



**IMT Lille Douai**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille



**Université  
Polytechnique**

**HAUTS-DE-FRANCE**

## Approche de comparaison des simulateurs de trafic routier

Séminaire Modélisation des réseaux de transport  
IFSTTAR - Marne-la-Vallée - 8 Mars 2019

M. Azise O. Diallo, Doctorant (DIA/IMT Lille-Douai)\*

M. Arnaud Doniec, MCF (DIA/IMT Lille-Douai)

M. Guillaume Lozenguez, MCF (DIA/IMT Lille-Douai)

M. René Mandiau, Pr (LAMIH/UPHF)

- 1 Contexte de l'étude
- 2 Présentation de la méthode
- 3 Etude de cas
- 4 Conclusion

## Les problèmes actuels soulevés par le transport de personnes

### Les congestions



### La pollution



### Le stationnement



### L'intermodalité



### Les véhicules connectés



## Les défis à relever par les AOT et AOM (*cf. Les assises de la mobilité de 2017*)

- réduire la fracture qui existe entre zones urbaines et péri-urbaines ;
- réduire l'empreinte environnementale des transports ;
- créer des synergies entre fret et transport de personnes ;
- préparer l'arrivée des véhicules communicants et autonomes (CAVs).

- **Objectif de la thèse** : proposer un outil de simulation permettant d'adresser ces nouveaux défis de mobilité à différentes échelles.
  
- **Deux cas d'études** :
  - l'intermodalité en zones péri-urbaine et rurale ;
  
  - la prise en compte des futurs véhicules autonomes et communicants.
  
- **Zones d'études** :
  - villes de taille moyenne (Douai, Valenciennes...);
  
  - communauté d'agglomération ( Douaisis Agglo...).
  
- **Financement** : l'IMT et la région Hauts-de-France

## Usage classique d'un outil de simulation

- compréhension, exploration d'un système donné ;
- validation, évaluation de modèles ;
- contrôle, pilotage de systèmes ;
- prévisions ;
- communication, formation, visualisation.

## Usages attendus de l'outil de simulation

- Déploiement de nouvelles lignes de transport
  - placement des arrêts ;
  - dimensionnement des lignes ;
  - placement des parkings ;
  - horaires et fréquence...
- Evaluation de nouvelles politiques de mobilités
  - nouvelle tarification des titres de transport ;
  - mise en place d'un péage urbain (impact sur le trafic, sur le stationnement) ;
  - mise en place des navettes autonomes ;
  - intégration des CAVs (impact sur l'infrastructure, sur la circulation...).

## □ Plusieurs simulateurs de trafic routier :

- Open source vs Propriétaire
- Microscopique vs macroscopique (mésoscopique ?)
- Modèle de trafic mathématique vs comportemental
- Petite échelle vs grande échelle
- etc.

⇒ difficulté de choisir le bon outil.

## □ Plusieurs études de comparaisons :

- Spécifique [Ejercito et al., 2017] vs Générale [Saidallah et al., 2016, Ghariani et al., 2014, Kotushevski and Hawick, 2009, Xiao et al., 2005]
- Basées sur des critères de comparaison : nature du logiciel, portabilité, documentation, création de réseaux...

⇒ études partiellement-pertinentes : compréhension difficile, absence de classement et non ciblée intermodalité et dynamicité..

⇒ **Besoin de faire notre propre comparaison**

## **2 alternatives envisagées dans notre comparaison :**

- Soit développer notre propre outil à partir de plateformes génériques de simulation
- Soit adapter un outil de simulation de trafic existant.

## Deux étapes de comparaison :

- 1 En fonction des critères de comparaison :
  - étude qualitative des simulateurs en fonction des critères de sélection  
([Kotushevski and Hawick, 2009, Ejercito et al., 2017]);
  - étude quantitative à partir d'un système de pondération (voir [Xiao et al., 2005]).
- 2 En fonction d'un scénario (simpliste) du trafic routier :
  - mise en place d'un système intermodal péri-urbain et rural ;
  - prise en compte des véhicules autonomes et communicants.

- 1 **Nature du logiciel** : type de licence, la portabilité, le prix...
- 2 **Création de réseaux routiers et de la demande de trafic** : importation des données GIS (OSM), création des flux...
- 3 **Affichage de simulation** : qualité de l'affichage, le réalisme de la simulation, le besoin de ressources mémoire...
- 4 **Documentation** : types de supports de documentation, la communauté...
- 5 **Besoin spécifique à mon sujet** : intermodalité, simulation de différents types d'utilisateurs (conducteur, passagers, piéton, cycliste...), le comportement dynamique et autonome des utilisateurs simulés, les modèles de trafic sous-jacent (routier, piéton, multi-modal...)

