

# Peut-on simuler les interactions entre les véhicules automatisés et les usagers vulnérables?

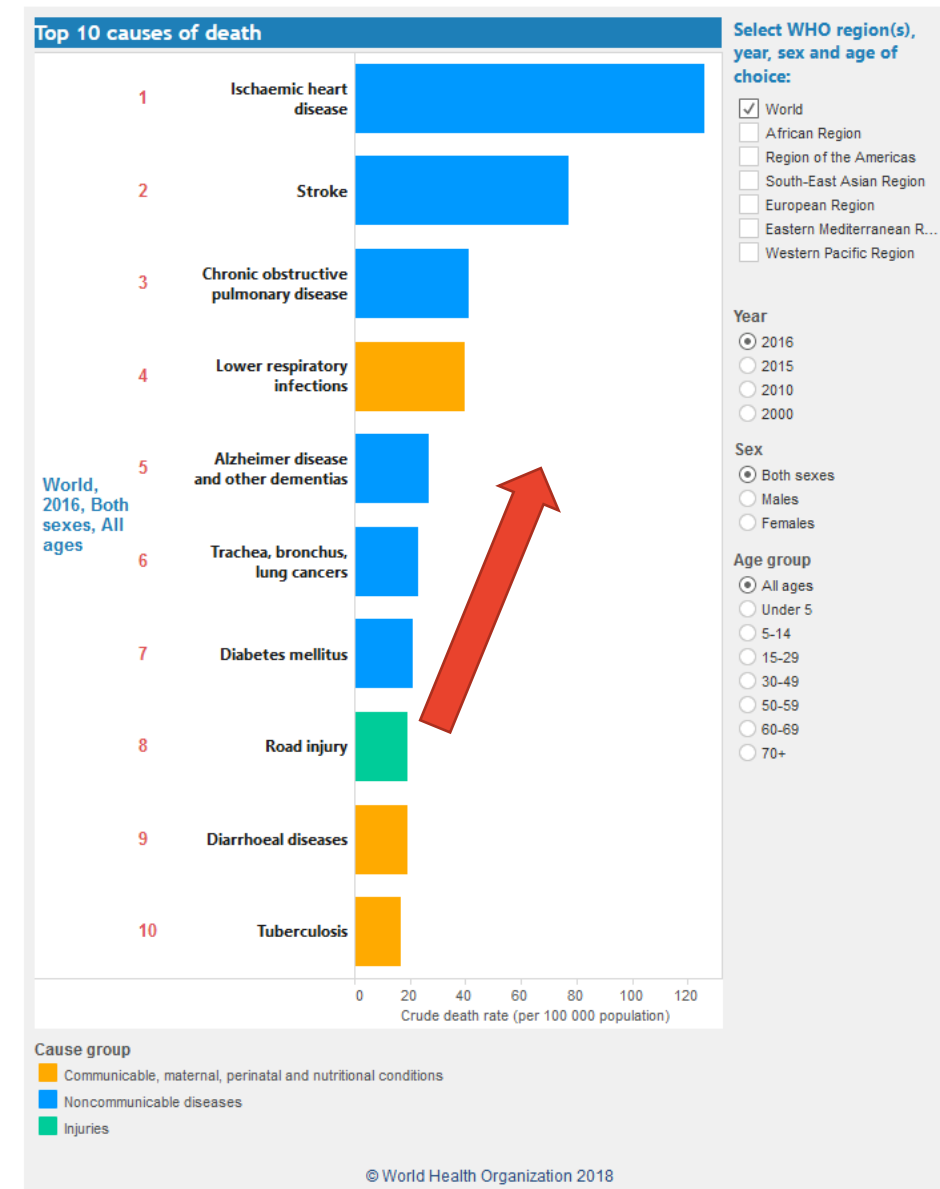
- Nicolas Saunier
- Polytechnique Montréal



# Non!

# Motivation: la sécurité routière

- 1,25 millions de morts par an
- >50 millions de blessés par an



# Motivation: la sécurité routière

- « 95 % des accidents sont causés par des erreurs humaines »
- La solution passe par l'**automatisation** de la conduite

