

# Réseau de recherche en sécurité routière

---

*Application de la vision par ordinateur pour le calcul  
d'indicateurs substitutifs de sécurité routière pour les  
aménagement routiers*

Paul St-Aubin, ing. jr

Doctorant, École Polytechnique de Montréal  
514-885-7285

[paul.st-aubin@mail.mcgill.ca](mailto:paul.st-aubin@mail.mcgill.ca)

[www.paulstaubin.ca](http://www.paulstaubin.ca)



**POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL**

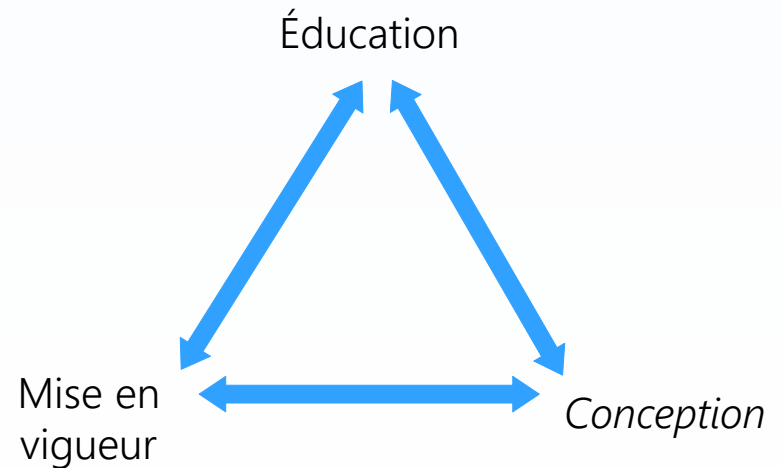
LE GÉNIE  
EN PREMIÈRE CLASSE

# CONTEXTE

Conception de route favorisant :

- La fluidité des trajectoires automobiles
- Le respect du Code de la sécurité routière
- Un comportement de conduite intuitif

Investigation des type  
d'aménagement favorisant la  
sécurité des automobilistes,  
des piétons, et des cyclistes



# PROBLÉMATIQUE

Études utilisent traditionnellement les données historiques brutes

La collecte de données des collisions est un défi logistique énorme:

- Coûts
- Durée de collecte
- Les accidents de la route sont des événements indésirables pour la société
- Considérations éthiques à expérimenter sur les citoyens (p. ex. projets pilote de longue durée)

## Détails pertinentes souvent manquantes :

- Localisation microscopique (vis-à-vis l'aménagement)
- Facteurs de comportement
- Rapports manquantes (particulièrement pour les incidents à faible sévérité)
- Variabilité de la qualité et du niveau de détail entre juridictions et individus; travail d'interprétation

## OBJECTIF

Étudier la sécurité d'un aménagement particulier sans nécessiter de données d'accidents historiques

- À partir du comportement habituelle des usagers
- Observations de courte durée

# MESURES SUBSTITUTS DE SÉCURITÉ

Observation indirecte de la sécurité routière par lien empirique entre les accidents de la route et une mesure du comportement habituel des conducteurs

- Vitesse de conduite
  - Mesure classique bien établi dans la littérature
- Évènements de conflits « quasi-accident »
  - *Traffic Conflict Technique*
- Mesures de comportement banal
  - Comportement céder-le-passage
  - Taux d'infractions routières
  - Changements de voies
  - Etc.

# COMMENT MESURER LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE?

$$\textit{Risque} = \textit{probabilité} \times \textit{severité}$$

Descripteurs de probabilité (collisions/veh-km)

- Mesure de comportement entre usagers : interactions

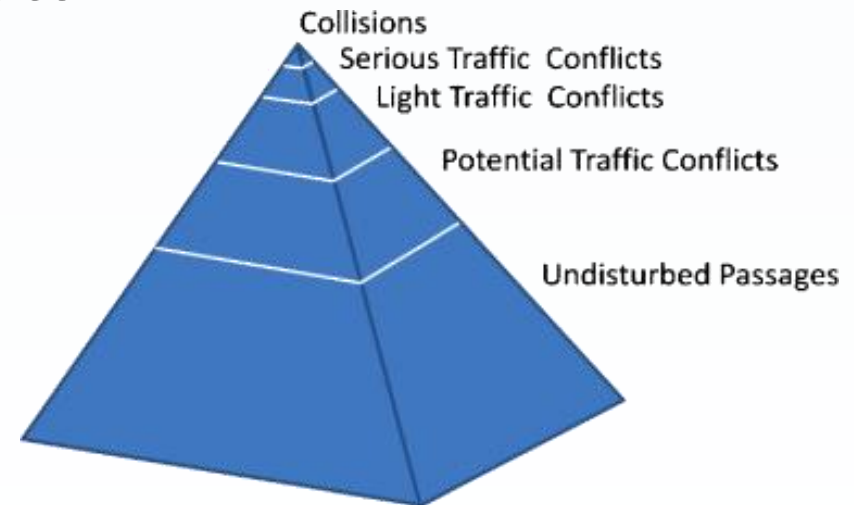
Descripteurs de sévérité (dommages/collision)

- Dissipation d'énergie cinétique lors d'une collision

# TRAFFIC CONFLICT TECHNIQUE (TCT)

Lien empirique entre les accidents de la route et les situations dangereuses (« quasi-accident », « conflit ») observées entre usagers de la route

- La théorie courante maintient l'existence d'un lien qualitatif entre la proximité des véhicules sur une trajectoire de collision potentiel
- L'hypothèse de recherche maintient que ce lien est:
  - répétable pour des sites différents
  - se mesure de manière objectif et quantitatif



Source de l'image : (Tarko 2012)

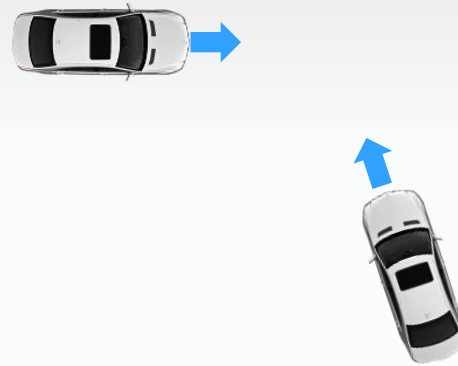
# TEMPS À LA COLLISION

Le temps à la collision (*time-to-collision*, *TTC*) est une mesure TCT classique décrivant le temps restant, à un moment donné, avant qu'une collision se produise entre deux véhicules sur une trajectoire de collision quelconque

