



**IMT Atlantique**  
Bretagne-Pays de la Loire  
École Mines-Télécom

Modèle prédictif du vol à vélo  
dans la ville de Toronto à partir  
de séries chronologiques et de  
données démographiques

**MORENO Tatiana, CARRENO  
Diego et MEJIA Johan**

IMT Atlantique  
2020

# SOMMAIRE

1. Introduction
2. Analyse juridique
3. Objectifs
4. Notre produit
5. Conclusions



**IMT Atlantique**  
Bretagne-Pays de la Loire  
École Mines-Télécom

### 1. Introduction

### 2. Analyse juridique

### 3. Objectifs

### 4. Notre produit

### 5. Conclusions

- L'utilisation de la bicyclette a considérablement augmenté au cours de la dernière décennie en tant que moyen de transport durable

- ▶ L'utilisation de la bicyclette a considérablement augmenté au cours de la dernière décennie en tant que moyen de transport durable
- ▶ Plus de 800 villes utilisent le vélo comme moyen de transport

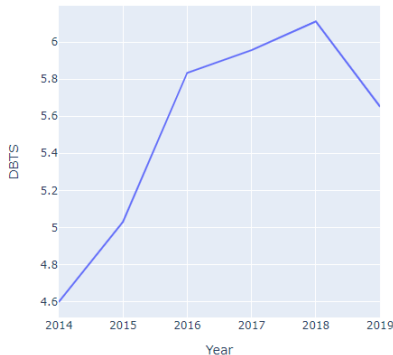
- ▶ L'utilisation de la bicyclette a considérablement augmenté au cours de la dernière décennie en tant que moyen de transport durable
- ▶ Plus de 800 villes utilisent le vélo comme moyen de transport
- ▶ Plus de 50 % de la population humaine sait comment faire du vélo d'ici 2050

- ▶ L'utilisation de la bicyclette a considérablement augmenté au cours de la dernière décennie en tant que moyen de transport durable
- ▶ Plus de 800 villes utilisent le vélo comme moyen de transport
- ▶ Plus de 50 % de la population humaine sait comment faire du vélo d'ici 2050
- ▶ 884 accidents par milliard de kilomètres sont signalés dans l'Île-de-France et le Londrès, ce qui favorise la pratique du vélo dans le monde entier.

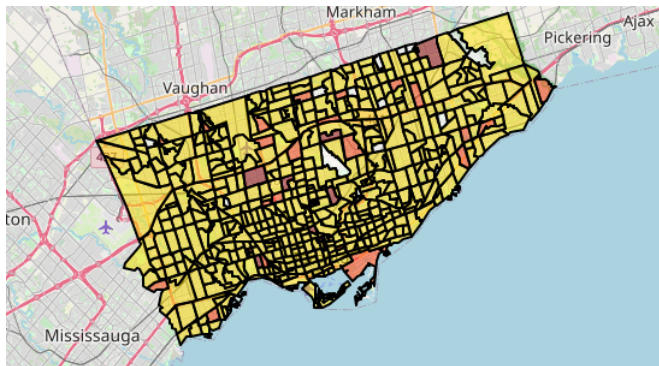
<https://www.bikeradar.com/advice/fitness-and-training/30-great-benefits-of-cycling/>

<https://dailyhive.com/toronto/toronto-bike-thefts-statistics>

- ▶ En 2018, 3937 vélos ont été volés en Toronto, et on estime qu'environ 144 vélos sont volés pour 100000 habitants
- ▶ \$2084 ont été impliqués dans le coût moyen des sinistres d'assurance.







- ▶ 21673 dossiers de vol de vélos entre les années 2014 et 2019
- ▶ Informations sur le recensement de 2016.

