

# Analyse et valorisation des images de circulation de la ville de Montréal

Rencontres Francophones Transport Mobilité

Pierre-Antoine Desplaces  
Jean-Francois Rajotte  
Martin Sotir

# Plan de la présentation

- **Contexte**
  - Les images de circulations : une riche source de données
  - Motivation de sauvegarde et d'analyse
- **Comptage de véhicules : une preuve de concept**
- **Fraction des poids lourds : une application utile**
- **Inondations : une exploration**

# Contexte

## La ville publie des images issues de leur caméras de circulation

**Objectif :** Bâtir et miner l'historique des conditions entourant les intersections

### Motivations:

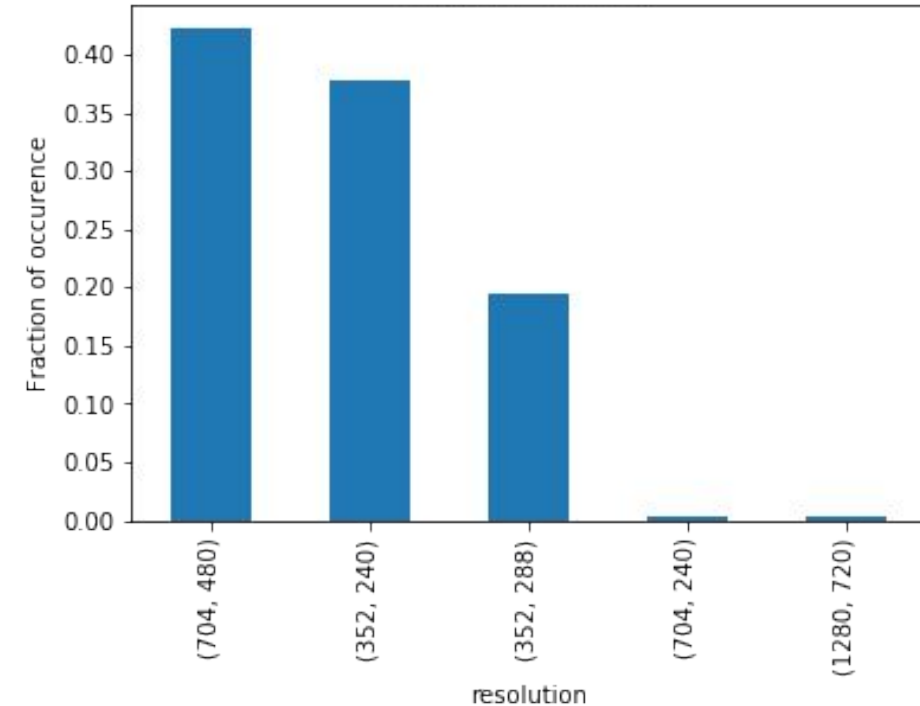
- Conditions de circulation
  - Entraînement de model dépendant de la circulation
- Type de circulation (catégorie)
  - Véhicule lourd : accidents et santé publique
- État de la chaussée
  - Dégradation, Neige, Inondation
- Mobilier urbain
- Optimisation des ressources



# Information sur les images

- Image toutes les 5-6 minutes
- Résolution et qualité variables
- Changements d'angles sans préavis
- Sauvegardées depuis mai 2017

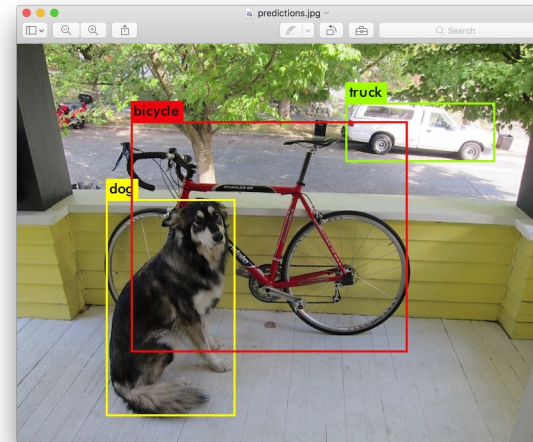
Image resolutions



# Preuve de concept

## Comptage de véhicule à l'aide de la détection d'objet

### Trois intersections reliées à la rue Notre-Dame



Réseau de neurones pré-entraîné (ici YOLO) sur des images variées.

On somme les boîtes : auto, camion, bus

## Résultats présenté à ICMLA 2018

### Object Counting on Low Quality Images: A Case Study of Near Real-Time Traffic Monitoring

Jean-François Rajotte<sup>1</sup>, Martin Sotir<sup>1</sup>, Cedric Noisieux<sup>1</sup>, Louis-Philippe Noet<sup>1</sup> and Thomas Bertiere<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Computer Research Institute of Montreal  
Montreal, Canada  
jean-francois.rajotte@crim.ca  
martin.sotir@crim.ca  
cedric.noisieux@crim.ca  
louis-philippe.noet@crim.ca  
Institut National des Sciences Appliquées  
Toulouse, France  
thomas.bertiere@gmail.com

**Abstract**—The installation and management of traffic monitoring devices can be costly from both a financial and human resource point of view. It is therefore important to take advantage of available infrastructure to maximize the information extraction for each technology. Here we show how low-quality urban road traffic images from cameras already installed in many cities such as Montreal, Vancouver and Toronto can be used as a non-intrusive traffic monitoring. To this end, we use a pre-trained object detection neural network to count vehicles within images. We then compare the results with human annotations gathered through crowdsourcing campaigns. We use this comparison to assess performance and calibrate the neural network annotations. The performance of our system allows us to consider applications which can monitor the traffic conditions in near real-time, making the counting suitable for traffic-related services. Furthermore, the resulting annotations pave the way for building a historical vehicle counting dataset to be used for analysing the impact of road traffic on many city-related issues such as urban planning, security, and pollution.

**Keywords**—smart cities, traffic, object detection, regression, time series, monitoring, transport.

#### I. INTRODUCTION

Knowledge of traffic flow variations and vehicle-related statistical analysis are key components of smart cities. Many proposed options (e.g. [1] and [2]) require new hardware to be built or purchased, installed and maintained. The costs can be financial (parts and labour), environmental (short-lived sensors, toxic batteries) and ethical (working conditions for miners of metal used for electronic devices do not always meet basic safety). In this paper we propose a simple traffic monitoring system which leverages infrastructures that are already installed in many cities. It can be used as a basis for many vehicle-related statistical data products. As a proof of concept, we developed a counting method based on deep-learning object detection algorithms. On a single image, the resulting vehicle count can be interpreted as a random sample of the road occupancy at the image collection time. Since the traffic is not distributed evenly at each instant, aggregation statistics are calculated within two hours windows. Many cities share images sampled from traffic monitoring video

cameras. Their purpose is to allow citizens to assess traffic conditions, but analyzing these images opens possibilities for a cost-efficient approach to gather traffic-related statistics. The remaining of this paper is as follow. After discussing related work in section II, we present the data and the images used for this analysis. Next, in section IV, we explain the method of correcting for the errors of the object detection model with a calibration based on manual annotations. In section V, detailed results of the annotations and related statistics are presented. Finally, the suitability of the proposed approach as well as further applications are discussed.

#### II. RELATED WORK

One can categorize traffic monitoring in two types of technologies, active and passive. Active sensors comprise technologies such as RADAR, LIDAR and Radio-based which are performing very well (see [1] and [2] for example). As mentioned earlier, however, they require installation of dedicated hardware. Passive sensors are mostly vision-based and to our knowledge, are only using video analysis, see [3], [4] and also [5] for a recent survey.