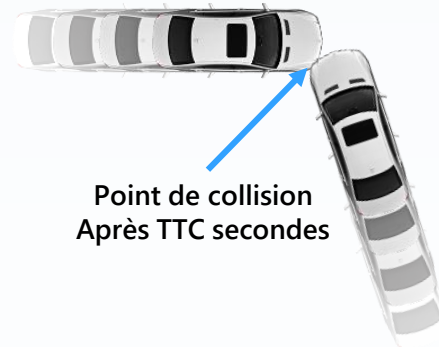
$$TTC = \frac{d}{\Delta v}$$

# Situation

à l'instant  $t$



Prédiction  
jusqu'au moment  $t+TTC$

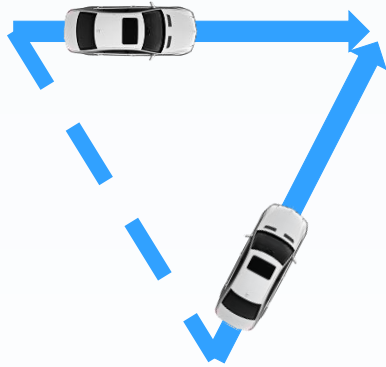


Réalité  
(la plupart du temps)

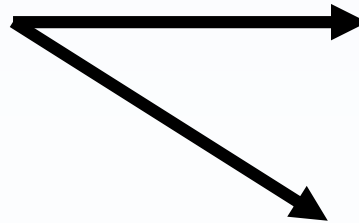
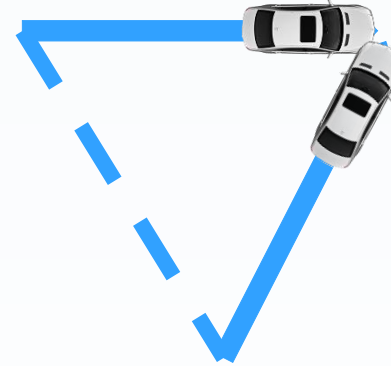