# Chapitre 1 : Introduction

## Introduction aux données: Série temporelles

7

Introduction

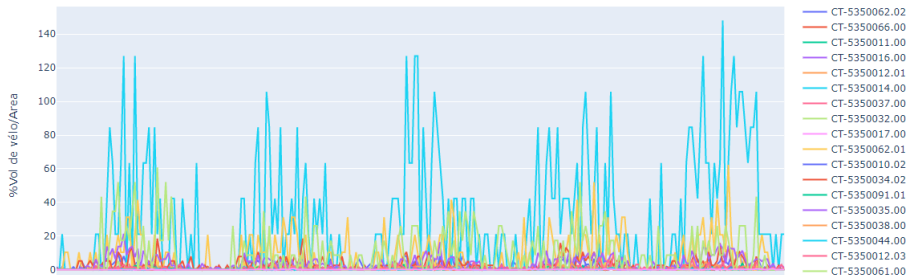
Analyse juridique

Objectifs

Notre produit

Conclusions

Références



- ▶ Relevés horaires des différents vols de vélos
- ▶ Regroupement des informations par semaine et par région (*Census Track*)
- ▶ 27 régions à analyser en Toronto, pour la prédiction de leur contexte global.

### 1. Introduction

### 2. Analyse juridique

### 3. Objectifs

### 4. Notre produit

### 5. Conclusions

Sous réserve de cette licence, Statistique Canada accorde une licence mondiale, libre de redevance et non exclusive à:

- Utiliser, reproduire, publier, distribuer librement ou vendre l'information

Sous réserve de cette licence, Statistique Canada accorde une licence mondiale, libre de redevance et non exclusive à:

- ▶ Utiliser, reproduire, publier, distribuer librement ou vendre l'information
- ▶ Utiliser, reproduire, publier, distribuer librement ou vendre des produits à valeur ajoutée

Sous réserve de cette licence, Statistique Canada accorde une licence mondiale, libre de redevance et non exclusive à:

- ▶ Utiliser, reproduire, publier, distribuer librement ou vendre l'information
- ▶ Utiliser, reproduire, publier, distribuer librement ou vendre des produits à valeur ajoutée
- ▶ Accorder une sous-licence pour tout ou partie de ces droits, selon des conditions conformes à la présente licence.

Le Service de police de Toronto décline expressément toute représentation et garantie. En outre, il convient de noter que l'utilisation des informations est soumise à:

- ▶ Informations préliminaires sujettes à modification.
- ▶ Décliné toute responsabilité en cas d'erreur, d'omission ou d'inexactitude dans les informations fournies.
- ▶ Utilisation des données à des fins précises. Les informations fournies en ce qui concerne les lieux sont approximatives. Il est du devoir de l'utilisateur de ne pas se fonder sur les données fournies ici à des fins de comparaison dans le temps, ou pour quelque raison que ce soit.

### 1. Introduction

### 2. Analyse juridique

### 3. Objectifs

### 4. Notre produit

### 5. Conclusions



## Objectif général

Analyser les conditions technologiques, géographiques et opérationnelles pour la mise en place d'un modèle d'analyse de données afin de diminuer le taux de vol de vélos dans le ville de Toronto.

## Objectifs spécifiques

- ▶ Déterminer les principaux facteurs qui contribuent au vol, afin de le prévenir et d'augmenter le taux de récupération des vélos.
- ▶ Développer un modèle qui clarifie les facteurs de risque et, en utilisant des techniques de science des données, détermine les facteurs communs afin de prédire la probabilité de vol dans les villes étudiées.
- ▶ Générer une carte thermique avec des informations pertinentes par zone.

### 1. Introduction

### 2. Analyse juridique

### 3. Objectifs

### 4. Notre produit

### 5. Conclusions

# Chapitre 4 : Notre produit

## Aide au gouvernement

14

Introduction

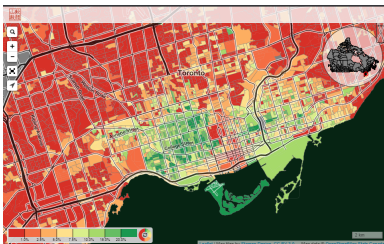
Analyse juridique

Objectifs

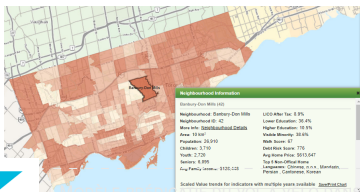
Notre produit

Conclusions

Références



Notre idée est de mettre en place une application dans laquelle il est possible d'observer la prédiction des vols de vélos dans l'espace, et d'analyser à son tour l'histoire de ces derniers, dans de petites portions de la ville (Census Tract)



