Etude du trafic sur une route circulaire à l'aide d'automates cellulaires

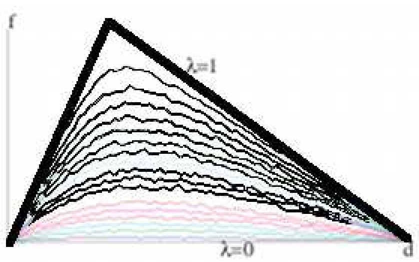
Plan :

1. Introduction
2. Qu'est-ce qu'un automate cellulaire ?
3. Le modèle de Nagel-Schreckenberg
4. Le modèle BLM
5. Conclusion

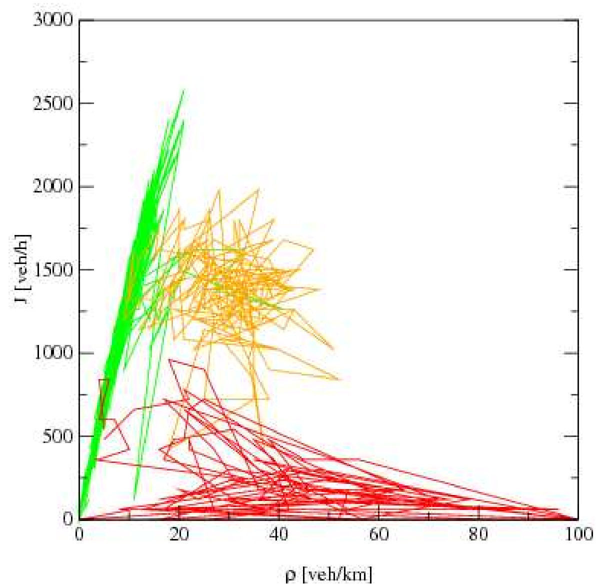
Introduction

trafic routier : pas linéaire !
trois approches possibles :
– macroscopique (→ fluide)
– microscopique
– "mésoscopique" (→ automates cellulaires)

première approche



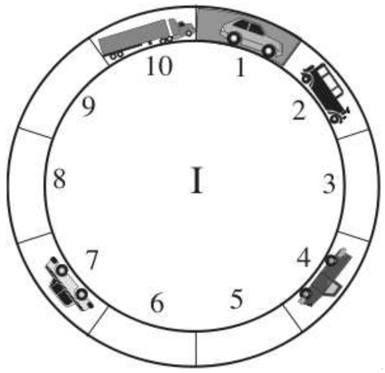
situation réelle



Qu'est-ce qu'un automate cellulaire ?

- pionnier : von Neumann, années 1940, première théorisation en 1969
- ensemble de cellules
- 2 états
- temps discret
- règles simples appliquées à chaque tour

application au trafic : route discrète = n cases en dimension 1, vitesse $\in [0, v_{max}]$, t tours
case activée $\leftrightarrow$ véhicule



Le modèle de Nagel-Schreckenberg

4 étapes :

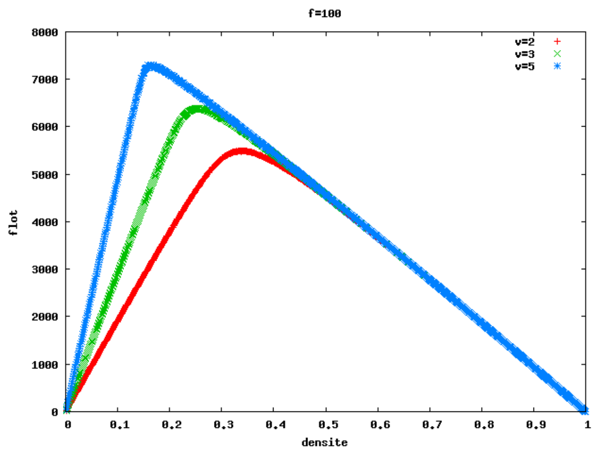
1. *accélération* : si $v < v_{max}$, $v \leftarrow v + 1$
2. *décélération* : si il existe un autre véhicule à une distance $d < v$, $v \leftarrow d - 1$
3. *freinage aléatoire* : avec une probabilité f, $v \leftarrow v - 1$
4. *mouvement* : les véhicules avancent

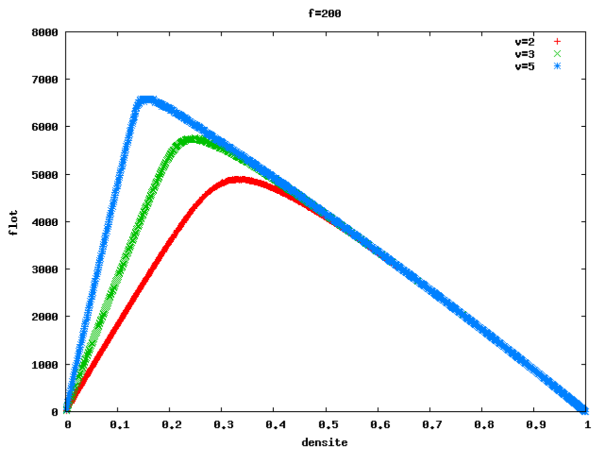
modèle grossier : 1 case = 1 voiture, pas de différenciation voitures/camions, freinage quasi aléatoire et parfois immédiat ...