#### III. DATA

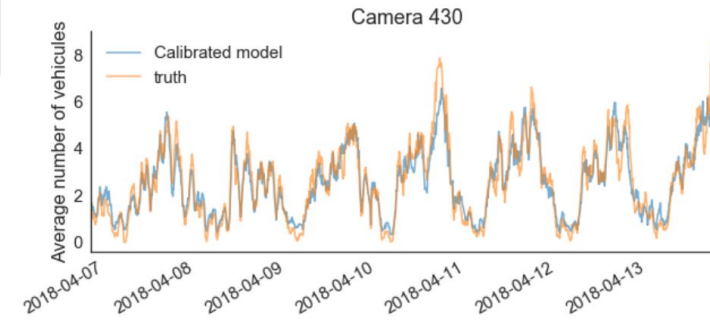
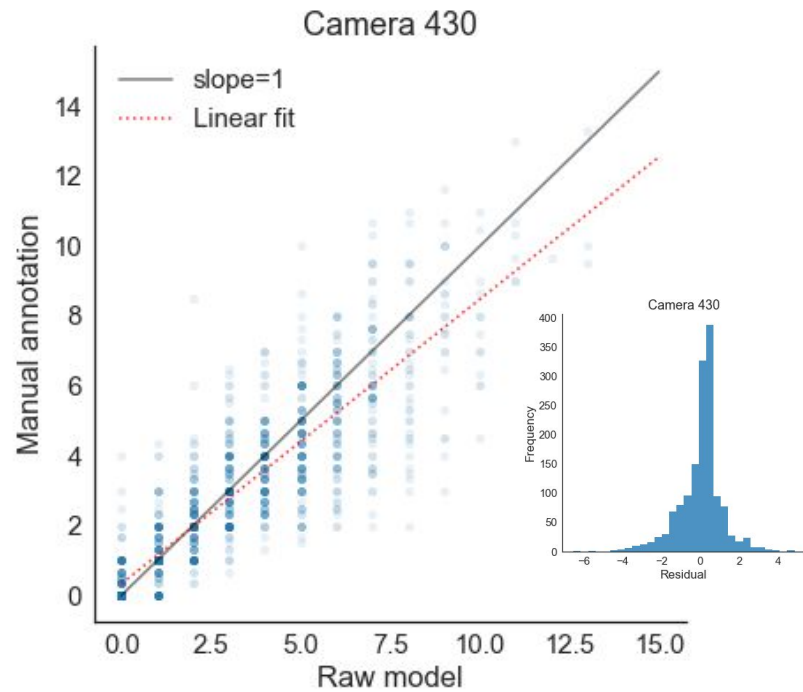
**A. General description**  
The city of Montreal broadcasts images from hundreds of cameras distributed over its road network [6]. These images are updated every 5 to 6 minutes to provide citizens an overview of traffic conditions. The format is jpeg and the size is variable (704x480, 352x240, 352x288, 704x240, 1280x720). As a proof of concept, we will consider three cameras identified by their id number: camera 430 (352x240), camera 34 (704x240) and 455 (704x480). Camera 430 covers five lanes in total : two eastbound and three westbound, one of which is a turning lane. Camera 34 covers five lanes in total : five incoming lanes, one of which is a turning lane. Camera 455 covers three southbound lanes. Both camera 430 and 34 are on the same street while camera is perpendicular and partially merging on the street of camera 430 and 34. Sample images are shown in figure 1.

On présume que ces images sont un échantillon représentatif de l'occupation de la route.

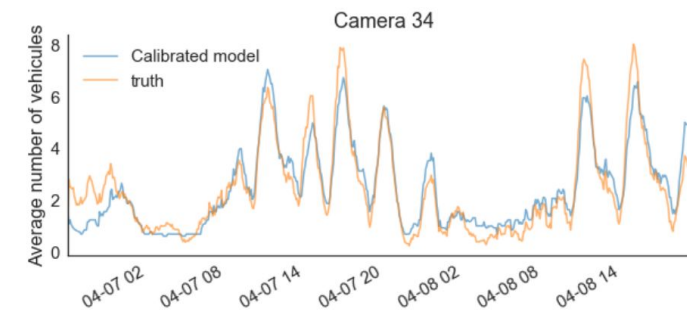
# Résultats satisfaisant

## Simple modèle linéaire

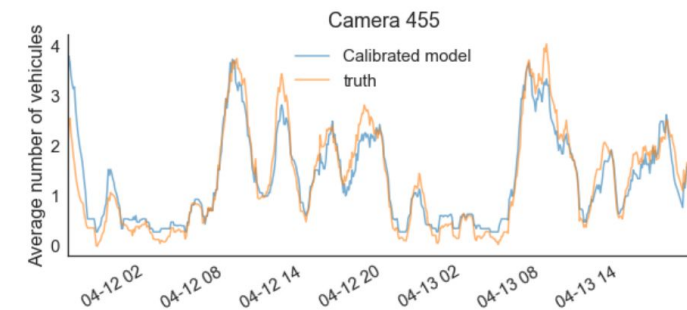
Erreur moyenne : 0.76 véhicule



(a)



(b)



(c)

# Véhicules lourds

## Objectif

Déterminer la fraction de véhicule lourd sur le réseau

## Motivation

- Probabilité de décès ou blessures graves plus élevée avec véhicule lourd
- Volume de véhicule lourd très peu connu
- Nécessaire pour calculer l'exposition et quantifier le risque
- Nécessaire pour orienter les stratégies préventives

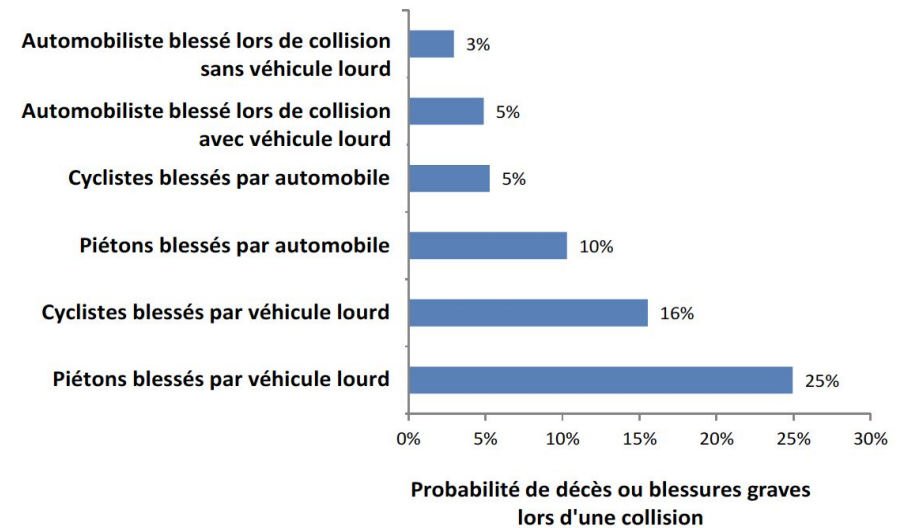


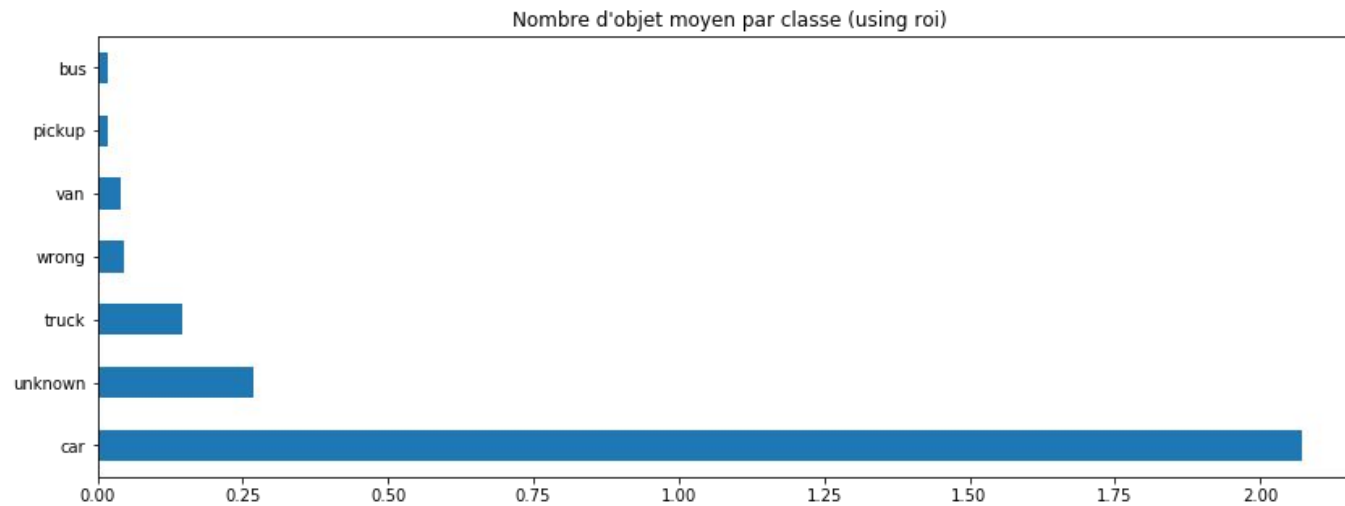
Figure 1: Probabilité de décès ou de blessures graves, selon le type d'utilisateur et les véhicules impliqués