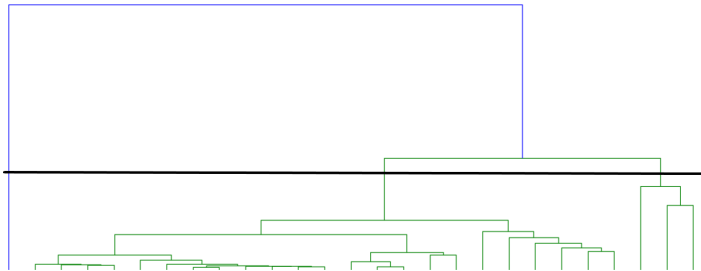
Un accord serait négocié avec le gouvernement canadien pour le développement de l'application, sous certaines conditions :

- ▶ Accès à plus d'informations sur le vol de vélos dans d'autres villes
- ▶ Accès plus fréquent aux informations sur la population (pas seulement tous les 5 ans)
- ▶ Financement du projet (équipement, outils, ingénieurs, etc.)

Quelques services pourraient être :

- ▶ Application universelle, permettant de prévoir les vols de vélos dans plusieurs villes du Canada
- ▶ Mises à jour des applications de temps en temps
- ▶ Développement d'outils permettant de prévoir les vols en temps réel

- ▶ Vu le nombre de régions, il a été décidé de les regrouper.
- ▶ L'algorithme utilisé était la classification herarchique.
- ▶ Trois groupes ont été trouvés.



# Chapitre 4 : Notre produit

## Prévision des séries chronologiques

18

Introduction

Analyse juridique

Objectifs

Notre produit

Conclusions

Références

- ▶ Le réseau LSTM pour chaque groupe trouvé
- ▶ Code d'identification de chaque groupe avec statut initial
- ▶ Différentes cellules LSTM pour chaque architecture.

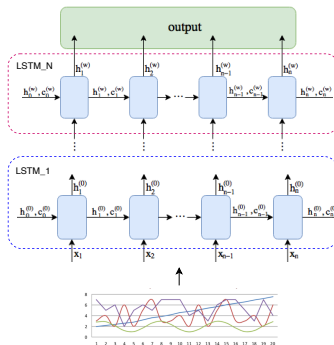


Table: Série d'expérimentations

Cluster	hidden dim	rnn layers	dropout	Lr	epochs	Best loss
1	300	4	0.3	1e-5	200	<b>14.47</b>
1	500	4	0.4	1e-5	300	15.89
1	500	2	0.3	1e-4	300	14.72
2	300	4	0.3	1e-5	200	34.179
2	700	7	0.8	1e-4	500	32.89
2	600	4	0.8	1e-4	200	<b>30.02</b>



# Chapitre 4 : Notre produit

## Prévision des séries chronologiques

20

Introduction

Analyse juridique

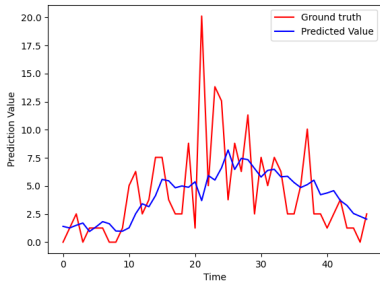
Objectifs

Notre produit

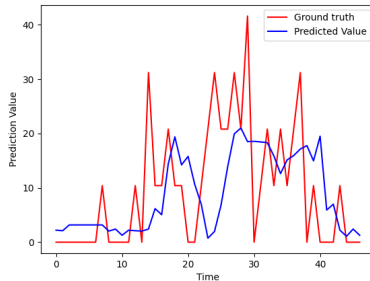
Conclusions

Références

Prediction in Test for CT :5350035.00



Prediction in Test for CT :5350062.01



En général, on observe que le manque d'information affecte dans une large mesure l'obtention d'un bon modèle. Le modèle du cluster 1 présente une meilleure performance que celui proposé pour la cluster 2, néanmoins les deux possèdent des erreurs élevées au moment de prédire le pourcentage de vols.