# Il reste deux problèmes

1. La **transition**: circulation composée de véhicules avec différents niveaux d'automatisation
2. Les **interactions** avec les **usagers vulnérables**

11,595 views | Sep 6, 2018, 11:55am

## Waymo Shifts To 'Industrializing' Self-Driving Tech As Robotaxi Launch Nears



Alan Ohnsman Forbes Staff

Transportation

I write about technology-driven changes reshaping mobility

f

tw

in

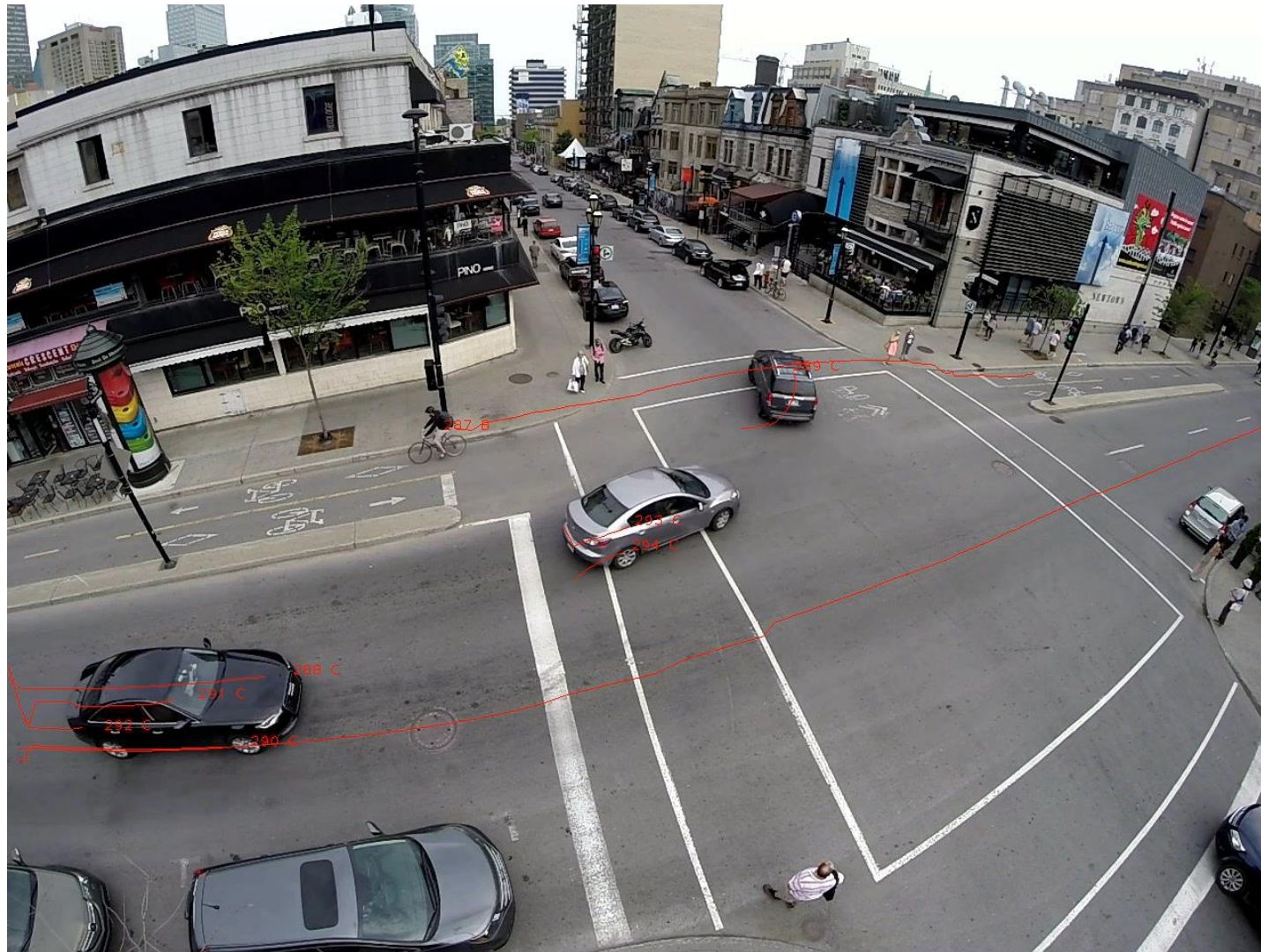


Dmitri Dolgov, Waymo's CTO and vice president of engineering, says after nearly a decade of R&D work and rigorous testing the company is ready to begin its robotaxi service in Phoenix. WAYMO

It's nearly showtime for Waymo CTO Dmitri Dolgov.