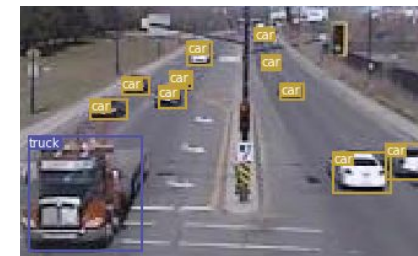
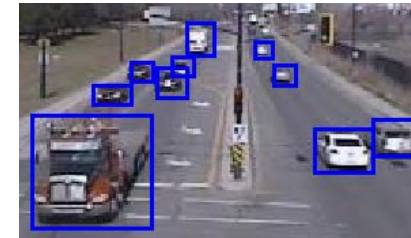
# Données et annotations

- **Projet précédent**
  - 3000 images
  - 3 caméras
  - Bounding boxes de véhicules
- **Projet véhicule lourds**
  - Classification manuelle des véhicules

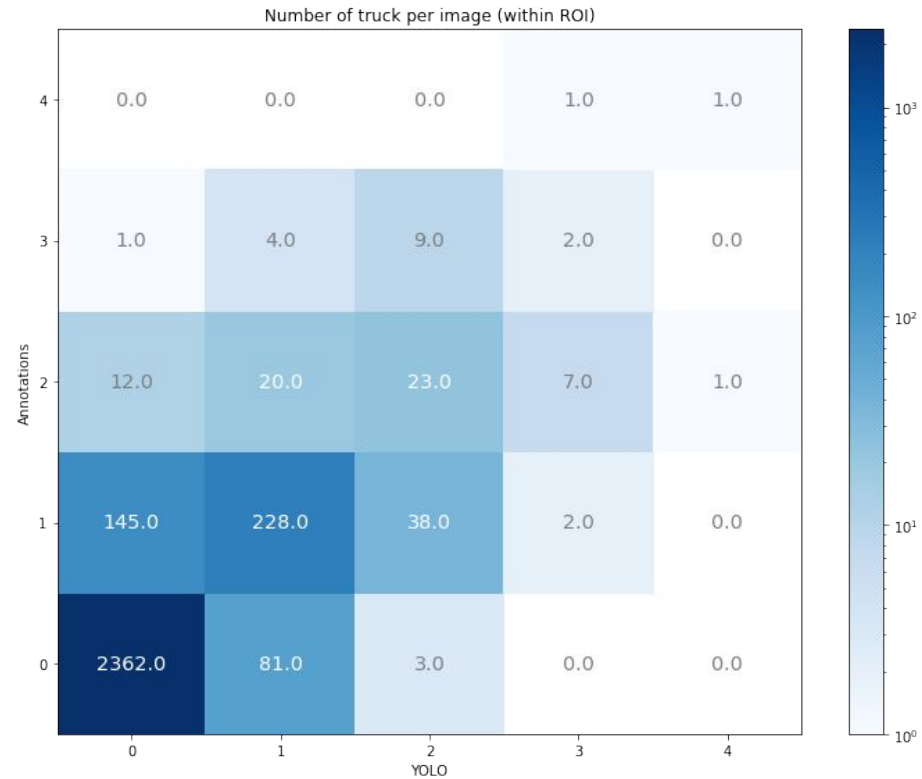
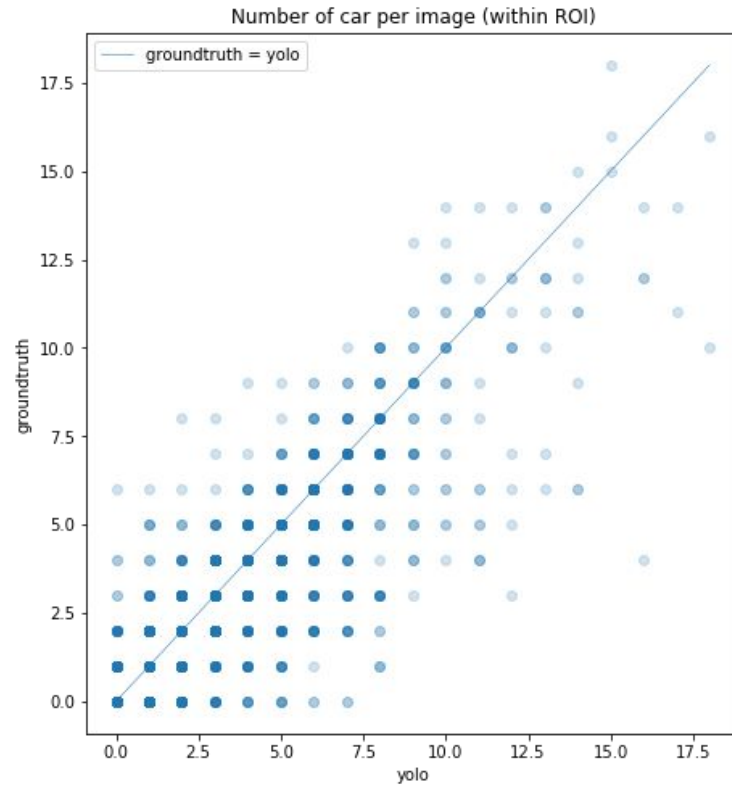


City webcams 📹

amazon  
mechanical turk



# Validation de la “linéarité” pour les camions



# Vérité terrain : comptage manuels de la VdM

## Donnée ouvertes de la ville

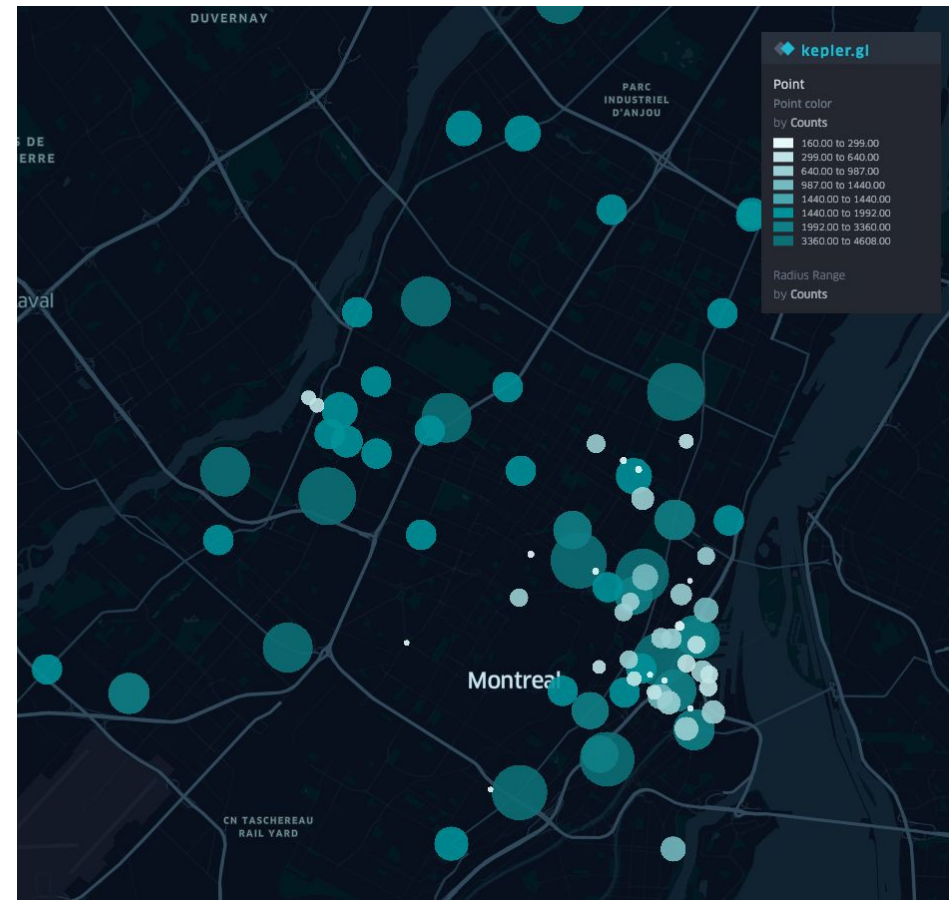
“À l’aide d’un appareil de comptage électronique”

