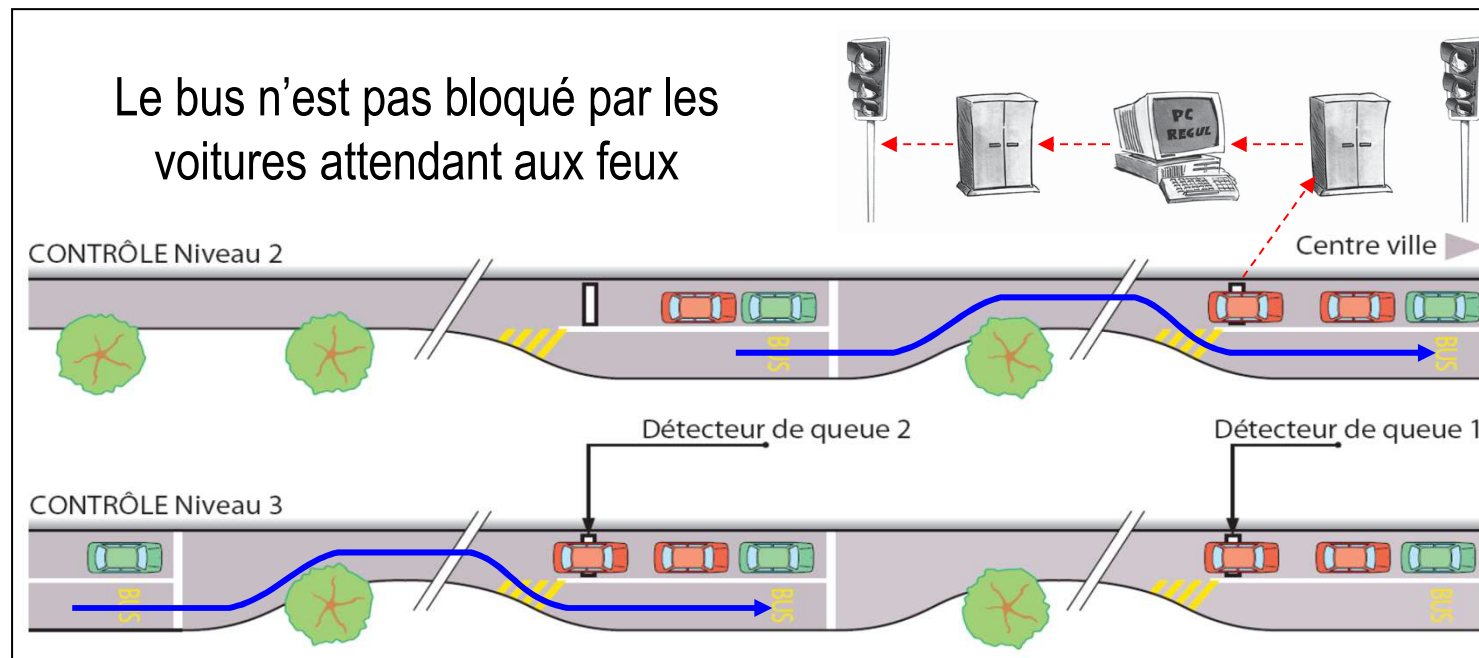


Améliorer la vitesse commerciale: **Bipasse**

Rendre les bus moins affectés par le trafic de véhicules privés

■ Principe de bipasse

- Dans le cas de trafic TC important ou pour des routes d'accès au centre-ville (carrefours en série)
- Permet un accès sans encombre au couloir d'approche, grâce à des détecteurs de file d'attente
- Le bipasse permet aux transports en commun de circuler quasiment dans les mêmes conditions que dans un site protégé