# Comment diagnostiquer la sécurité routière?

1. Construire des routes et attendre des morts
2. Observer les comportements et interactions (conflits) entre usagers



# Comment diagnostiquer la sécurité routière?

3. **Simuler** la circulation et des accidents ou des conflits



# Peut-on simuler la circulation et des accidents/conflits?

- Surrogate Safety Assessment Methodology (SSAM)

- validation sur 83 carrefours (Canada et ÉU)
  - $Accidents = 0.119 \times Conflicts^{1.419}$ ,  $R^2=0.41$
  - corrélation de Spearman de 0.463 entre les classements
- meilleurs modèles basés sur les débits

*Gettman, D., Pu, L., Sayed, T., Shelby, S., & Siemens, I. T. S. (2008). Surrogate safety assessment model and validation (No. FHWA-HRT-08-051). United States. Federal Highway Administration. Office of Safety Research and Development.*

# Peut-on simuler la circulation et des accidents/conflits?

- « 95 % des accidents sont causés par des erreurs humaines »
- Les conducteurs modélisés ne font pas d'**erreurs**, respectent le code de la route et ont des capacités de perception surhumaines

The car-following models implemented in AIMSUN are based on the Gipps model [9], [17], [18]. Vehicles accelerate to achieve the desired speed and decelerate when drivers have to avoid a collision while trying to maintain the desired speed. The maximum speed depends on acceleration as expressed in (4).

$$V_a(n, t + T) = V(n, t) + 2.5a(n)T \times \left(1 - \frac{V(n, t)}{V^*(n)}\right) \sqrt{0.025 + \frac{V(n, t)}{V^*(n)}} \quad (4)$$

where

- $V(n, t)$  is the speed of vehicle  $n$  at time  $t$ ;
- $V^*(n)$  is the desired speed of vehicle  $n$  for the current section;
- $a(n)$  is the maximum acceleration for vehicle  $n$ ;
- $T$  is the reaction time (this is equal to simulation step).

$$V_b(n, t + T) = d(n)T + \sqrt{d(n)^2T^2 - d(n) \left(2 \{x(n-1, t) - s(n-1) - x(n, t)\} - V(n, t)T - \frac{V(n-1, t)^2}{d'(n-1)}\right)} \quad (5)$$

The speed is also influenced by vehicle characteristics and the limitation imposed by the leader vehicle, as shown in (5) at the bottom of the page

where

- $d(n)$  is the maximum deceleration desired by vehicle  $n$ ;
- $x(n, t)$  is the position of vehicle  $n$  at time  $t$ ;
- $x(n-1, t)$  is the position of preceding vehicle  $(n-1)$  at time  $t$ ;
- $s(n-1)$  is the effective length of vehicle  $(n-1)$ ;
- $d'(n-1)$  is an estimate of the desired deceleration of vehicle  $(n-1)$ .

The maximum desired speed during simulation is the lower value returned by (4) and (5). Further details about the model can be found in [17].

Conducteur simulé = VA avec un long temps de perception et de réaction

=> Besoin de nouveaux modèles de conduite, d'un « less-than-perfect driver model »

*Xin, W., Hourdos, J., Michalopoulos, P., & Davis, G. (2008). The less-than-perfect driver: a model of collision-inclusive car-following behavior. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2088), 126-137.*