**360 intersections VS 526 caméras**

→ **98 matches**

## Matches:

- Position comptage = Position caméra
- Comptage ultérieur à mai 2017

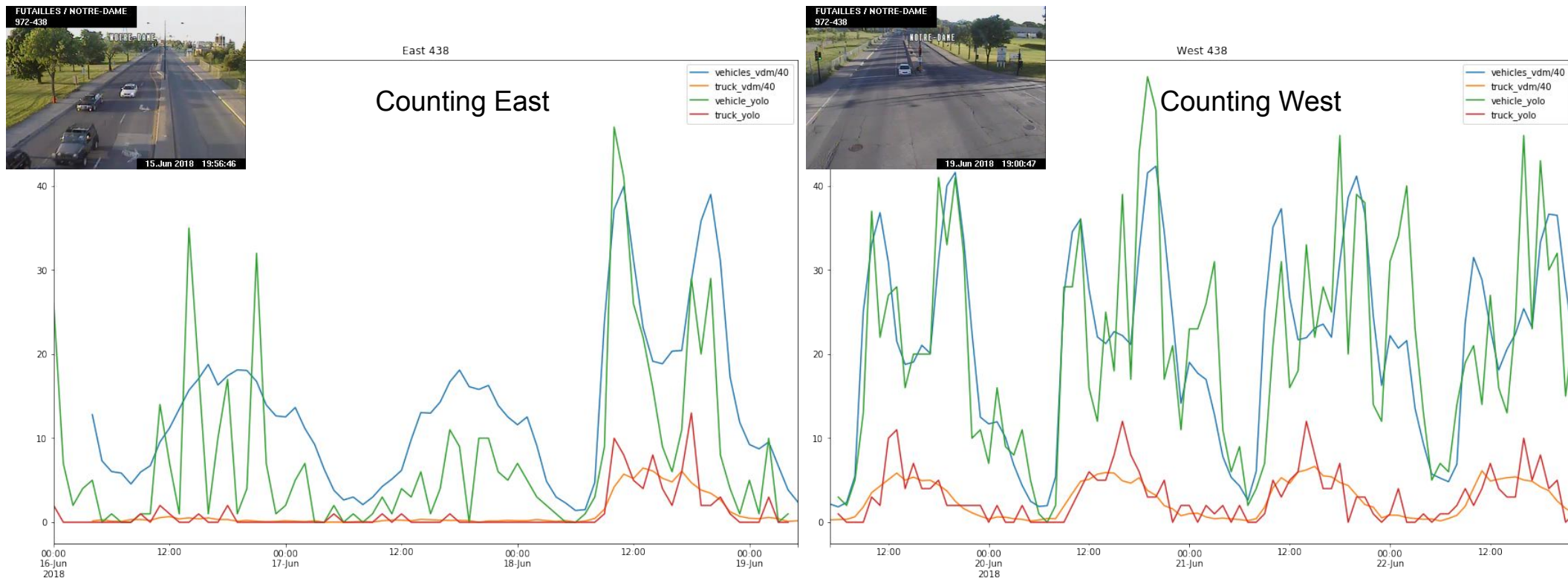


# Résultats brutes

## Comparaison avec les comptages de la ville de Montréal

### Véhicules non comptés, deux sources:

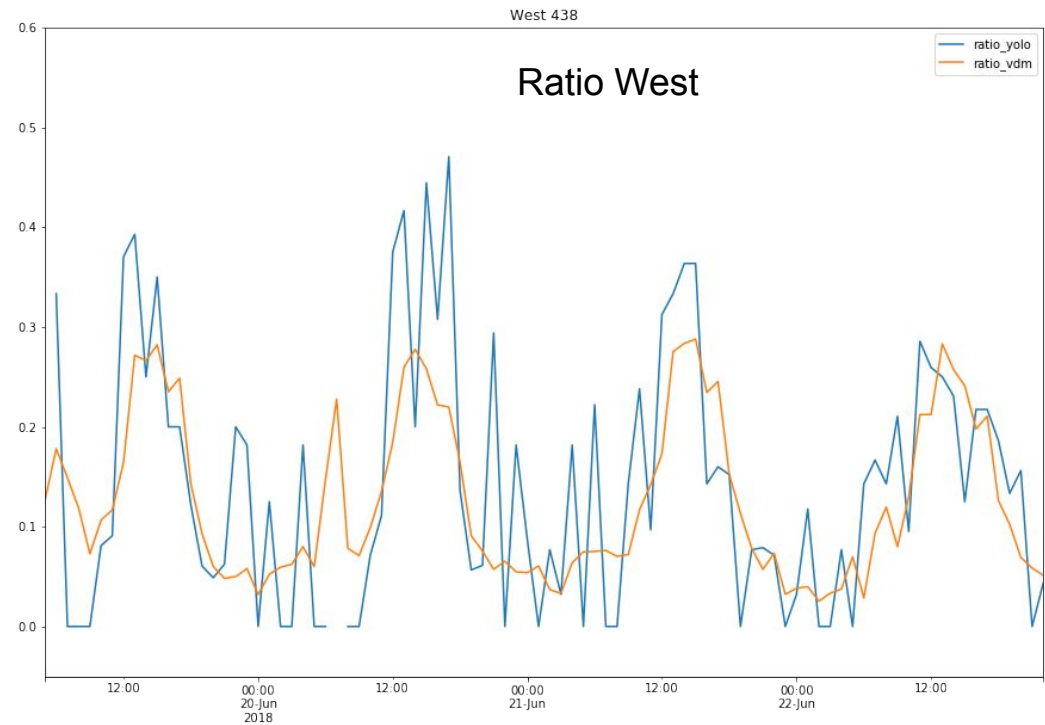
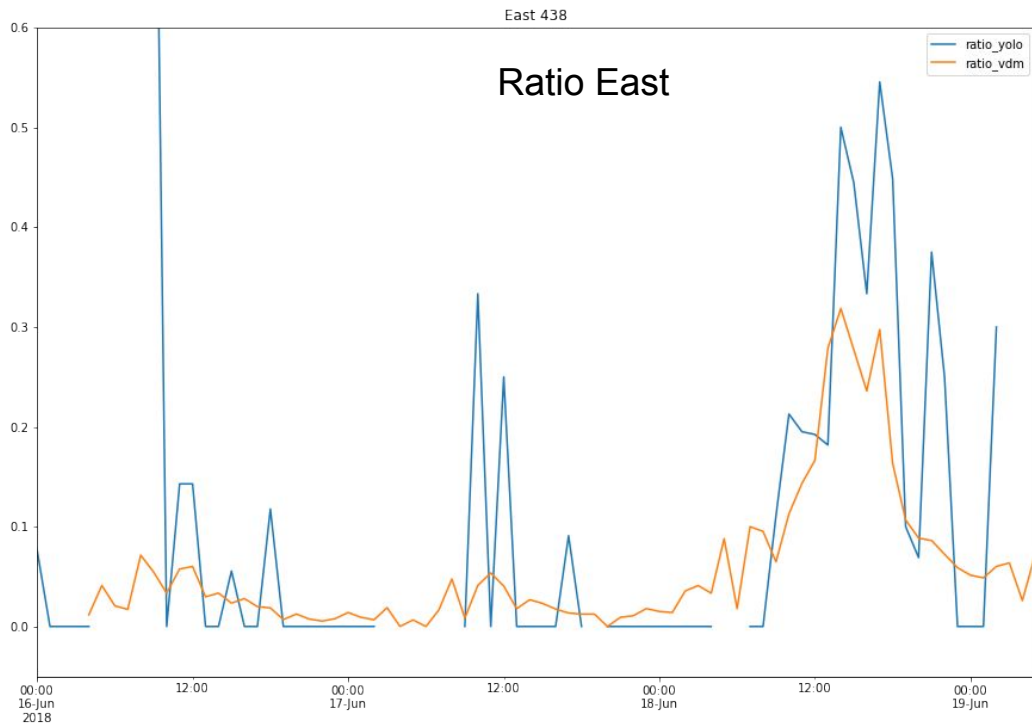
- Une image par 5 minutes
- 20-30% des véhicules de l'image sont non détectés



# Résultats brutes

## Comparaison avec les comptages de la ville de Montréal

### Ratio : Camions/Véhicule



# Exploration de l'incertitude

**Défis** : Comptages des caméras limités par la fréquence des images

- Les caméras voient moins de 2% des véhicules
- Certains intersections ont déjà peu d'affluence
- Si on espère faire la même analyse par type de camion, les comptages seront encore plus bas