# Chapitre 4 : Notre produit

## Résultats escomptés

21

Introduction

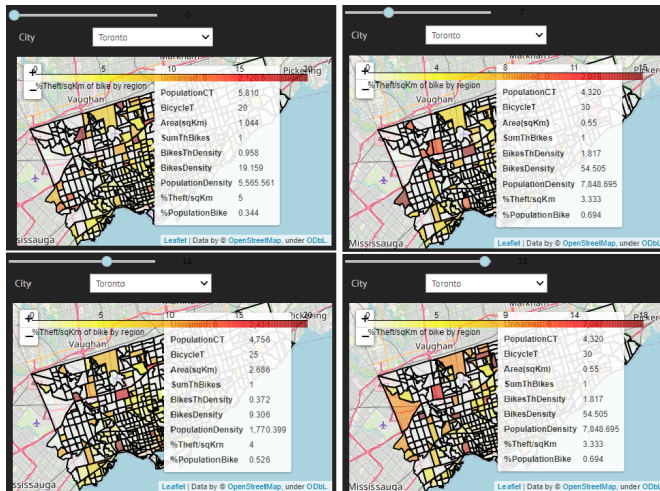
Analyse juridique

Objectifs

Notre produit

Conclusions

Références



### 1. Introduction

### 2. Analyse juridique

### 3. Objectifs

### 4. Notre produit

### 5. Conclusions

- ▶ Dans ce travail, nous avons développé un modèle qui pourrait être utilisé par les entités gouvernementales pour aider à prévenir et à réduire le vol de vélos dans la ville de Toronto.
- ▶ Il a été observé que cet algorithme était capable de trouver les similitudes intrinsèques des CT dans la base de données.
- ▶ Les résultats montrent que la série prédite tend vers la moyenne de la série originale, ce qui prouve que le réseau permet de rechercher la distribution mondiale de l'information.
- ▶ Le manque d'information affecte dans une large mesure l'obtention d'un bon modèle
- ▶ Pour les travaux futurs, un modèle généralisé devrait être élaboré pour tous les CT de la ville



Kenneth Chan, *The number of reported bike thefts in toronto is rising: report*, 2019 (entré le décembre 10, 2020).



Elliot Fishman and Paul Schepers, *Global bike share: What the data tells us about road safety*, Journal of Safety Research (2016).



Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, *Deep learning*, MIT Press, 2016, <http://www.deeplearningbook.org>.



Ronald Inglehart and Christian Welzel, *Modernization, cultural change, and democracy: The human development sequence*, Cambridge University Press, 2005.



Brian Casey Langford, Jiaoli Chen, and Christopher R. Cherry, *Risky riding: Naturalistic methods comparing safety behavior from conventional bicycle riders and electric bike riders*, Accident Analysis and Prevention (2015).



Wolfgang Lutz, Warren Sanderson, and Sergei Scherbov, *The end of world population growth*, Nature (2001).



Bike Radar, *27 great benefits of cycling*, 2020 (entré le décembre 10, 2020).



J. P. Schepers, E. Fishman, P. Den Hertog, K. Klein Wolt, and A. L. Schwab, *The safety of electrically assisted bicycles compared to classic bicycles*, Accident Analysis and Prevention (2014).



Leszek J. Sibilski, *Why we need to encourage cycling everywhere*, 2015 (entré le Décembre 09, 2020).



IEEE Spectrum, *Alternative transportation*, 2020 (entré le décembre 10, 2020).



Jens von Bergmann, Dmitry Shkolnik, and Aaron Jacobs, *cancensus: R package to access, retrieve, and work with canadian census data and geography*, 2020, R package version 0.3.2.



Michael Wegener, *Overview of Land Use Transport Models*,  
Handbook of Transport Geography and Spatial Systems, 2004.





**IMT Atlantique**  
Bretagne-Pays de la Loire  
École Mines-Télécom

Modèle prédictif du vol à vélo  
dans la ville de Toronto à partir  
de séries chronologiques et de  
données démographiques

MORENO Tatiana, CARRENO  
Diego et MEJIA Johan

IMT Atlantique  
2020