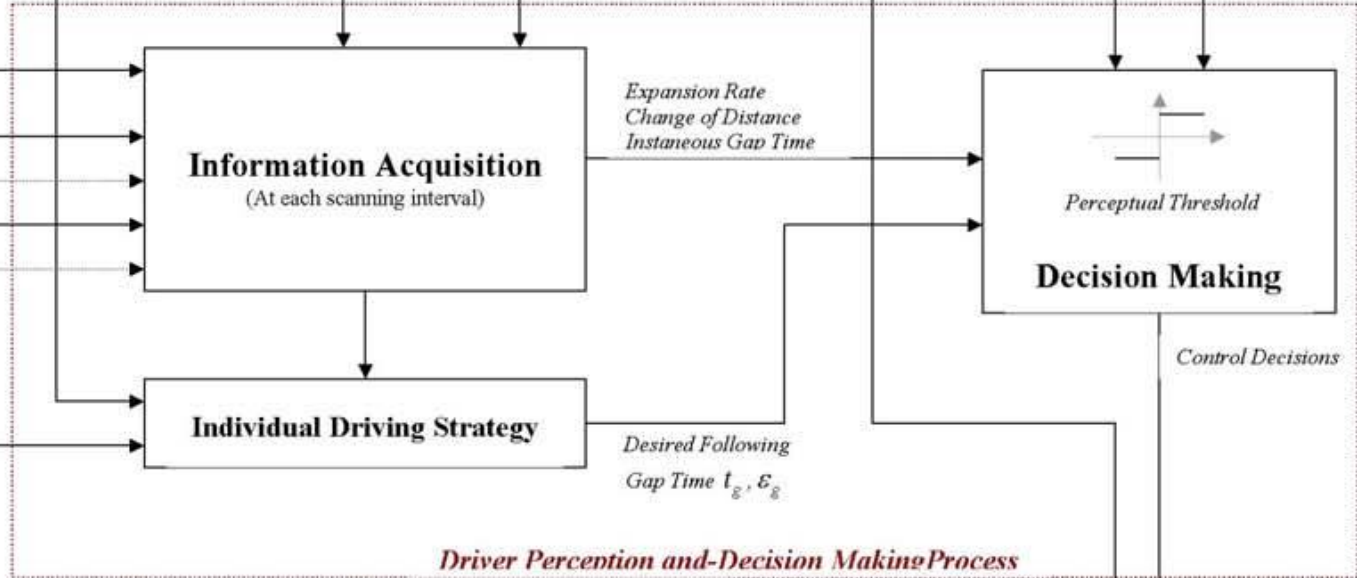
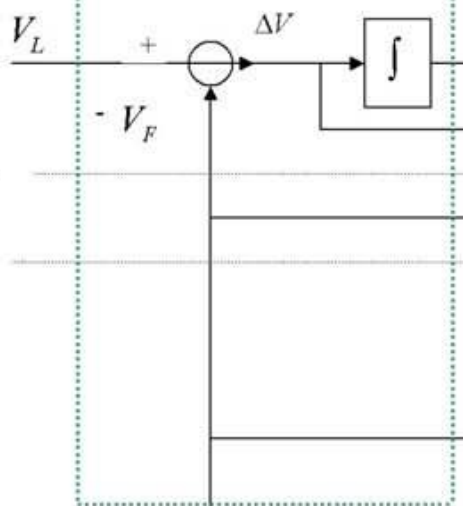
**Outside World:**  
Situational and Environmental Factors

**Environmental Factors:**  
Geometry, Weather, Illumination, Sun glare

**Situational Factors:**  
Individual Vehicles Dynamics Interactions

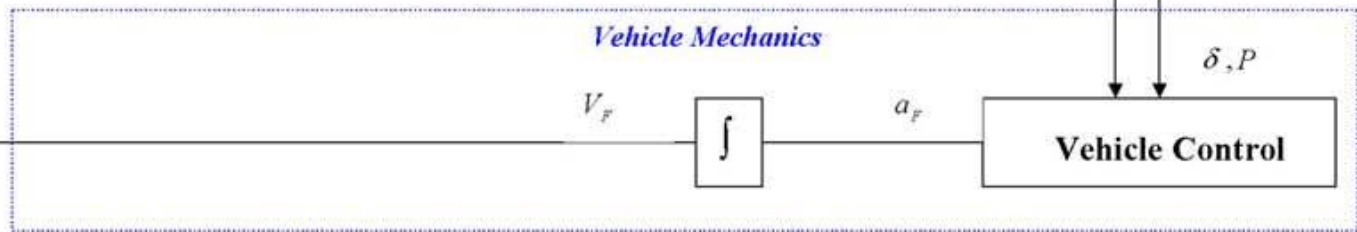
**Personal Factors**  
Skill, Age, Emotion, Fatigue, Alcohol or Drugs