## Deux phases

- 1 attribuer un coefficient (*poids*) (entre 0 et 10) à chacune des catégories de critères en fonction de leur importance pour le concepteur ;
- 2 attribuer une note à chaque simulateur pour chaque catégorie de critères d'évaluation à partir d'une évaluation qualitative (*note<sub>q</sub>*).

$$notePondSim_{cat} = coefficient_{cat} \times note_q \quad (1)$$

$$noteMoyenneSim = \frac{\sum_{cat \in [1..n]} notePondSim_{cat}}{\sum_{cat \in [1..n]} coefficient_{cat}} \quad (2)$$

**Tableau 1** – Attribution des coefficients aux catégories de critères en fonction de nos priorités

Catégorie de critères	Coefficient	Niveau d'importance
1. Nature du logiciel	7	Important
2. Création de réseaux routiers	10	Primordial
3. Affichage de simulation	7	Important
4. Documentation	7	Important
5. Spécifications du concepteur	10	Primordial

Échelle d'importance des coefficients :

- $0 \leq c \leq 5$  : peu important ;
- $6 \leq c \leq 7$  : important ;
- $8 \leq c \leq 9$  : très important ;
- $c = 10$  : primordial.

## ● Dédiés au trafic :

- **Matsim** (Multi-Agent Transport Simulation Toolkit) - Version 0.10.1 (Open-source) [Balmer et al., 2009]
- **SUMO** (Simulation of Urban Mobility) - Version 1.0.1 (Open-source) [Behrisch et al., 2011]
- **Aimsun Next** - Version 8.1.4 (commercial) [Aimsun, 2018]
- **PTV Vissim** (Planung Transport Verkehr AG Verkehr In Städten - SIMulationsmodell) - Version 10 (commercial) [Group, 2018]
- **SM4T** (Simulateur multi-agent de déplacement multimodal des voyageurs) [Mahdi Zargayouna]
- **ARCHISIM** (Architecture parallèle multi-acteurs pour la simulation microscopique du trafic) [Espié and Auberlet, 2007]

- **Plateforme Multi Agents (SMA) :**
  - **GAMA** (GIS Agent-based Modeling Architecture) - Version 1.8 (Open-source) [Grignard et al., 2013]
  - **NetLogo** - Version 6.0.4 (Open-source) [NetLogo, 2018]
  - **AnyLogic** - Version 8.3.3 (commercial) [Anylogic, 2018]
- **Plateforme robotique : Ros : Gazebo** - Version 1.x.x [ROS.org, 2018]

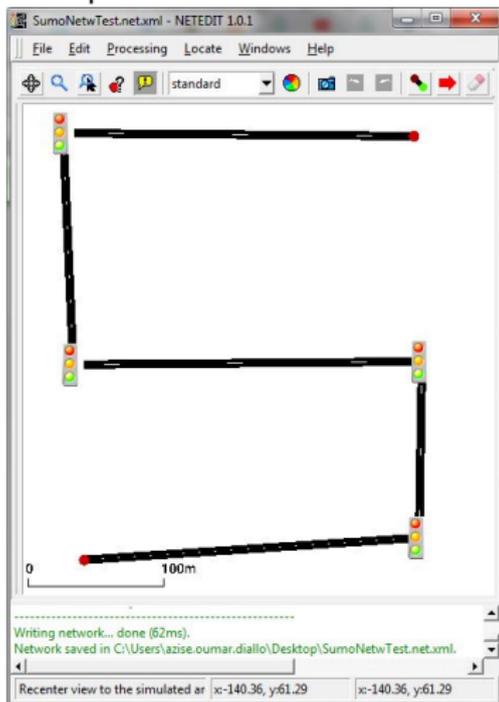
Tableau 2 – Évaluation des simulateurs selon la nature du logiciel

Simulateur	Critère							
	Open source	Free	Dev. team	Single ac-qui.	Win.	Linux	Mac OS	note <sub>q</sub>
Matsim	✓	✓	✓	✓	✓	✓		9
SUMO	✓	✓	✓	✓	✓	✓		9
Aimsun Next			✓	✓	✓	✓	✓	7
PTV Vissim			✓	✓	✓			4
GAMA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
NetLogo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
AnyLogic			✓	✓	✓	✓	✓	7
Ros :Gazebo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
SM4T	A compléter							
ARCHISIM	A compléter							