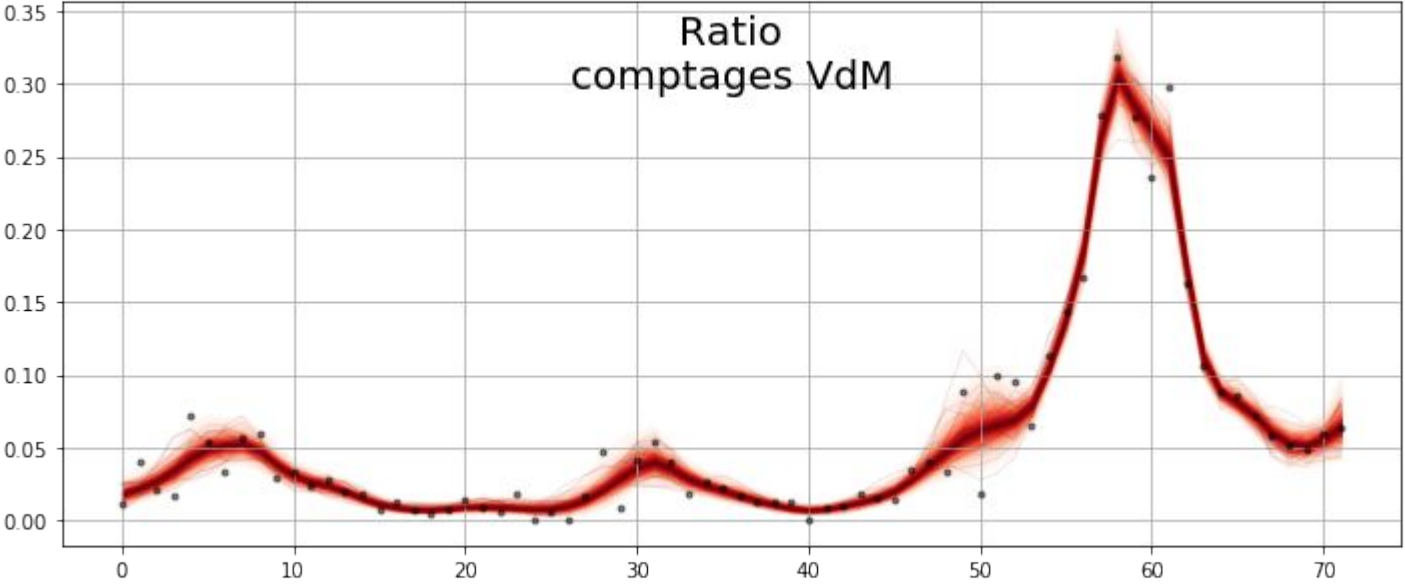
**Approche** : Associer une incertitude à chaque mesure à l'aide de processus gaussien

- Permet d'inclure la distribution pertinente à la modélisation des données.
  - Ici, on a un comptage alors, il faut que la distribution reflète cette caractéristique des données.
- Permet de prendre en compte la "continuité" temporelle

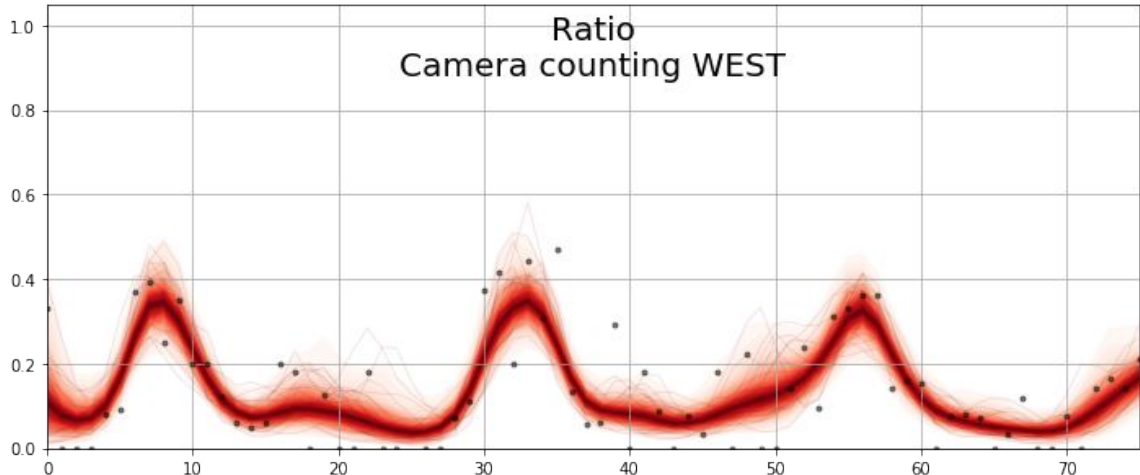
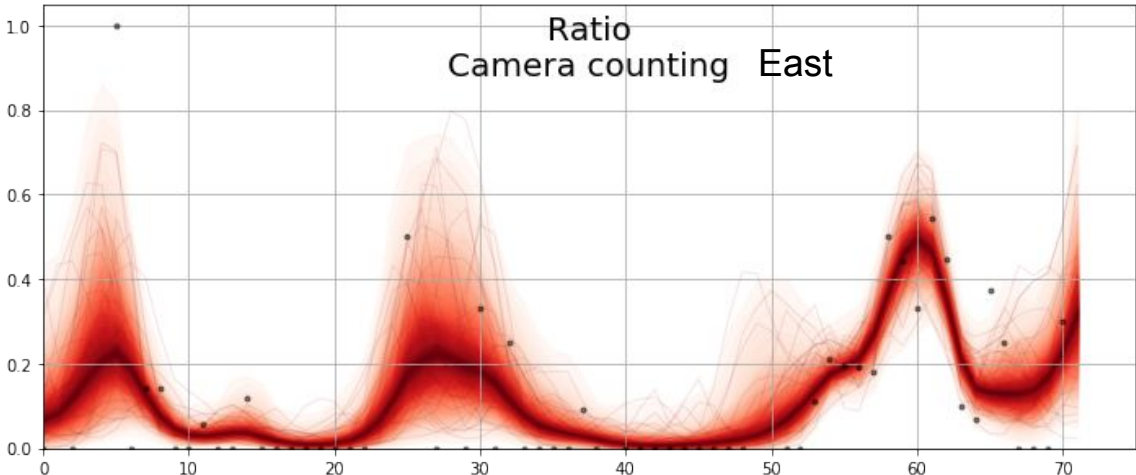
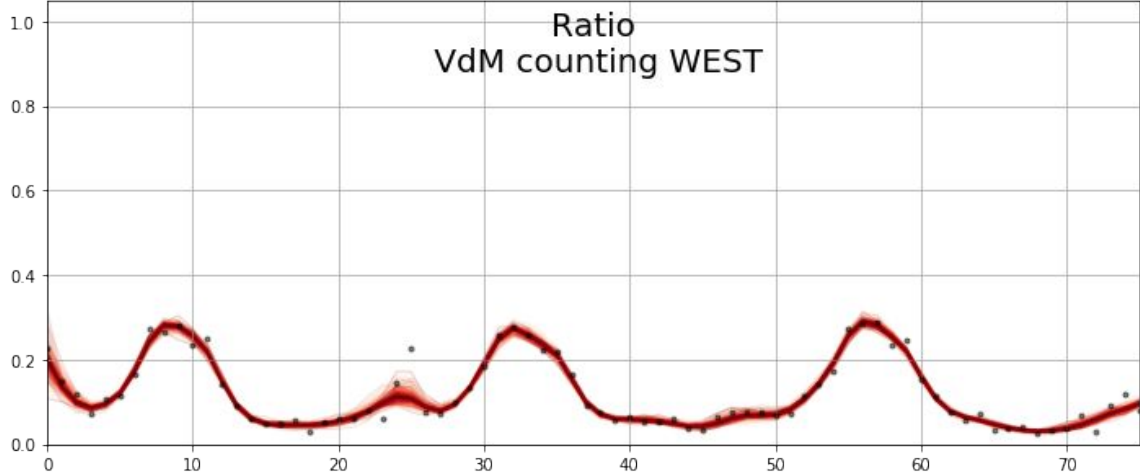
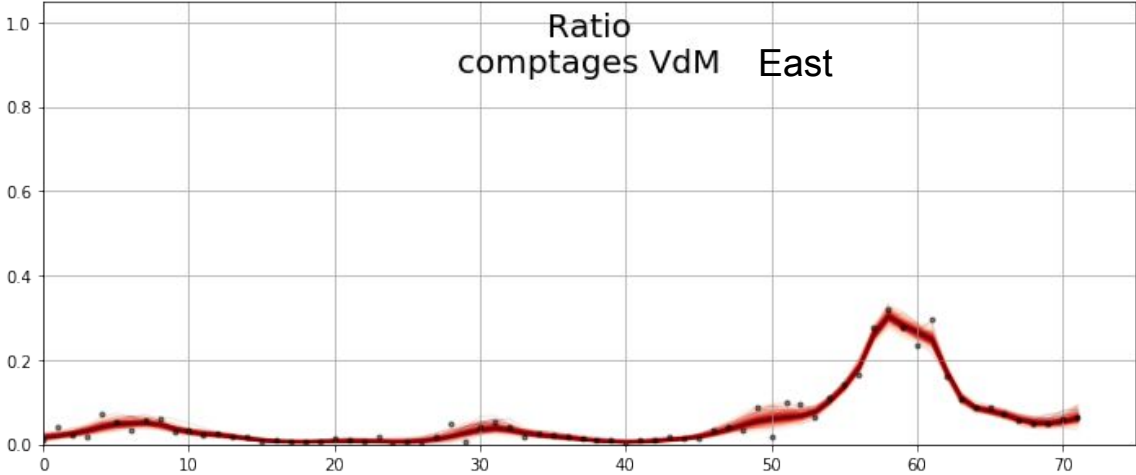
**Modélisation du ratio** : taux de camion pour un "likelihood" Binomial