# TYPOLOGIE DES INTERACTIONS

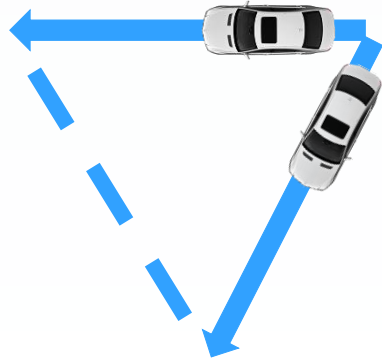
Convergence



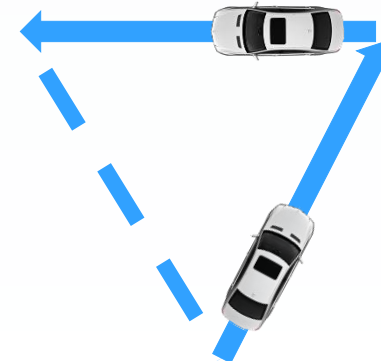
Collision

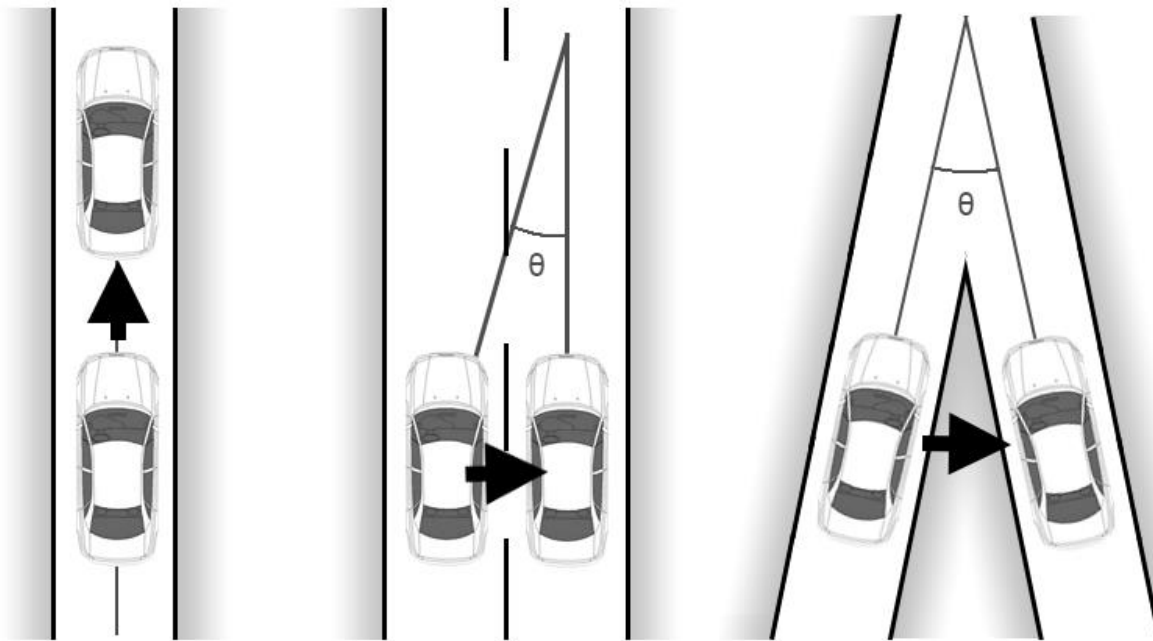


Divergence



*Post-Encroachment*

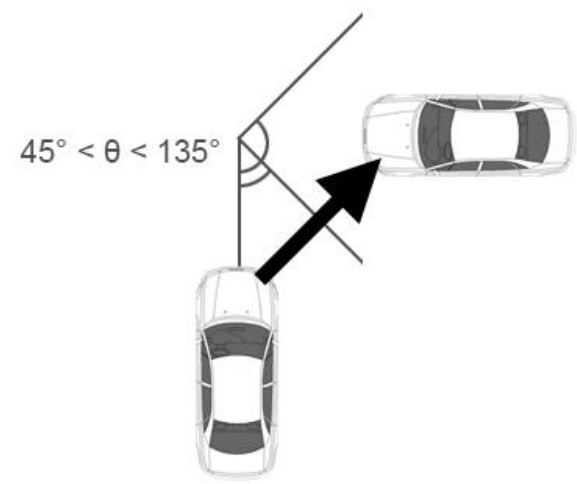




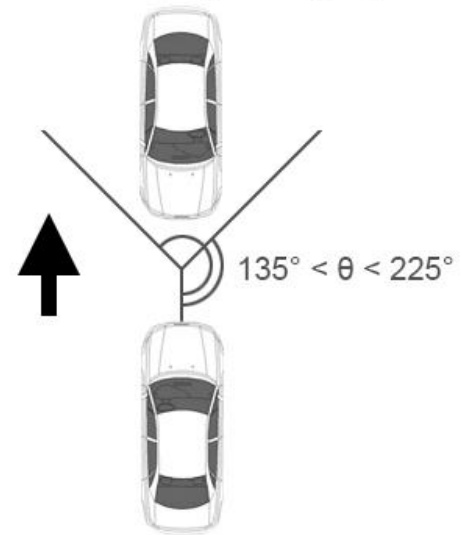
a) rear-end

b) side-swipe

c) converging



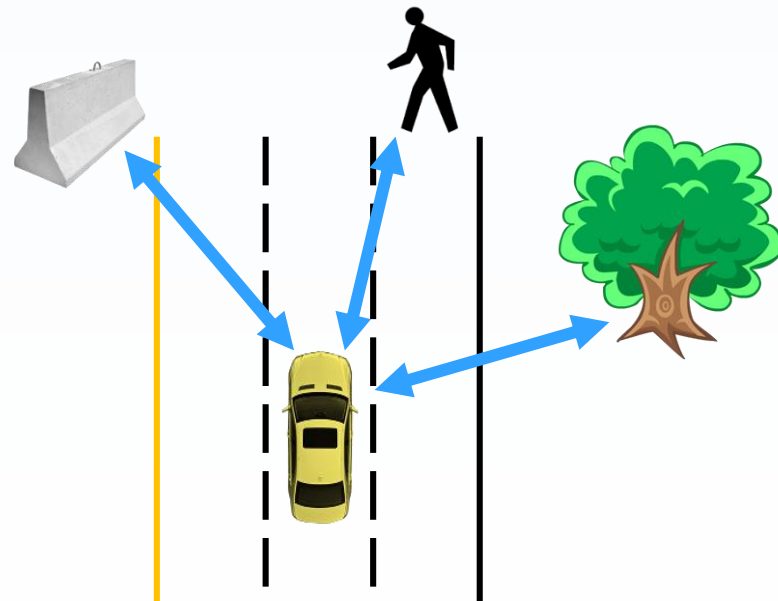
d) orthogonal



e) head-on

# De plus, les interactions ne sont pas limité aux véhicules

- Piétons / cyclistes
- Obstacles sur l'abord de la route
- Sortie de route



# DONNÉES VIDÉOS

Collecte de données de comportement à l'aide de caméras spécialisées

- Relativement discret
- Mobile
- Alimentation et stockage isolé
- À l'épreuve de la météo et du vandalisme