Lead Vehicle  
Vehicle on adjacent lanes  
Vehicles ahead in the same lane



**Driver Perception and-Decision Making Process**

**Vehicle Mechanics**

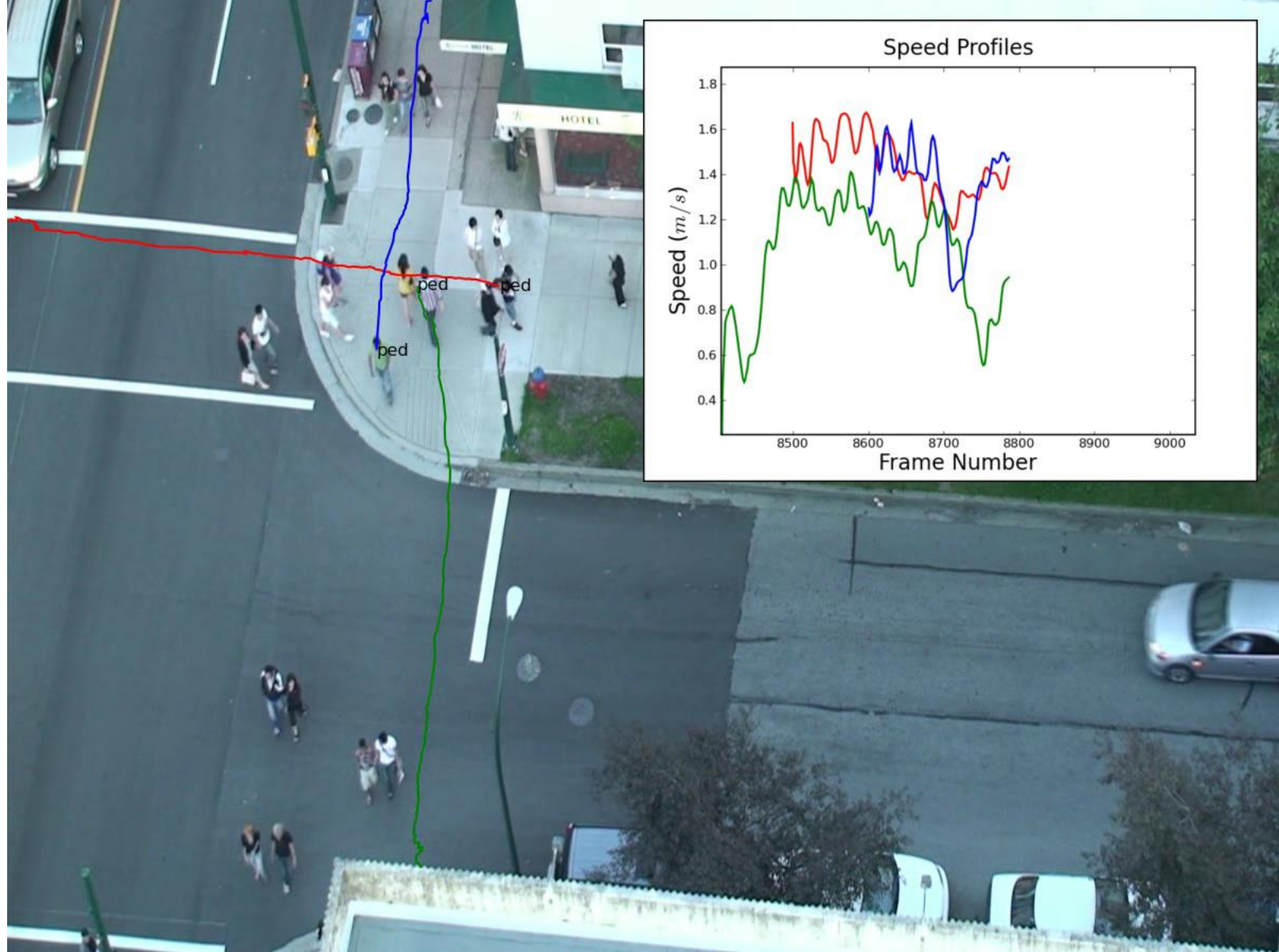


- $V_L$  : Lead vehicle speed
- $V_F$  : Following vehicle speed