**Tableau 3 – Évaluation des simulateurs selon la possibilité de création du réseau routier et de la demande de trafic**

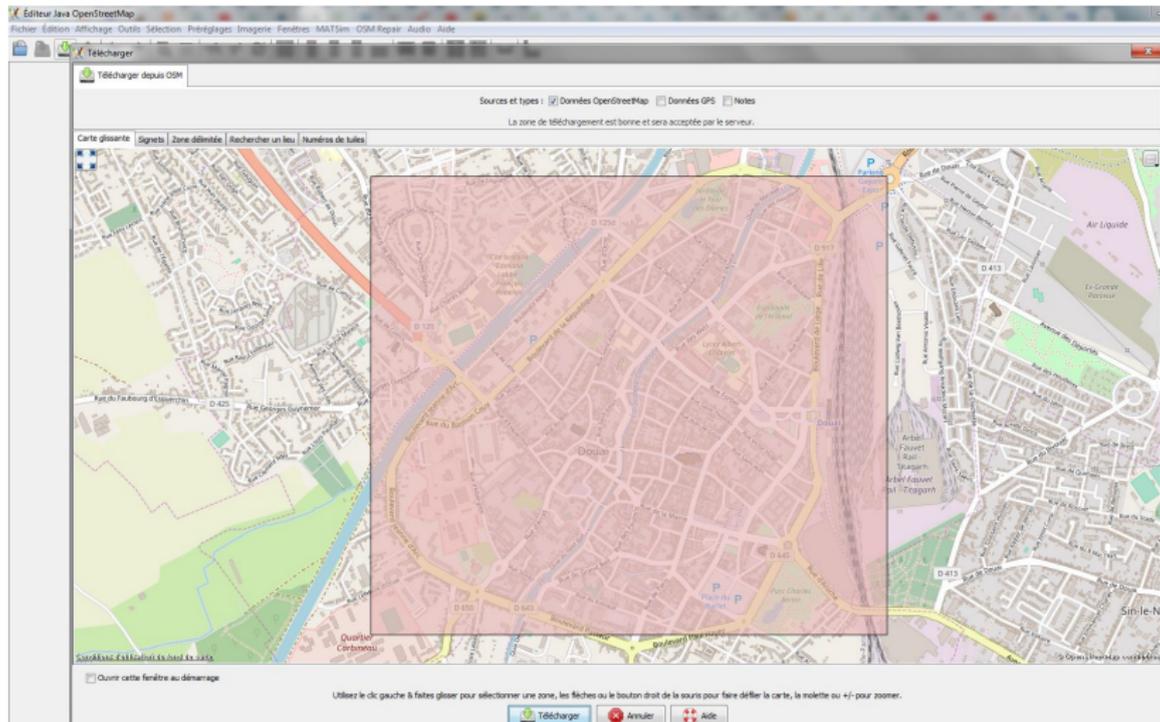
Simulateur \ Critère	Visual tool int.	Import	Offer Demand	Route decision	note <sub>q</sub>
<b>Matsim</b>		✓	✓	✓	<b>8</b>
<b>SUMO</b>	✓	✓	✓		<b>8</b>
<b>Aimsun Next</b>	✓	✓	✓	?	<b>8</b>
<b>PTV Vissim</b>	✓	✓	✓	?	<b>8</b>
<b>GAMA</b>		✓	✓		<b>5</b>
<b>NetLogo</b>		✓	✓		<b>5</b>
<b>AnyLogic</b>	✓	✓	✓	?	<b>8</b>
<b>Ros :Gazebo</b>	✓				<b>3</b>
<b>SM4T</b>	A compléter				
<b>ARCHISIM</b>	A compléter				