- Facile à installer



MTG-IP-CAM-2 2012/07/12 07:09:50



MTG-IP-CAM-1 2012/08/21 15:18:18



Avec 400 minutes de données aux heures de pointes, à 15 trames par seconde, chaque journée comporte :

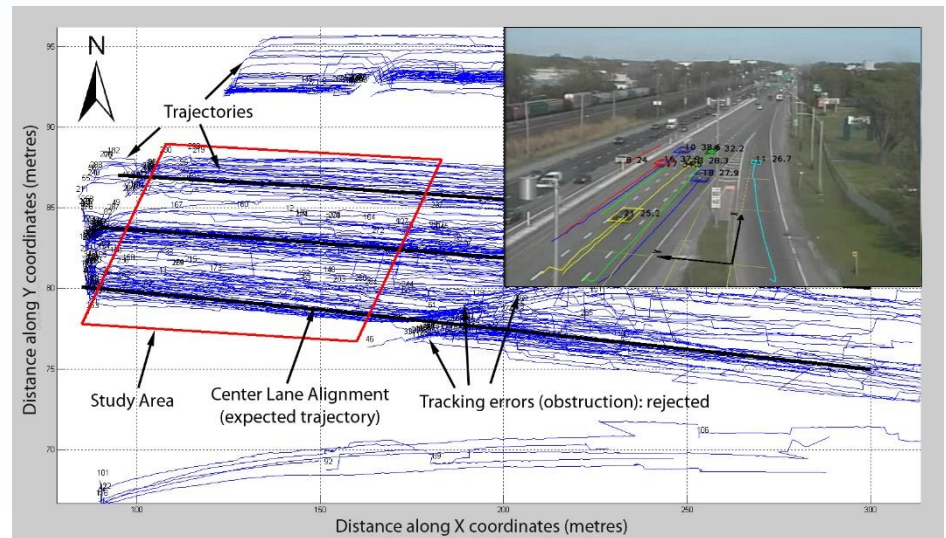
- 360,000 trames
- En moyenne 4,000 véhicules, jusqu'à 12,000 pour la journée entière
- Une moyenne de 120-1,000 trames par véhicule
  - on observe environ 2,000,000 d'instantanés véhiculaires
  - ou environ 41 heures de conduite véhiculaire continue
  - ou environ 1,230 km de conduite

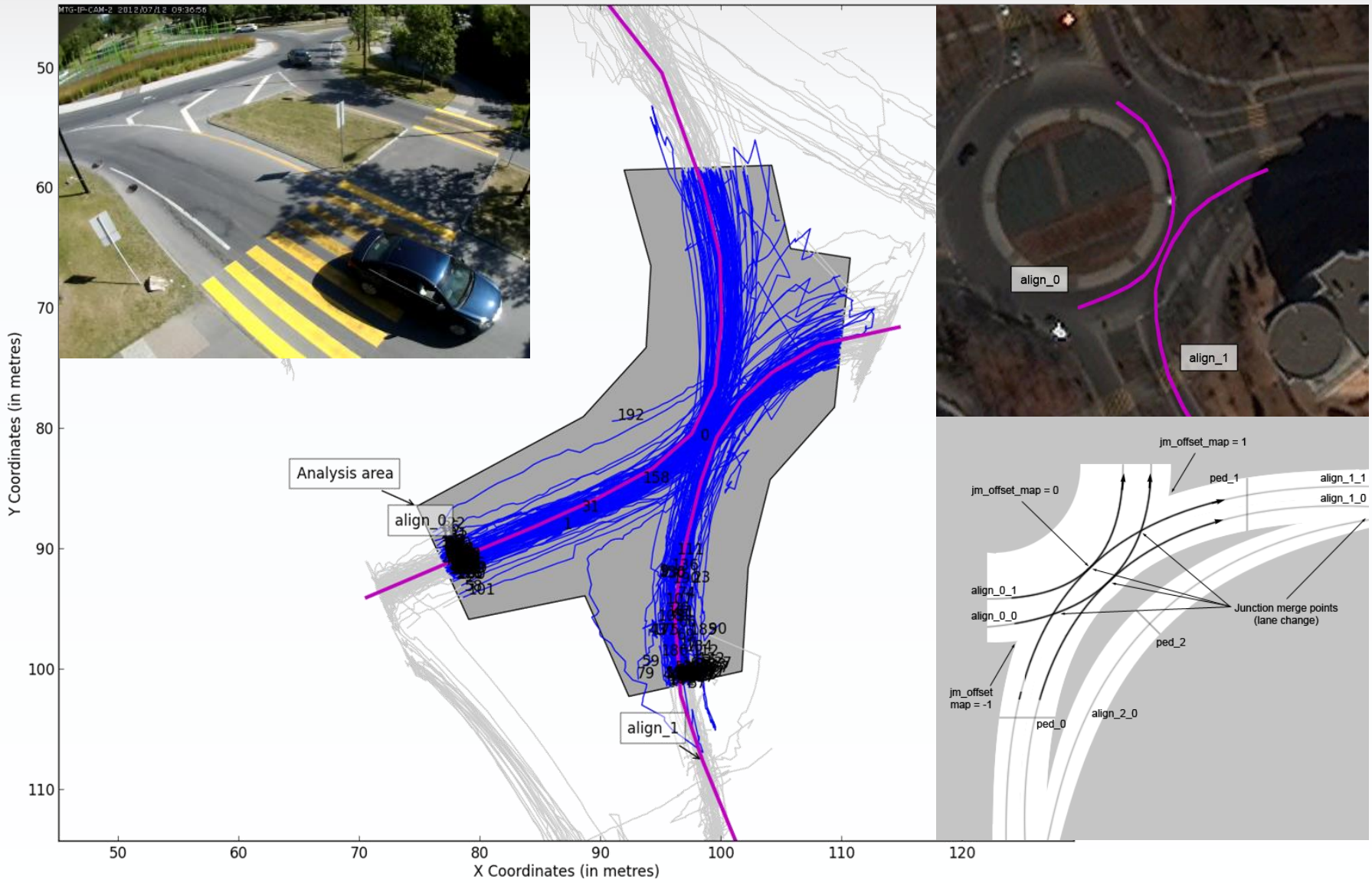
\*\* Remarque : le taux d'accident moyen en Amérique du Nord est aux alentours de un accident par million de km de conduite, selon l'aménagement (USDOT 2011)