Un site propre pour les bus



Améliorer la vitesse commerciale: **Site propre pour les bus-taxi**



Améliorer la vitesse commerciale: **Site protégé pour les bus-taxi**



Améliorer la vitesse commerciale: **Site protégé bus-vélo (contresens)**



Améliorer la vitesse commerciale: **Voies réservées**

1
2
3
4
5

Rendre les bus moins affectés par le trafic de véhicules privés

- Site propre et site propre partagé



Exemple d'un même site propre utilisé par différents transports en commun

Améliorer la vitesse commerciale: Voies dynamiques

Rendre les bus moins affectés par le trafic de véhicules privés

- Site propre alterné

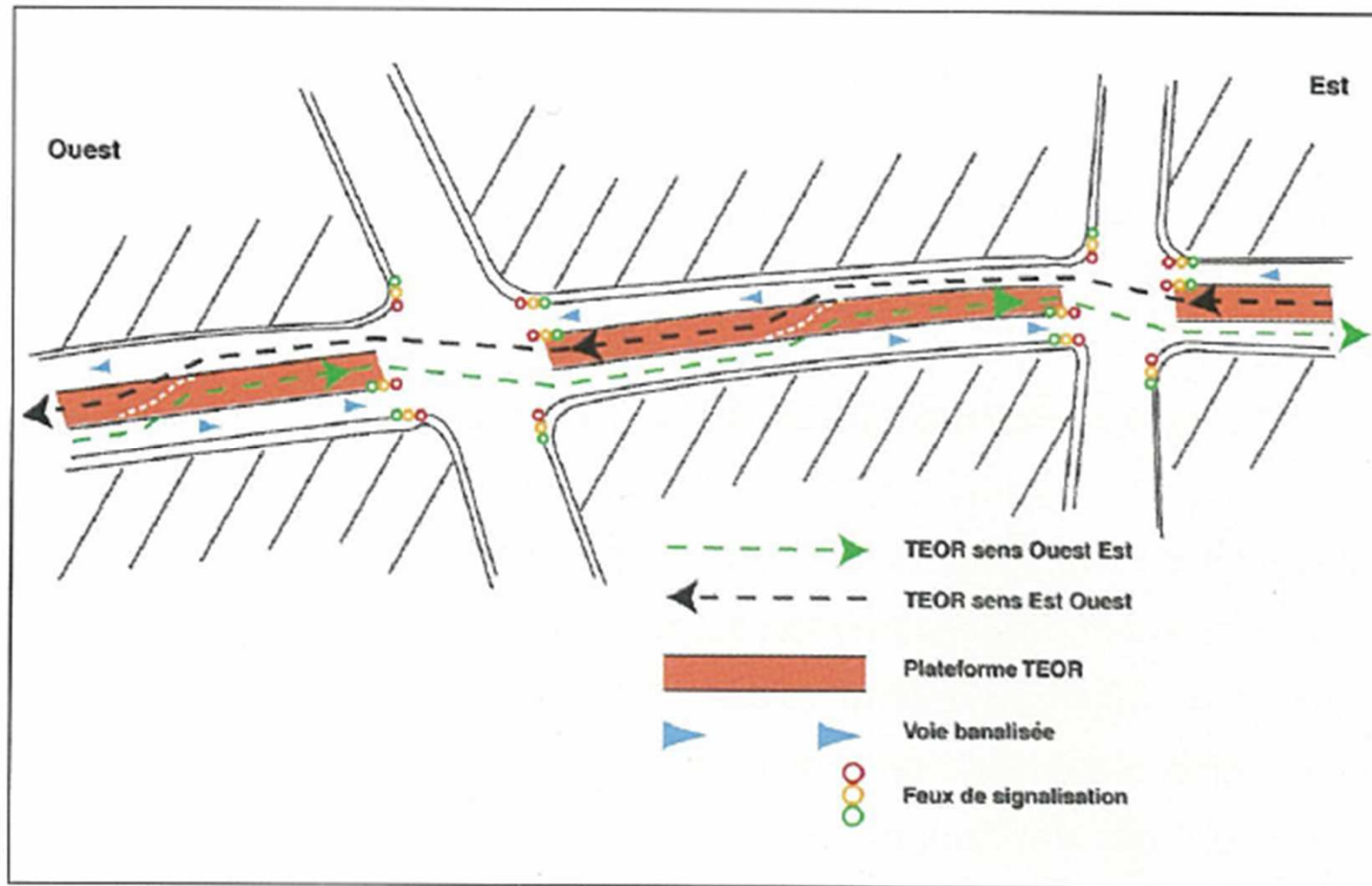


Schéma de principe, source: BHNS, éditions du Certu

Améliorer la vitesse commerciale: **Voies dynamiques**

1
2
3
4
5

Rendre les bus moins affectés par le trafic de véhicules privés

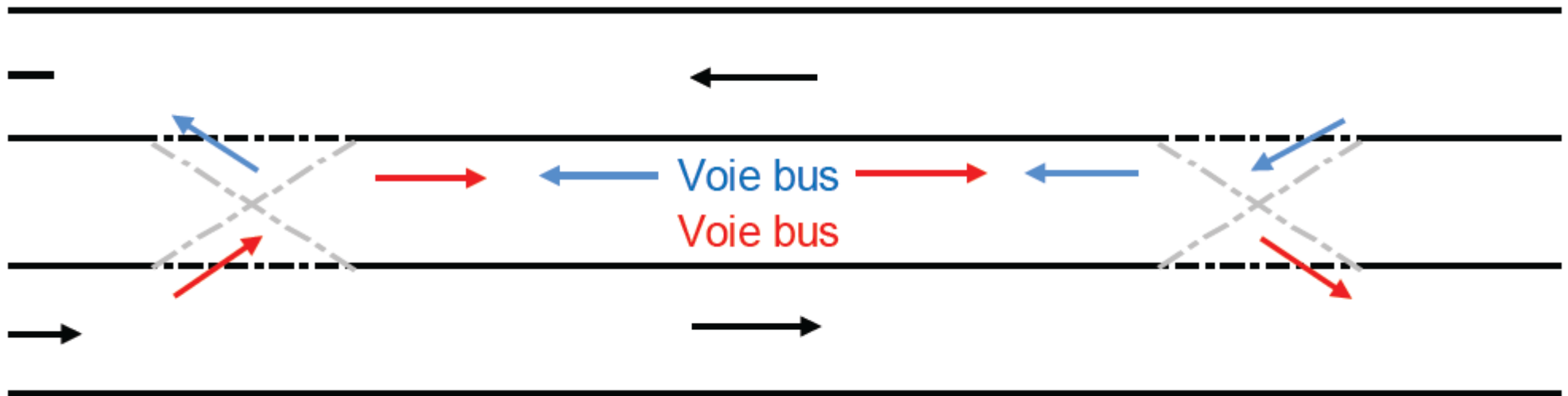