- Essai = véhicule
- Succès = camion

# Modélisation par processus gaussien



# Modélisation par processus gaussien





# Autre application de forage de données

## Détection d'inondations



WIKIPÉDIA  
L'encyclopédie libre

- Accueil
- Portails thématiques
- Article au hasard
- Contact

Contribuer

- Débuter sur Wikipédia
- Aide
- Communauté
- Modifications récentes
- Faire un don

Outils

- Pages liées
- Suivi des pages liées
- Importer un fichier
- Pages spéciales
- Lien permanent
- Informations sur la page
- Élément Wikidata
- Citer cette page

Non connecté Discussion Contributions Créer un compte Se connecter

Article Discussion Lire Modifier Modifier le code Voir l'historique Rechercher dans Wikipédia

### Inondations printanières de 2017 au Québec

Les **inondations printanières 2017 au Québec** sont un événement météorologique de crue exceptionnelle des cours d'eau du sud de la province de **Québec**, au Canada, due à la fonte des neiges au printemps, à laquelle se sont ajoutés de nombreux épisodes de pluie qui ont donné des cumuls anormalement élevés pour avril et mai.

Les régions les plus touchées étaient l'**Outaouais**, la **région métropolitaine de Montréal**, la **Montérégie**, la **Mauricie**, la **Gaspésie** et la **Côte-Nord**. Cependant, d'autres régions ont eu des débordements plus sporadiques et le bilan final fut de<sup>2</sup> : 261 municipalités touchées, 5 371 résidences inondées, 4 066 personnes évacuées et 557 routes touchées. Les coûts furent estimés à plusieurs centaines de millions de dollars canadiens.

Vu l'ampleur du sinistre, les **Forces armées canadiennes** ont été appelées pour soutenir les autorités locales et les volontaires dans les régions de l'Outaouais, de la Montérégie, de la Mauricie et de Montréal. L'effectif mobilisé d'environ 2 600 militaires pour cette opération (**Lentus 17-03**) fut plus

#### Inondations printanières de 2017 au Québec



Rue inondée dans Cartierville à Montréal

Localisation	
<b>Pays</b>	<span><span><span></span></span><span> </span></span> Canada
<b>Régions affectées</b>	Sud du Québec (Outaouais, région métropolitaine de Montréal, Montérégie, Mauricie, Bois-Francs, Beauce, Estrie, Gaspésie, Côte-Nord, Lac Saint-Jean) <sup>1</sup> Est de l'Ontario



WIKIPÉDIA  
L'encyclopédie libre

- Accueil
- Portails thématiques
- Article au hasard
- Contact

Contribuer

- Débuter sur Wikipédia
- Aide
- Communauté
- Modifications récentes
- Faire un don

Outils

- Pages liées
- Suivi des pages liées
- Importer un fichier
- Pages spéciales
- Lien permanent
- Informations sur la page
- Élément Wikidata
- Citer cette page

Dans d'autres projets

- Wikimedia Commons

Imprimer / exporter

- Créer un livre
- Télécharger comme PDF
- Version imprimable

Non connecté Discussion Contributions Créer un compte Se connecter

Article Discussion Lire Modifier Modifier le code Voir l'historique Rechercher dans Wikipédia

### Inondations printanières de 2019 en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick

Cet article concerne un **événement récent ou en cours**.

Ces informations peuvent manquer de recul, ne pas prendre en compte des développements récents ou changer à mesure que l'événement progresse. Le titre lui-même peut être provisoire. N'hésitez pas à l'améliorer en veillant à **citer vos sources**.  
La dernière modification de cette page a été faite le 10 juin 2019 à 18:51.

Les **inondations printanières de 2019 en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick** sont des crues exceptionnelles des cours d'eau de l'est de l'**Ontario**, du sud **Québec** et de la région du **fleuve Saint-Jean au Nouveau-Brunswick**, au Canada, due à la fonte des neiges au printemps, à laquelle se sont ajoutés de nombreux épisodes de pluie qui ont donné des cumuls anormalement élevés pour avril et mai.

Au Québec, 6 681 résidences de 51 municipalités furent inondés dans cinq zones principales, dont la région de Montréal, et 3 458 furent isolés à cause des glissements de terrain et des routes submergées<sup>1</sup>, faisant quelque 13 500 sinistrés<sup>2</sup>. Au Nouveau-Brunswick, 15 collectivités furent affectées et 69 routes, ainsi que 45 ponts, furent fermées ou partiellement fermés<sup>3</sup>. Une personne est morte dans un accident d'automobile lié aux inondations<sup>4</sup>.

Suivant l'expérience des **inondations printanières de 2017 au Québec**, les **Forces armées canadiennes** ont été appelées pour soutenir les autorités locales et les volontaires dans les régions dès que les rivières ont montré des signes de crues et que les prévisions météorologiques montrèrent un risque grandissant. Plus de 2 200 soldats canadiens ont été déployés dans ces

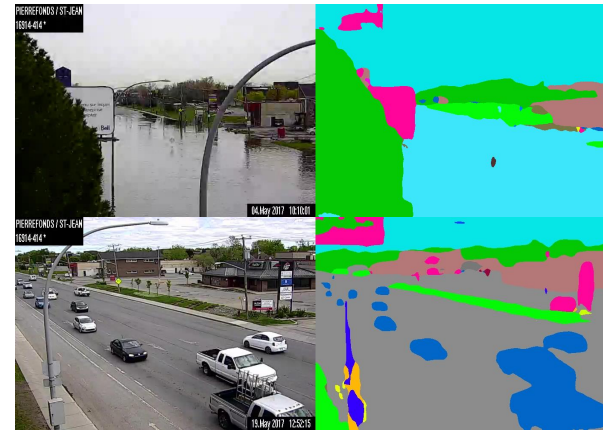
#### Inondations printanières de 2019 en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick



Rivière-des-Prairies débordant à Cartierville, Montréal

Localisation	
<b>Pays</b>	<span><span><span></span></span><span> </span></span> Canada
<b>Régions affectées</b>	Sud du Québec (Outaouais, région métropolitaine de Montréal, Montérégie, Mauricie, Bois-Francs, Beauce, Estrie Est de l'Ontario Nouveau-Brunswick.

# Détection d'inondations par segmentation sémantique



## Inondations printanières de 2017 au Québec

Les inondations printanières 2017 au Québec sont un événement météorologique de crue exceptionnelle des cours d'eau du sud de la province de Québec, au Canada, due à la fonte des neiges au printemps, à laquelle se sont ajoutés de nombreux épisodes de pluie qui ont donné des cumuls anormalement élevés pour avril et mai.

Les régions les plus touchées étaient l'Outaouais, la région métropolitaine de Montréal, la Montérégie, la Mauricie, la Gaspésie et la Côte-Nord. Cependant, d'autres régions ont eu des débordements plus sporadiques et le bilan final fut de <sup>2</sup> : 261 municipalités touchées.