# ANALYSE VIDEO

Projet à code source ouvert *Traffic-Intelligence*

- <https://bitbucket.org/Nicolas/trafficintelligence>
- Utilise la bibliothèque logicielle de vision par ordinateur *OpenCV* pour l'extraction des trajectoires
- Projette les trajectoires à une surface plane à l'aide homographie et d'imagerie par satellite
- Bibliothèque logicielle en Python pour interprétation et analyse des trajectoires

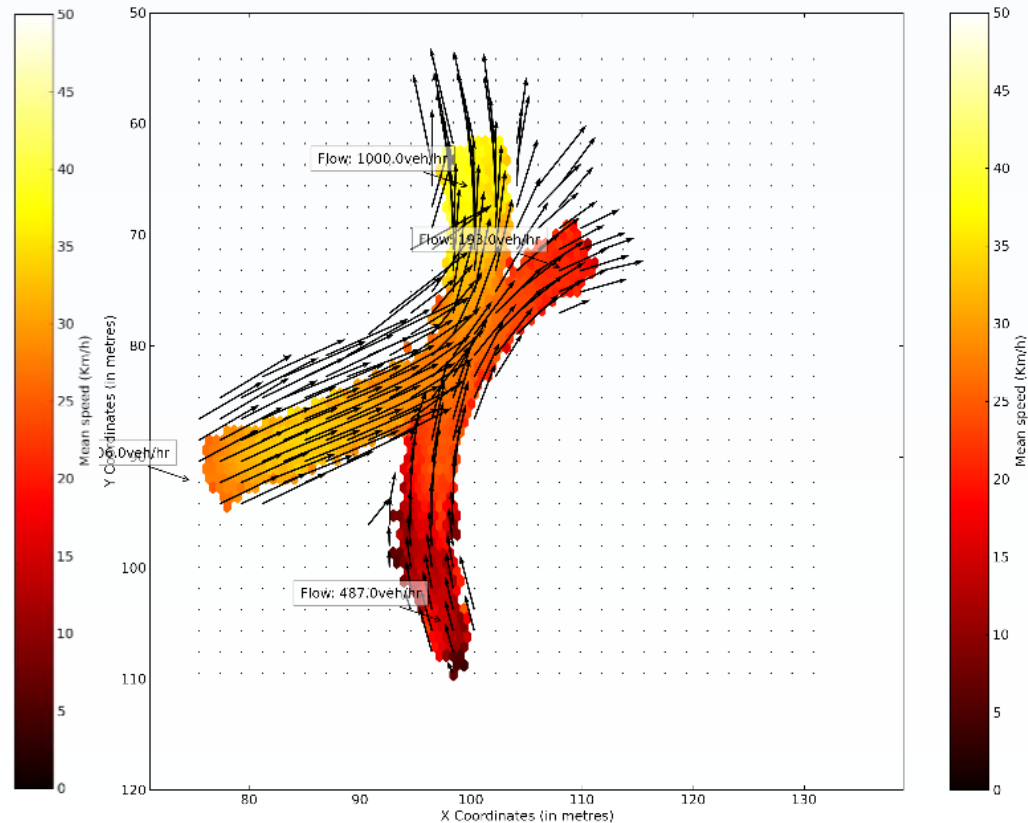
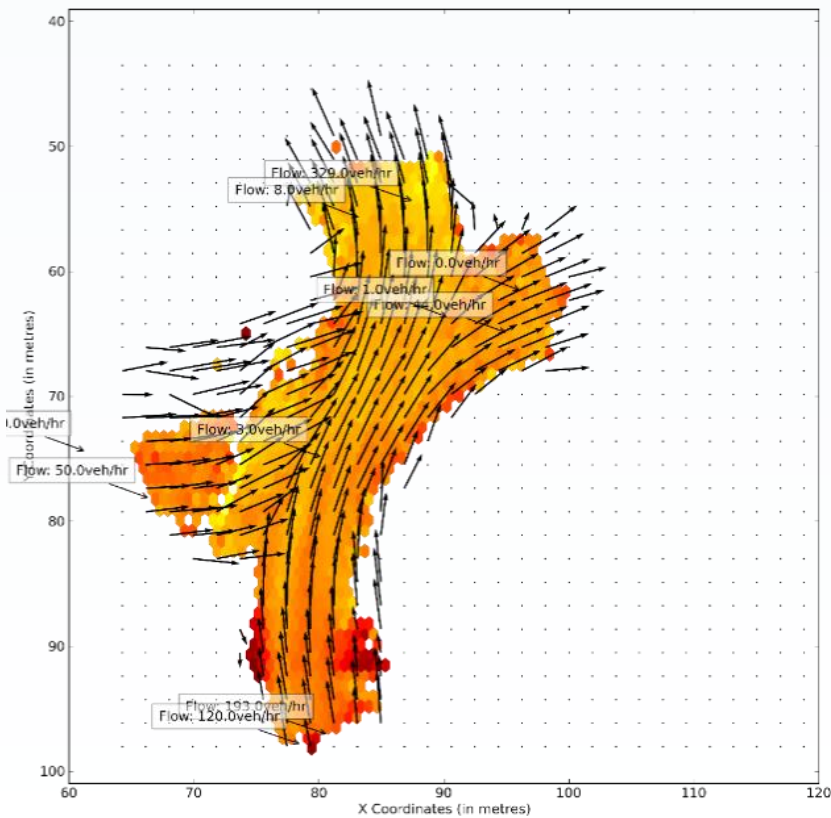