- $\Delta V$  : Relative speed
- $a_f$  : Following vehicle acceleration
- $\delta$  : Acceleration pedal position
- $P$  : Braking pressure

**DVU: Driver-Vehicle Unit**

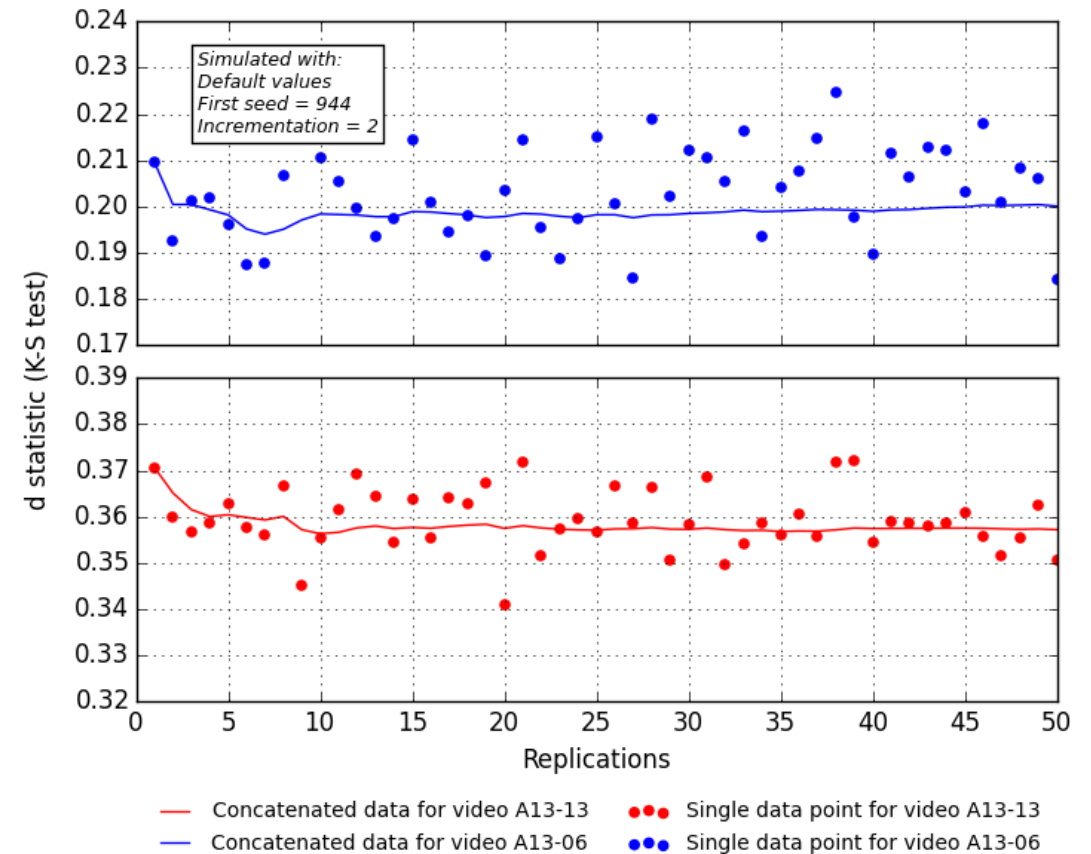
Il manque aussi...