- Une voie bus électronique permet aux bus des transports collectifs (TC) d'utiliser la voie opposée temporairement, sur demande de manière dynamique grâce à des mesures de signalisation

Il existe trois types de voies bus électroniques

la circulation alternée

Exemple type : Zürich – Langstrasse

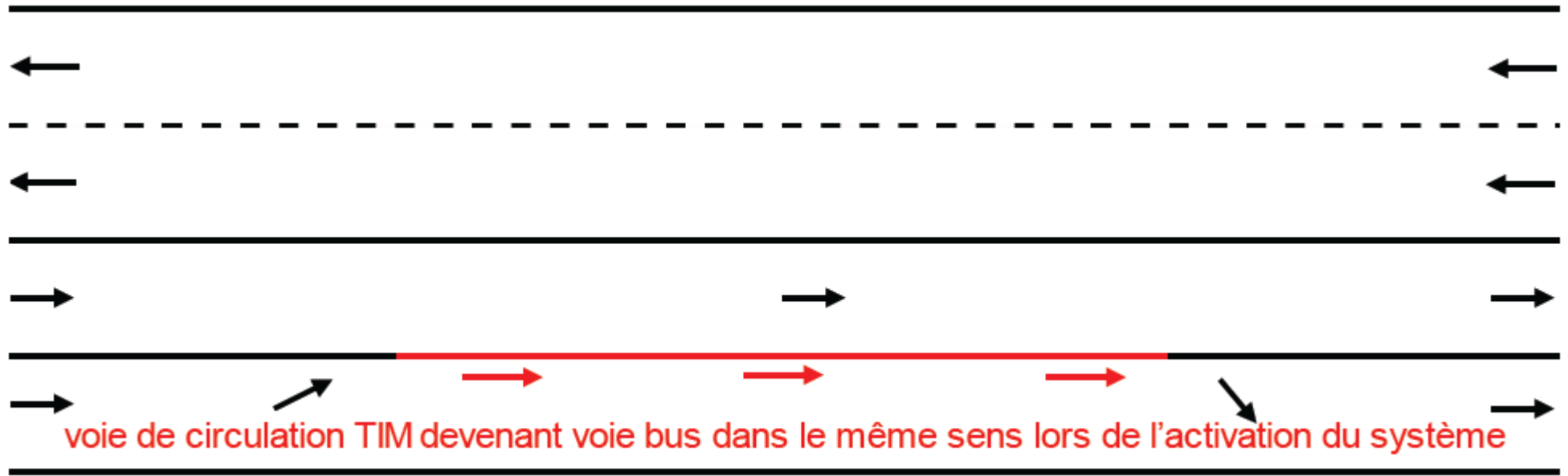
Sur le tronçon Hohlstrasse – Militärstrasse, la Langstrasse est à sens unique en direction de la Militärstrasse. À côté de la voie de circulation du TIM, la voie bus a été aménagée pour la circulation alternée sur une distance d'env. 260 m. Elle est empruntée dans les deux sens par les trolleybus de la ligne 32 (Holzerhurd – Strassenverkehrsamt) à une fréquence de 5 minutes à l'heure de pointe. Une signalisation lumineuse permet de réguler la circulation alternée des bus sur cette voie interdite aux véhicules motorisés et aux vélos.