# VITESSE

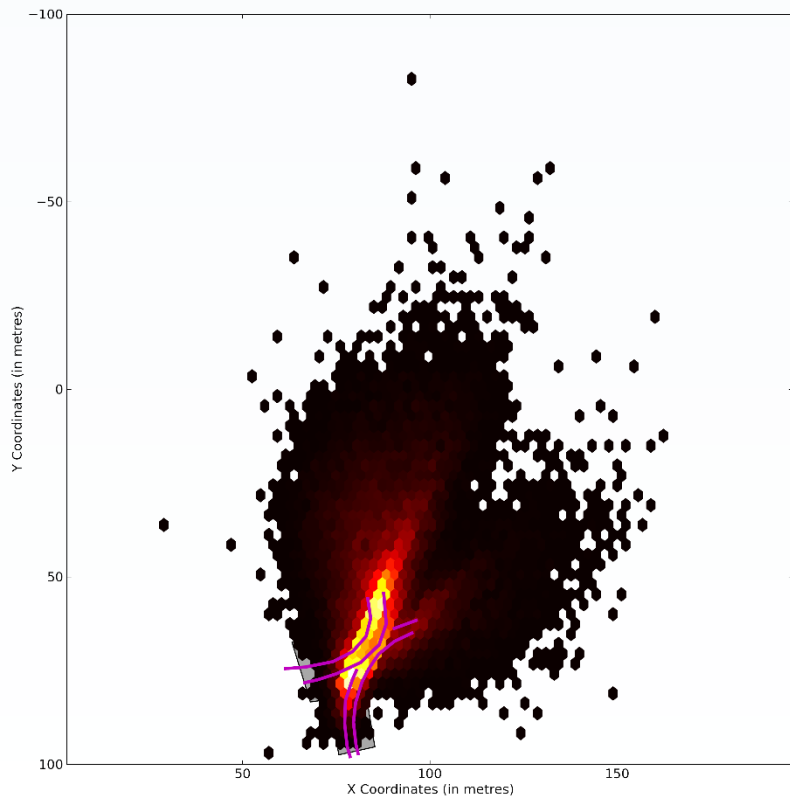
Débits inégales, 2 voies

Débits égaux, 1 voie

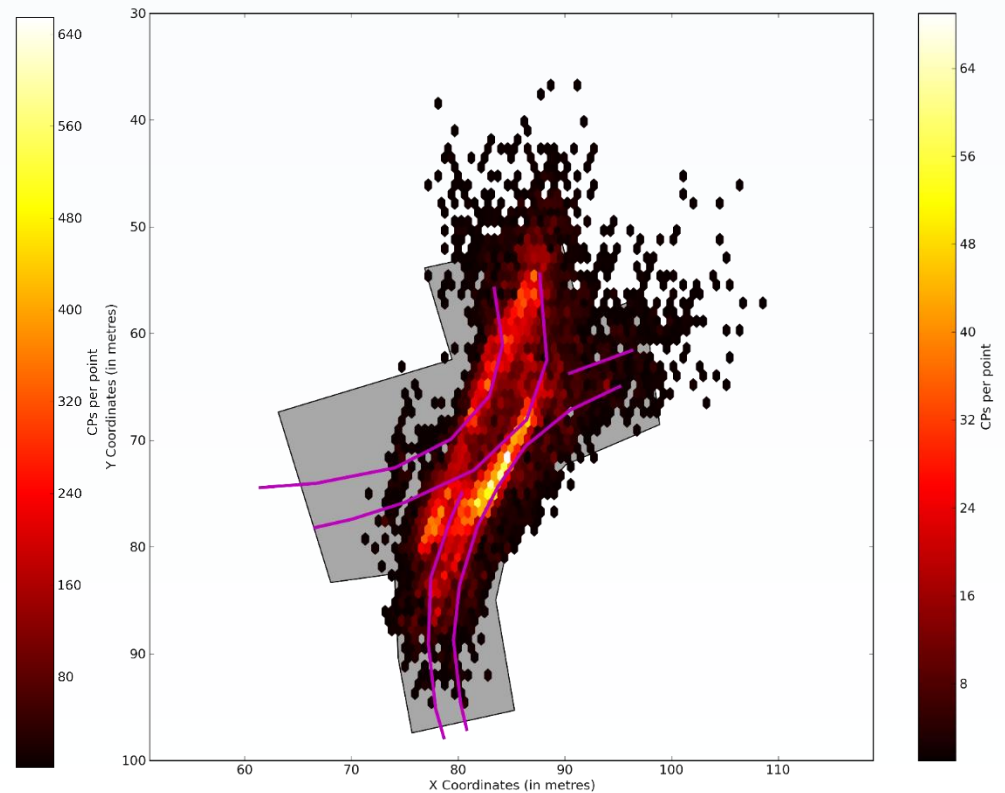


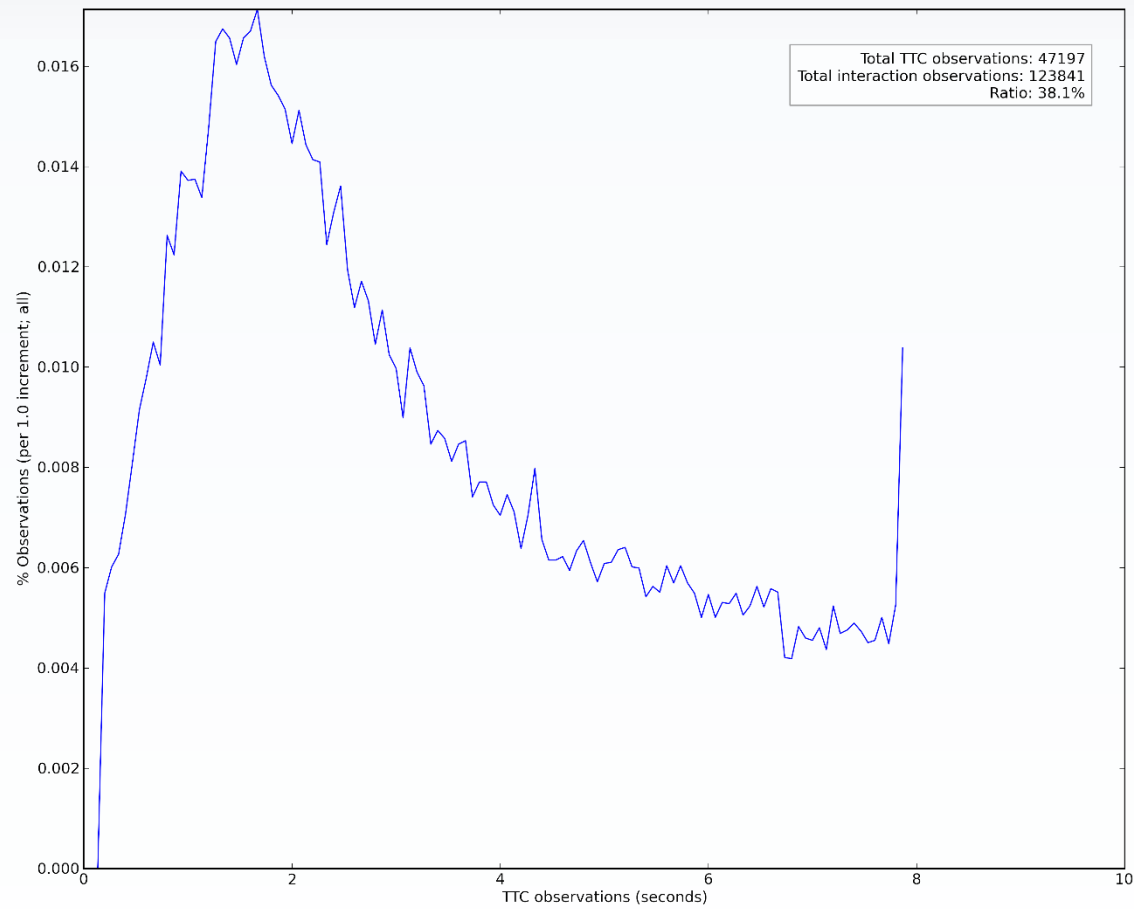
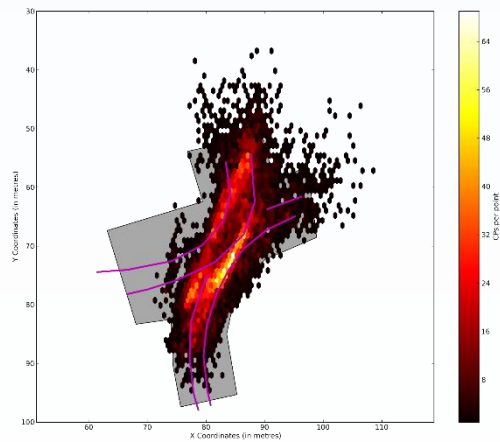
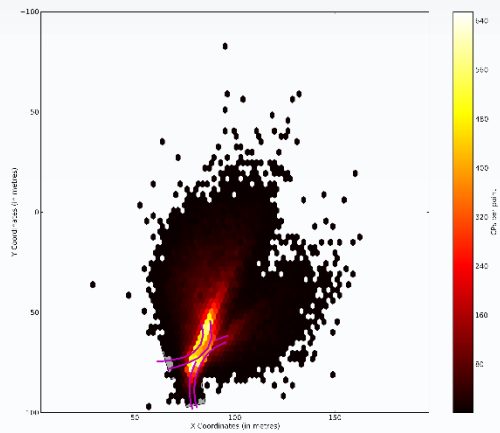
# EXEMPLE D'EXTRACTION DES TTC