Des modèles des piétons et cyclistes  
« imparfaits » et  
« délinquants »



# Il manque aussi...

## Une **calibration** et **validation** des modèles



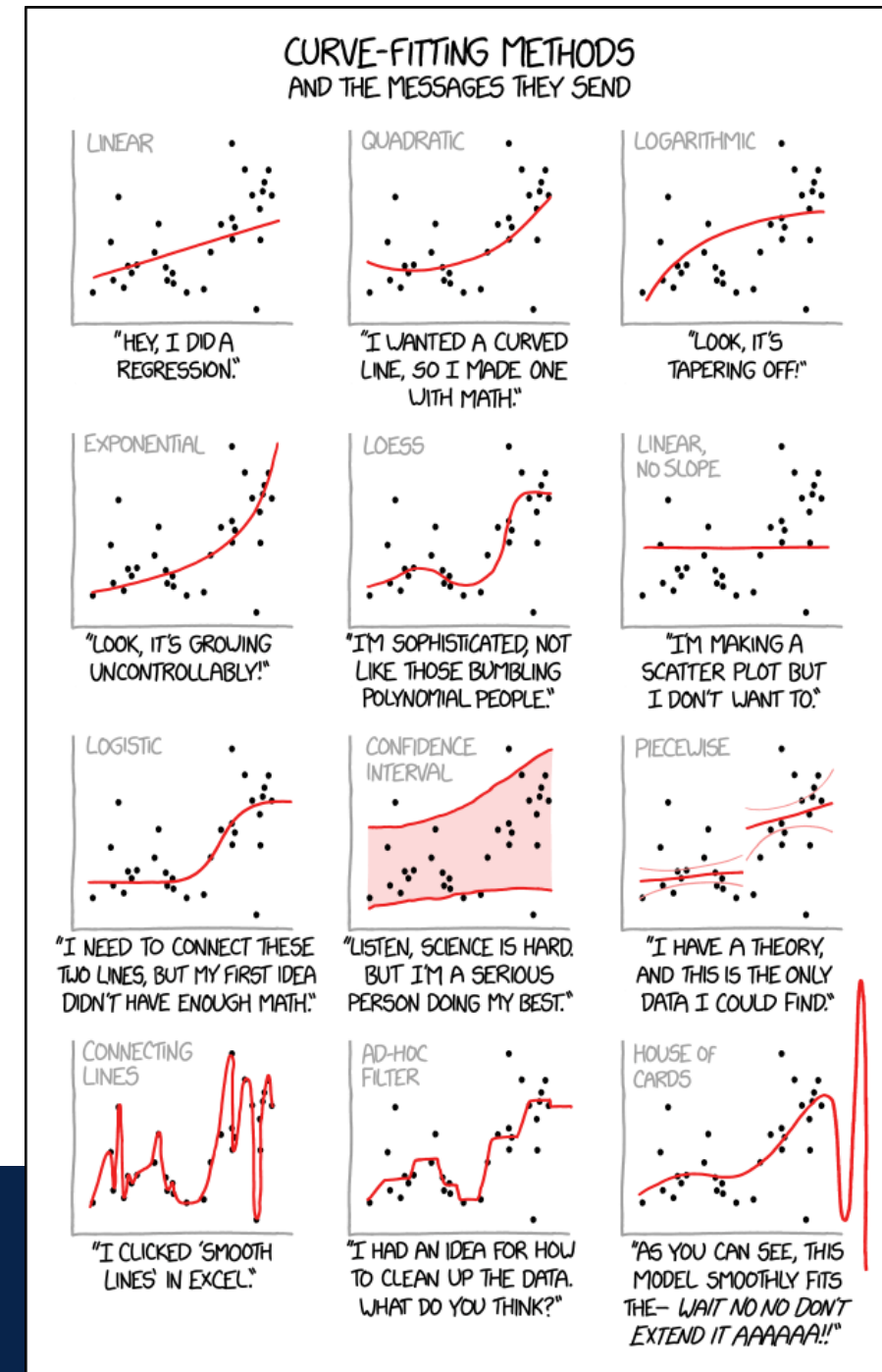
*Gauthier, L. (2015). Méthode de calibration des logiciels de microsimulation routière à l'aide de l'optimisation sans dérivées (Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal). Tiré de <https://publications.polymtl.ca/1984/>*