**Inondations printanières de 2017 au Québec**

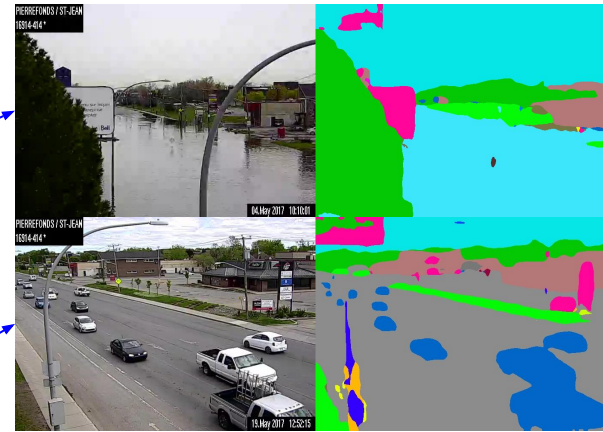
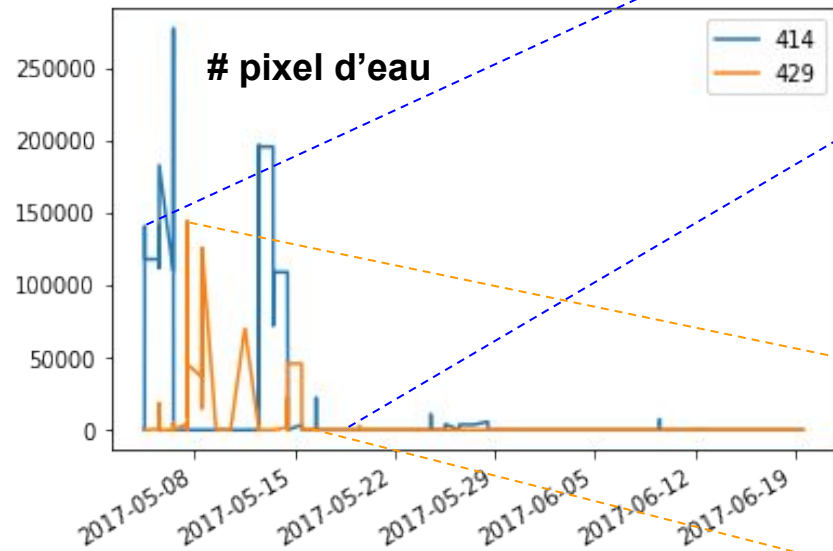
Rue inondée dans Cartierville à Montréal

**Localisation**

**Pays** ■ Canada

**Régions affectées** Sud du Québec (Outaouais, région métropolitaine de Montréal, Montérégie, Mauricie, Bois-Francs, Beauce, Estrie, Gaspésie, Côte-Nord, Lac Saint-Jean), Est de l'Ontario

# Détection d'inondations par segmentation sémantique



## Inondations printanières de 2017 au Québec

Les inondations printanières 2017 au Québec sont un événement météorologique de crue exceptionnelle des cours d'eau du sud de la province de Québec, au Canada, due à la fonte des neiges au printemps, à laquelle se sont ajoutés de nombreux épisodes de pluie qui ont donné des cumuls anormalement élevés pour avril et mai.

Les régions les plus touchées étaient l'Outaouais, la région métropolitaine de Montréal, la Montérégie, la Mauricie, la Gaspésie et la Côte-Nord. Cependant, d'autres régions ont eu des débordements plus sporadiques et le bilan final fut de 261 municipalités touchées.

**Inondations printanières de 2017 au Québec**

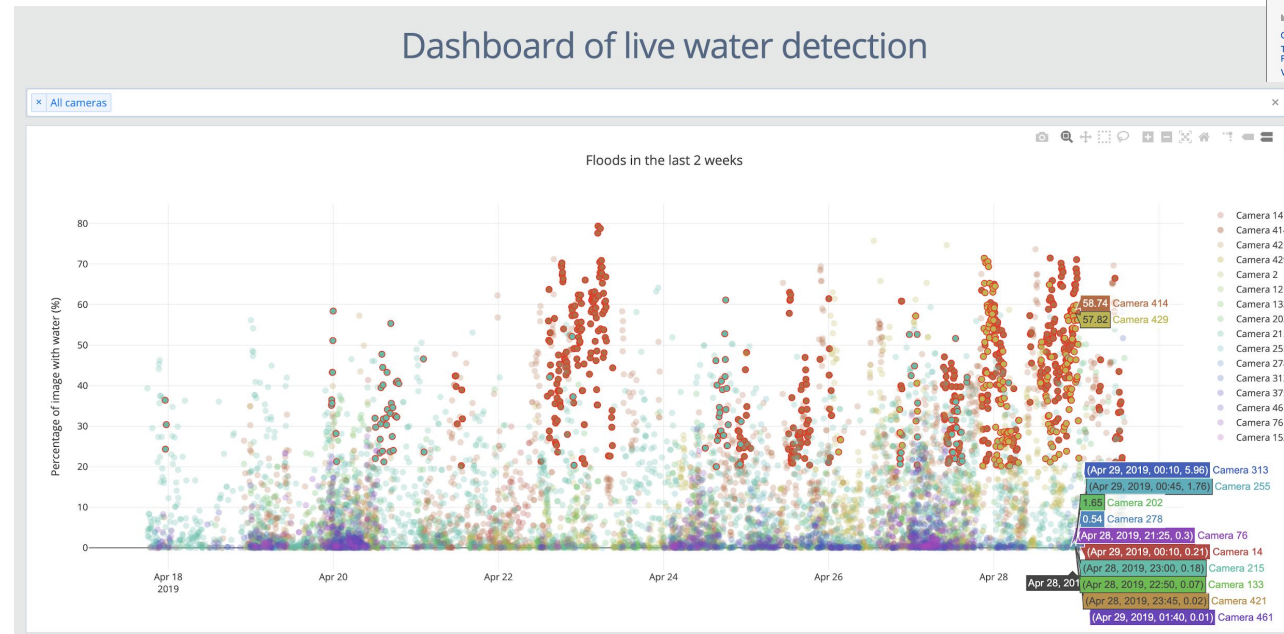
Rue inondée dans Cartierville à Montréal

Localisation	
<b>Pays</b>	Canada
<b>Régions affectées</b>	Sud du Québec (Outaouais, région métropolitaine de Montréal, Montérégie, Mauricie, Bois-Francs, Beauce, Estrie, Gaspésie, Côte-Nord, Lac Saint-Jean) Est de l'Ontario

# Détection d'inondations par segmentation sémantique

## Applications potentielles

- Suivi de l'état des routes et avertissement d'inondations
- Documentation historique de l'inondation des rues
- Miner l'historique pour des inondations ponctuelles
  - Bris d'aqueduc



WIKIPÉDIA L'encyclopédie libre

Non connecté Discussion Contributions Créer un compte Se connecter

Article Discussion Lire Modifier Modifier le code Voir l'historique Rechercher dans Wikipédia

## Inondations printanières de 2019 en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick

Cet article concerne un événement récent ou en cours. Ces informations peuvent manquer de recul, ne pas prendre en compte des développements récents ou changer à mesure que l'événement progresse. Le titre lui-même peut être provisoire. N'hésitez pas à l'améliorer en veillant à citer vos sources. La dernière modification de cette page a été faite le 10 juin 2019 à 18:51.

Les inondations printanières de 2019 en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick sont des crues exceptionnelles des cours d'eau de l'est de l'Ontario, du sud Québec et de la région du fleuve Saint-Jean au Nouveau-Brunswick, au Canada, due à la fonte des neiges au printemps, à laquelle se sont ajoutés de nombreux épisodes de pluie qui ont donné des cumuls anormalement élevés pour avril et mai.

Au Québec, 6 681 résidences de 51 municipalités furent inondées dans cinq zones principales, dont la région de Montréal, et 3 458 furent isolés à cause des glissements de terrain et des routes submergées<sup>1</sup>, faisant quelque 13 500 sinistrés<sup>2</sup>. Au Nouveau-Brunswick, 15 collectivités furent affectées et 69 routes, ainsi que 45 ponts, furent fermées ou partiellement fermés<sup>3</sup>. Une personne est morte dans un accident d'automobile lié aux inondations<sup>4</sup>.

Suivent l'expérience des inondations printanières de 2017 au Québec, les Forces armées canadiennes ont été appelées pour soutenir les autorités locales et les volontaires dans les régions où que les rivières ont montré des signes de crues et que les prévisions météorologiques montrent un risque grandissant. Plus de 2 000 soldats canadiens ont été déployés dans ces

### Inondations printanières de 2019 en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick

Rivière-des-Prairies débordant à Carletonville, Montréal

Localisation

Pays 🇨🇦 Canada

Régions affectées Sud du Québec (Outaouais, région métropolitaine de Montréal, Montérégie, Mauricie, Bois-Francs, Basco, Estrie, Est de l'Ontario, Nouveau-Brunswick.