Caractéristiques de mon implémentation de l'algorithme

- matrice $r \times 3$
- probabilités de freinage différentes
- complexité :
  $4r + 5n + t[3r + 21n + (n+1)(r-n) + 14] + 3$
  $= O(ntr))$

Résultats obtenus pour $r = 10000$, n variant de 10 à 10000 par pas de 10, $t = 1000$:





Deux paramètres adaptables :
- *f* : fixe la valeur du maximum
- v_{max} : fixe la pente de l'écoulement libre

Le modèle BLM

Nouvelle variable : b_n ($\rightarrow$ feux de freinage)
$t_h = \frac{d_n}{v_n}$, $t_s \in [6, 11$secondes] (fonction de v ?)

5 étapes :

1. *paramètre de freinage* : p $= \begin{cases} p_b & \text{si } b_{n+1} = 1 \text{ et } t_h < t_s \\ p_0 & \text{si } v_n = 0 \\ p_d & \text{sinon} \end{cases}$
2. *accélération* : comme NgSch
3. *décélération* : $v_n(t+1) = \min(d_n^{eff}, v_n(t))$ et $d_n^{eff} = d_n + max(\underbrace{\min(d_{n+1}, v_{n+1})}_{v_{anticipee}} - \underbrace{p_{securite}}_{\text{parametre}\geq 1}, 0)$
4. *freinage aléatoire* : v_n est réduite d'une unité avec une probabilité p, et dans ce cas $b_n \leftarrow 1$
5. *mouvement* : comme NgSch

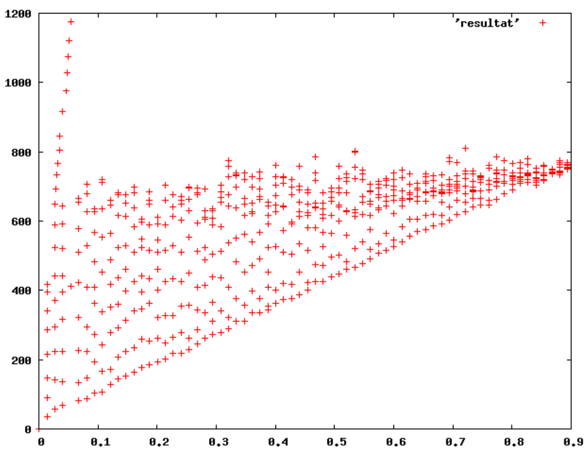
Résultats du modèle BLM

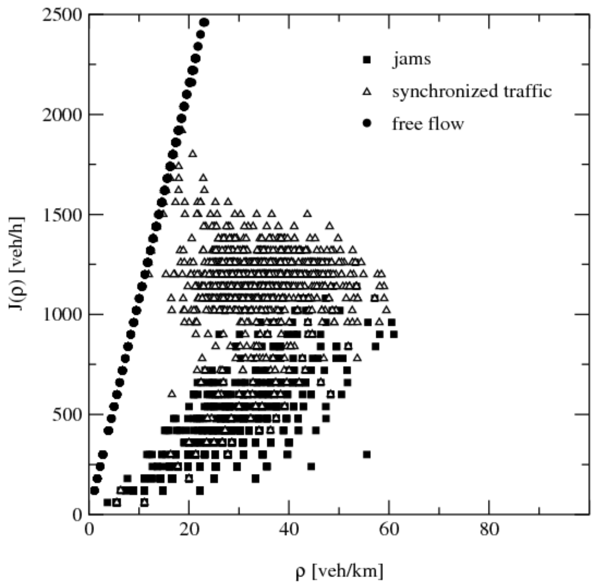
Les véhicules peuvent se suivre de plus près $\rightarrow$ plus proche de la réalité
Deux "raffinements" supplémentaires :

1. discrétisation à plus faible échelle :
   une voiture $=$ plusieurs cases
2. moyenne sur un grand nombre de simulations
   ($\rightarrow$ empiriquement, moyennes temporelles)

Implémentation en $O(t^2 + nt)$ (listes)

Résultat :





Autres résultats satisfaisants

Conclusion

BLM : assez satisfaisant
Modélisation réaliste du trafic autoroutier possible
Passage de NgSch à BLM : caractère essentiel de l'anticipation
Les recherches continuent !
Modèle de Kerner