# Il manque aussi...

## Une calibration et validation des modèles

XKCD <https://www.xkcd.com/2048/>

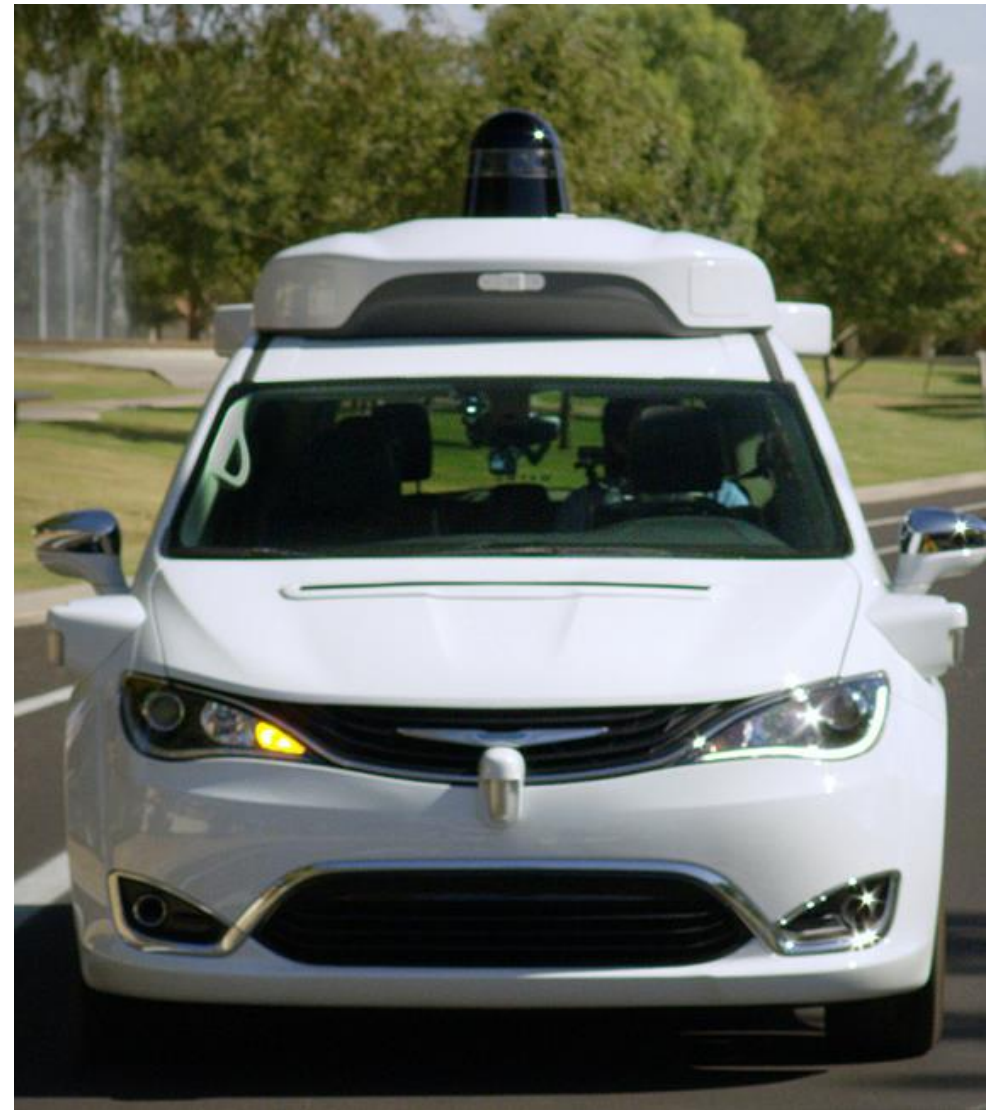
Réunion Annuelle des Utilisateurs du logiciel Aimsun du Québec 2018





# Il manque aussi...

## Des données pour calibrer



# Conclusion

- Peut-on simuler les interactions entre les véhicules automatisés et les usagers vulnérables? **Non**
- Des **observations** des VA et des usagers vulnérables sont nécessaires

# Conclusion

- Que peut-on faire avec des modèles plus **simples**?

# Merci!

- Nicolas Saunier - Polytechnique Montréal  
nicolas.saunier@polymtl.ca