# Conclusion

- **Création d'un jeu de données très riche**
  - Beaucoup d'autres analyses potentielles
  - Opportunité unique : la ville ne sauvegarde pas les images
- **Notre méthode de comptage permet de retourner dans le passé pour vérifier les conditions d'occupations**
  - Certaines corrections devront être faites: changements d'angles
- **Notre méthode pour déterminer le ratio camions/véhicules semble prometteuse**
  - Une incertitude est nécessaire pour des comptages peu élevés
- **La segmentation d'image permet de suivre ou découvrir des événement environnementaux**
  - Peut s'appliquer à d'autres domaines, comme la couverture de neiges
- **Notre intérêt à long terme, modéliser les comptages entre les caméras et fusionner d'autres données, e.g. capteurs MQTT**



**Fin**

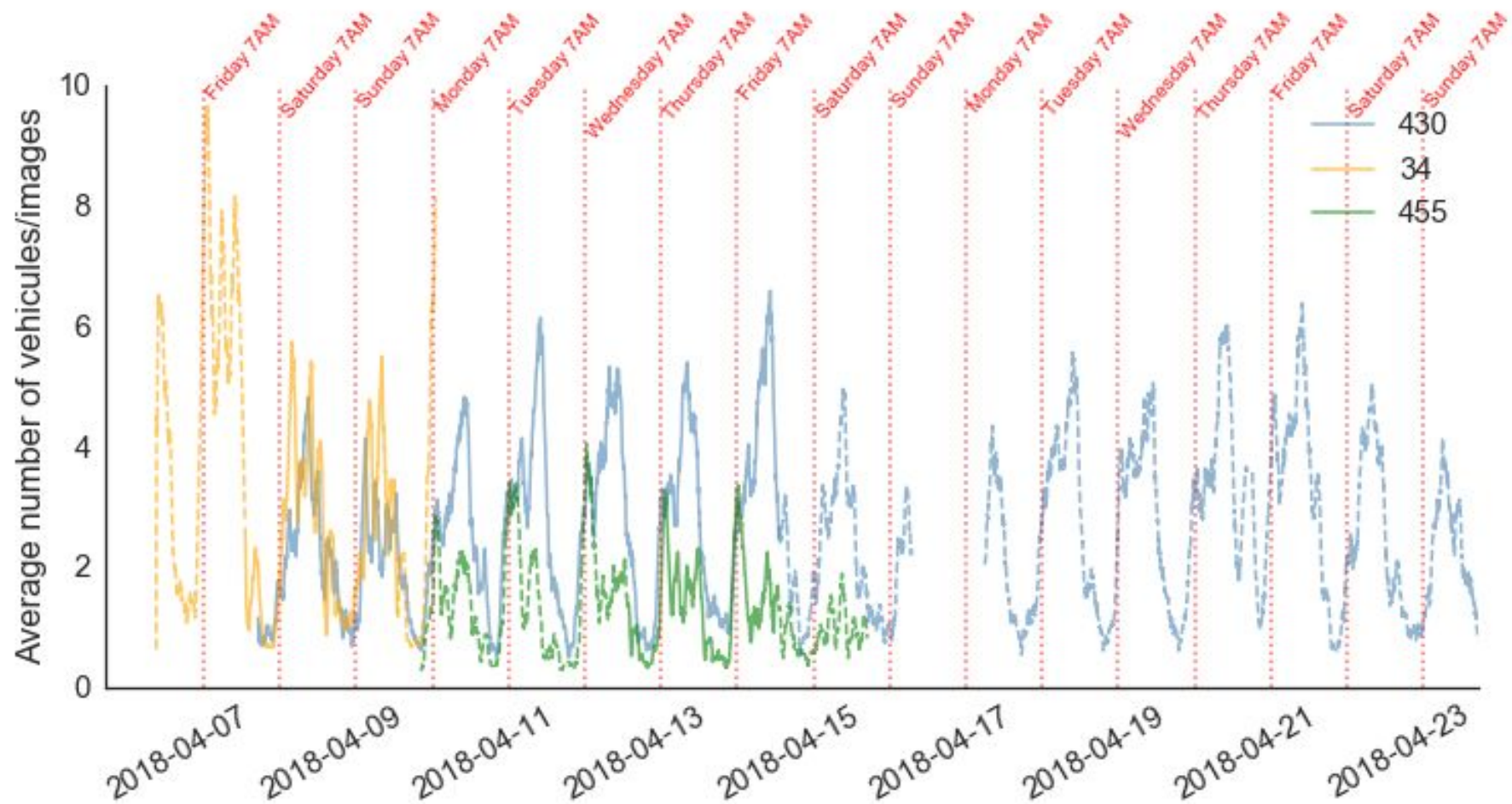


**jean-francois.rajotte@ crim.ca**

**www.crim.ca**



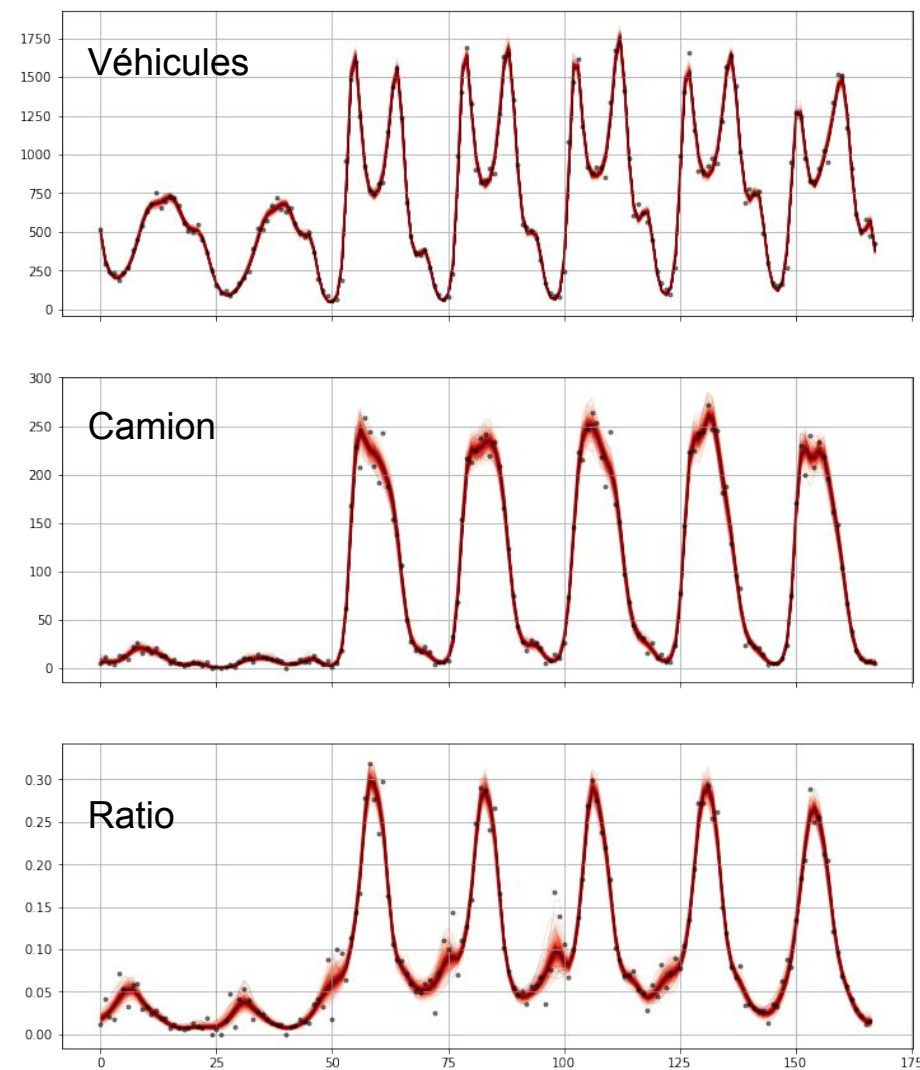
Tous droits réservés © 2018 CRIM – Centre de recherche informatique de Montréal  
101 - 405, avenue Ogilvy, Montréal (Québec) H3N 1M3 514 840-1234 / 1 877 840-2746





# Modélisation par processus gaussien

## Comptage VdM



# Modélisation par processus gaussien



## Comptage image