Améliorer la vitesse commerciale: Voies dynamiques

1
2
3
4
5

le système withflow («dans le sens du courant»)

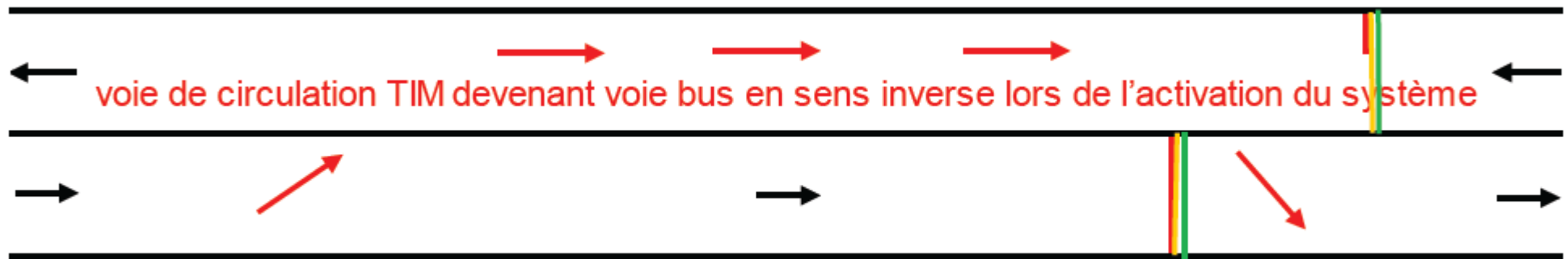


Améliorer la vitesse commerciale: Voies dynamiques

le système contraflow («à contre-courant»)

Exemple type : Rapperswil-Jona - St. Dionys, SG

Afin de gagner du temps à l'heure de pointe, les bus utilisent depuis 1999 la voie opposée pour dépasser les véhicules arrêtés au contrôle d'accès de l'intersection St-Gallerstrasse/Uznacherstrasse en direction de Jona. Les bus annoncent leur arrivée sur la boucle d'induction et avancent lentement en direction de la colonne de véhicules. Dès que le carrefour de St-Dionys est bloqué et que les véhicules ont dégagé la voie opposée, un feu blanc (« passage autorisé ») indique aux chauffeurs qu'ils peuvent emprunter la voie bus électronique. Afin d'écartier tout risque et éviter les malentendus et les accidents, le dépassement sur la totalité du tronçon se fait toujours à vue (sous la responsabilité du chauffeur). Une fois le dépassement terminé, les bus rejoignent leur voie initiale et poursuivent leur course selon l'horaire.



Conclusions en trois points

- La vitesse commerciale est un enjeu et plusieurs moyens cumulés permettent d'y répondre
- Un vrai site propre n'est pas indispensable sur l'ensemble du tracé, mais en des points bien précis
- Lorsqu'un site propre existe autant qu'il serve à un maximum de lignes de transports en commun (voir d'utilisateurs que l'on souhaite favoriser-vélo, taxis)



solutions en mobilité

*Parce que nous n'héritons pas la terre de nos pères
mais la recevons en prêt de nos enfants*

Les agences de Citec Groupe sont présentes

En Suisse à Genève, Jura, Neuchâtel, Ticino, Valais et Vaud

En France à Lyon, Paris, Toulouse, Quimper

En Italie à Milano, Torino

Citec Ingénieurs Conseils SA

47, route des Acacias

Case postale 1711

CH-1211 Genève 26

Tél +41 (0)22 809 60 00 ■

e-mail: citec@citec.ch ■

www.citec.ch ■