Tout les TTC

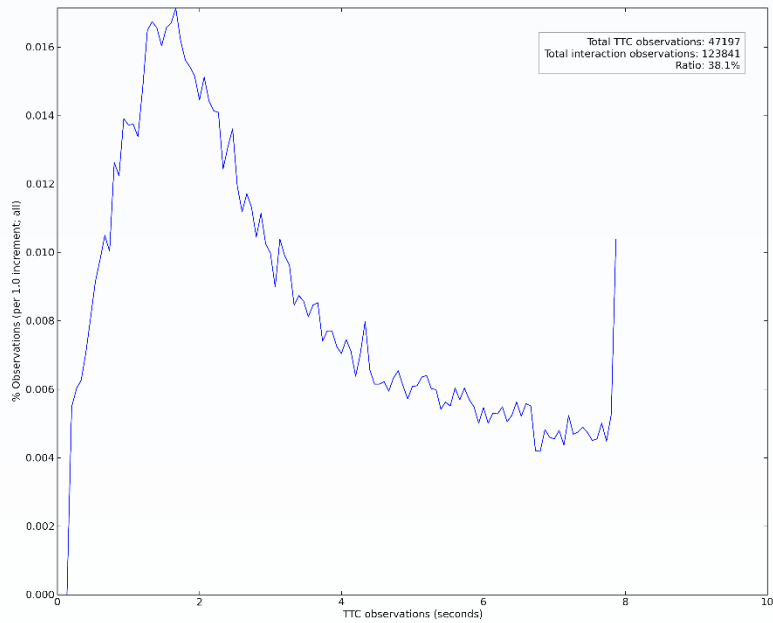


TTC < 1.5 secondes

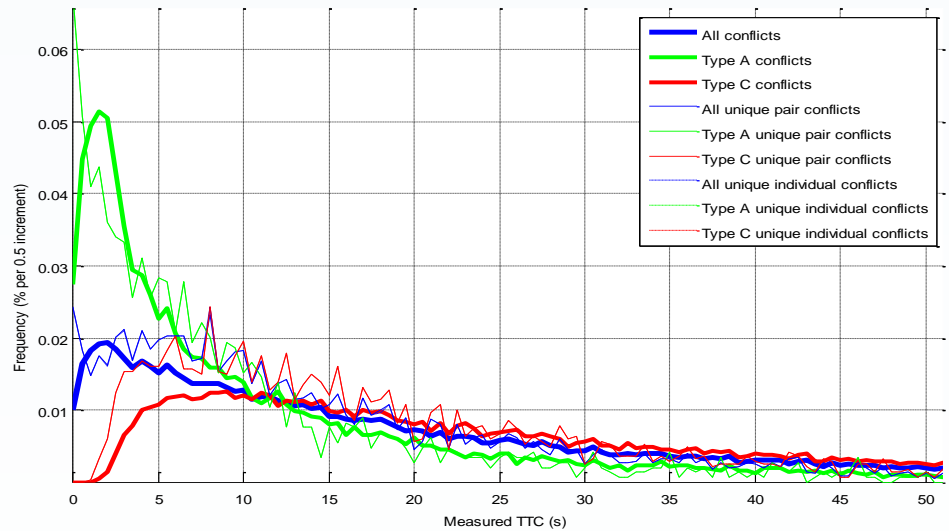


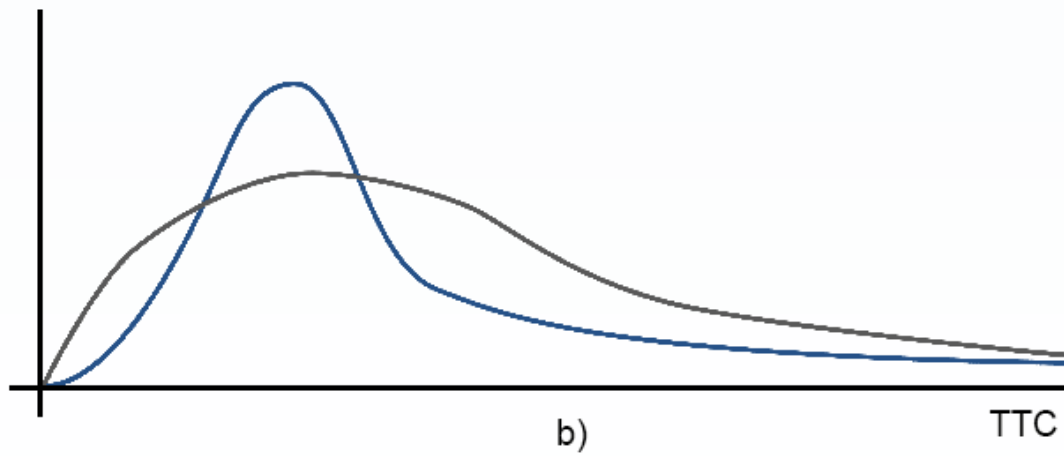
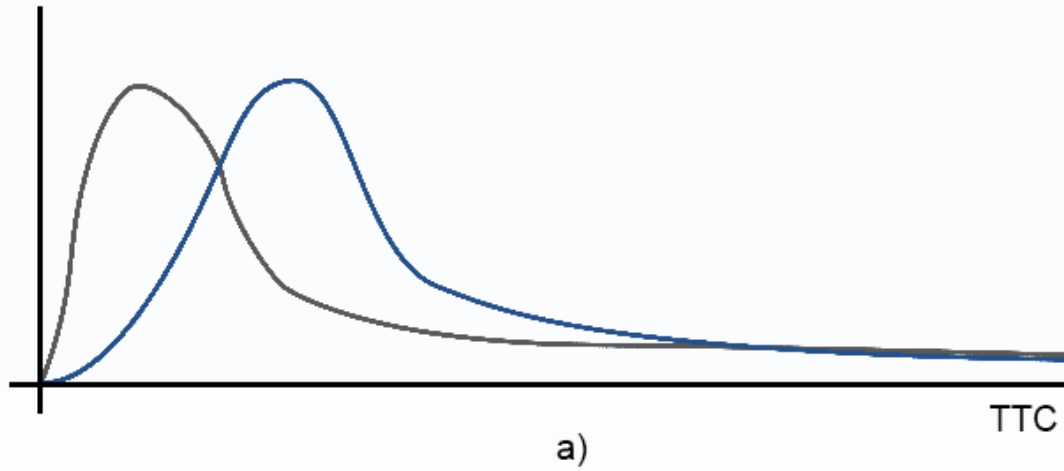


# Carrefour Giratoire



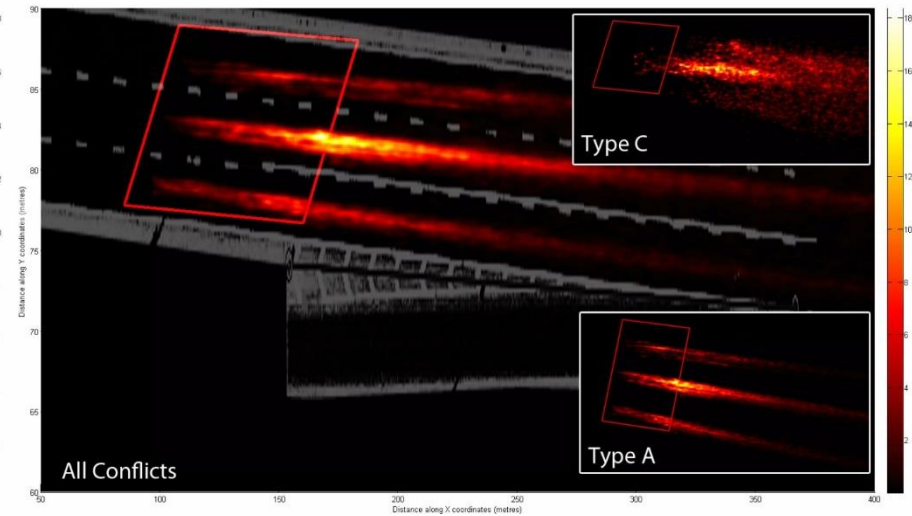
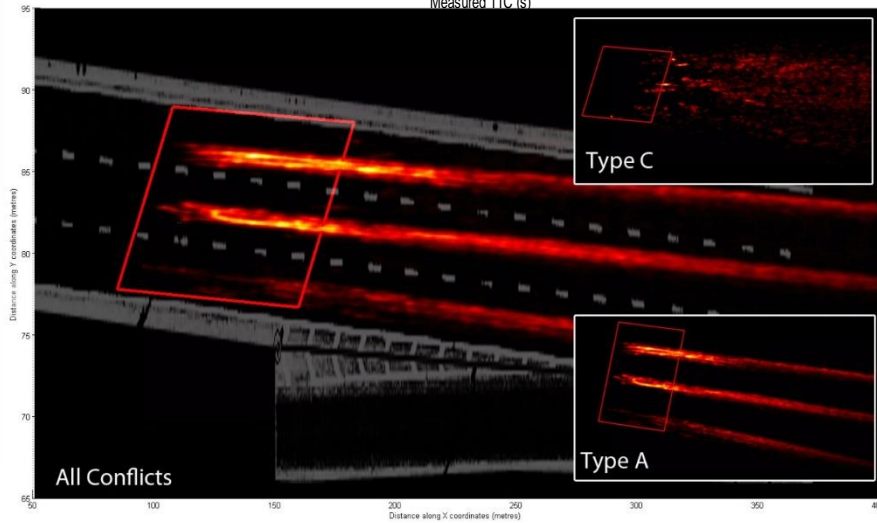
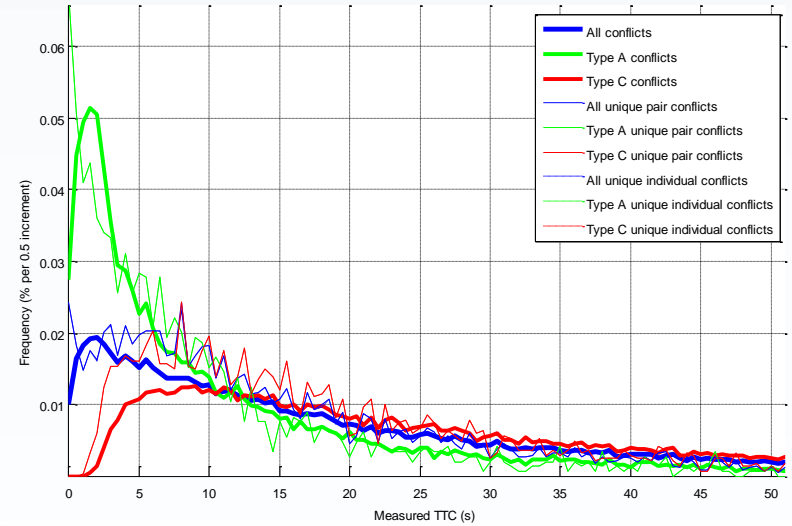
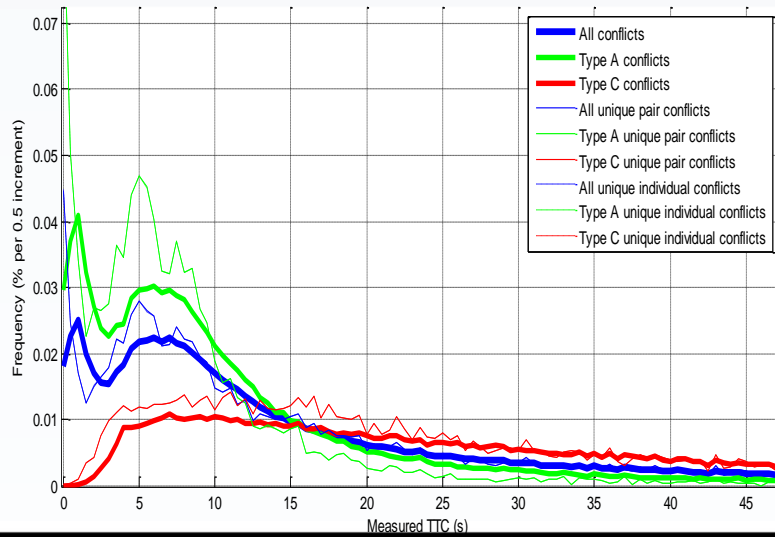
# Autoroute





# Avant LCGV1

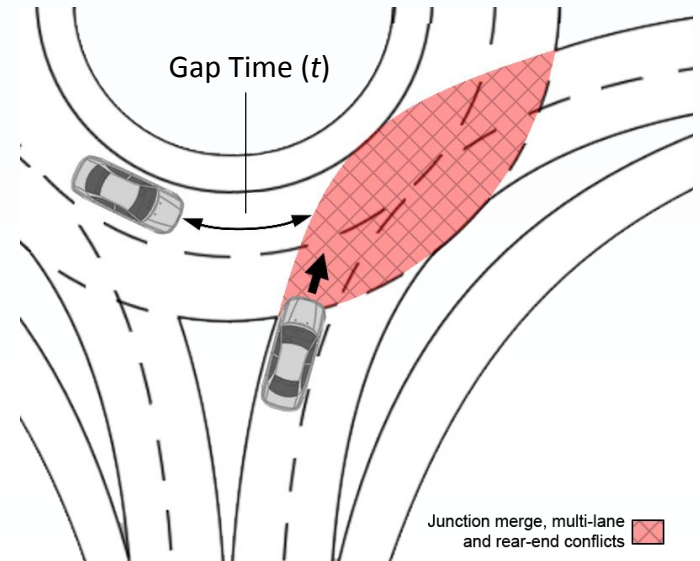
# Après LCGV1



# CRÉNEAU ACCEPTÉ POUR CÉDER-LE-PASSAGE

Le créneau accepté pour céder-le-passage (*yielding time*) est une mesure de temps que les véhicules entrants acceptent lorsqu'ils engagent l'anneau.

- Le concept est analogue au *post-encroachment time*
- Remarque : il n'y a pas de limite prescrite vis-à-vis ce comportement



# INFRACTIONS

MTG-IP-CAM-2 2012/07/11 08:49:05

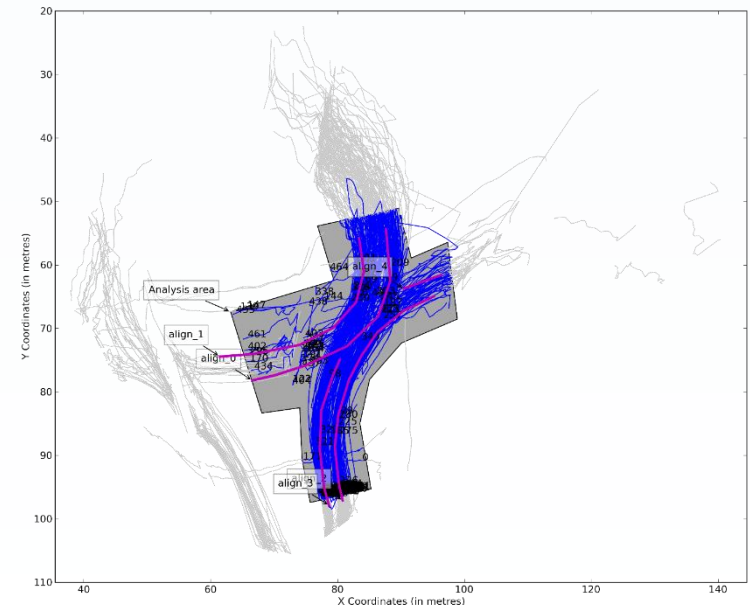
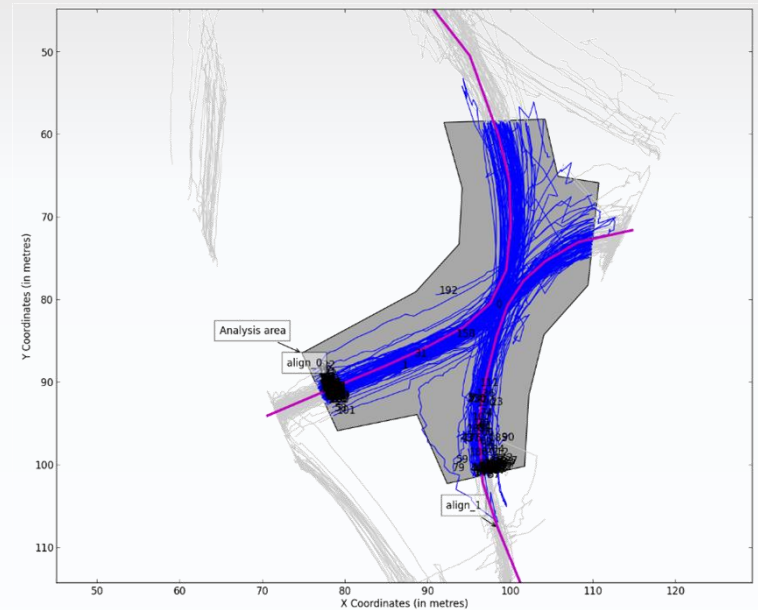


# CONDITIONS HIVERNALES



# ERREURS DE SUIVI

- Occlusion
  - Obstacles de l'aménagement
  - Véhicules lourds
- Parallaxe
  - Taille du véhicule
  - Projection de l'image à l'horizon
- Erreur de détection
  - Problèmes de contraste, éclairage, visibilité
  - Ombres, réflexions (nuit, chaussé mouillée)
  - Intelligence artificielle de suivi



## Organismes de financement :

Fonds de recherche  
Santé



Fonds de recherche  
Nature et  
technologies



Transports



## Partenaires de recherche :



McGill



Carleton  
UNIVERSITY

Merci!