## Exemple de création manuelle du réseau routier avec NetEdit sous SUMO

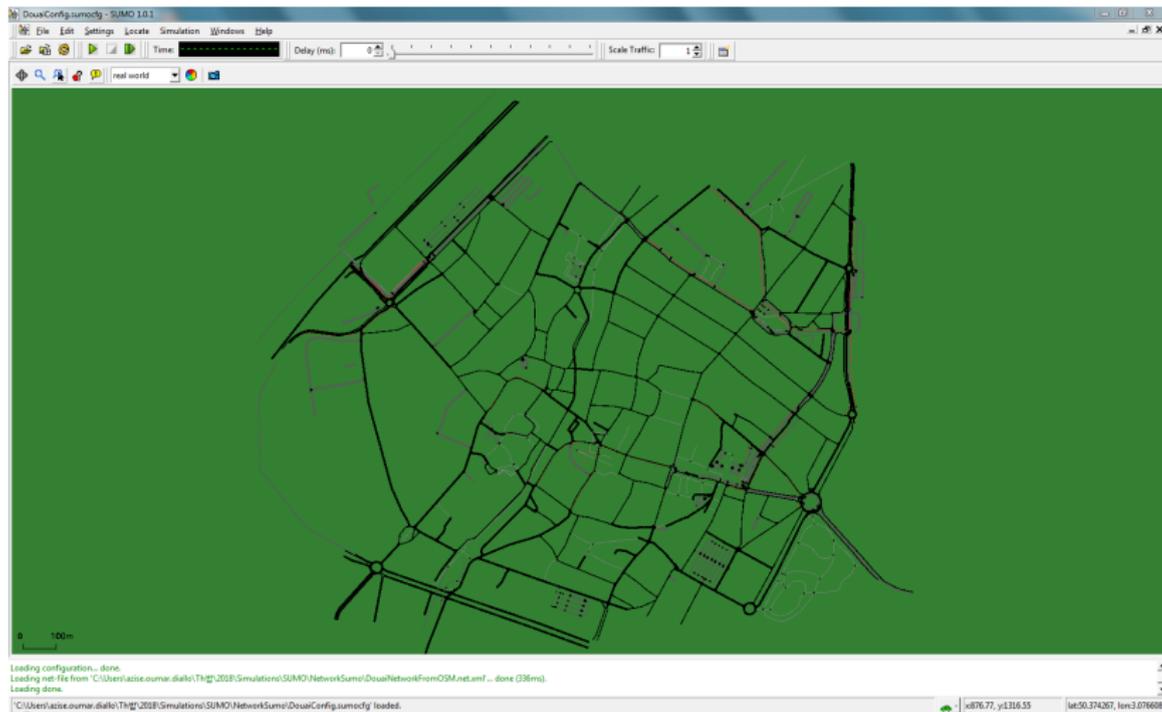


```
22  
23  
24  
25 <location netOffset="0.00,0.00" convBoundary="-447.59,16.44,-183.38,328.49" origBo  
26  
27 <edge id=":gneJ26_0" function="internal">  
28   <lane id=":gneJ26_0_0" index="0" speed="6.07" length="8.04" shape="-444.21,330  
29 </edge>  
30 <edge id=":gneJ26_1" function="internal">  
31   <lane id=":gneJ26_1_0" index="0" speed="3.90" length="2.68" shape="-445.85,325  
32 </edge>  
33 <edge id=":gneJ27_0" function="internal">  
34   <lane id=":gneJ27_0_0" index="0" speed="3.91" length="2.52" shape="-437.16,160  
35 </edge>  
36 <edge id=":gneJ27_1" function="internal">  
37   <lane id=":gneJ27_1_0" index="0" speed="6.08" length="7.55" shape="-441.97,162  
38 </edge>  
39 <edge id=":gneJ28_0" function="internal">  
40   <lane id=":gneJ28_0_0" index="0" speed="6.07" length="7.89" shape="-181.84,158  
41 </edge>  
42 <edge id=":gneJ28_1" function="internal">  
43   <lane id=":gneJ28_1_0" index="0" speed="3.90" length="2.63" shape="-186.65,159  
44 </edge>  
45 <edge id=":gneJ29_0" function="internal">  
46   <lane id=":gneJ29_0_0" index="0" speed="3.91" length="2.43" shape="-187.14,35.  
47 </edge>  
48 <edge id=":gneJ29_1" function="internal">  
49   <lane id=":gneJ29_1_0" index="0" speed="6.09" length="7.29" shape="-188.42,30.  
50 </edge>  
51 <edge id="-gneE24" from=":gneJ26" to=":gneJ25" priority="-1">  
52   <lane id="-gneE24_0" index="0" speed="13.89" length="254.96" shape="-444.24,32  
53 </edge>  
54 <edge id="-gneE25" from=":gneJ27" to=":gneJ26" priority="-1">  
55   <lane id="-gneE25_0" index="0" speed="13.89" length="162.97" shape="-438.77,16  
56 </edge>  
57 <edge id="-gneE26" from=":gneJ28" to=":gneJ27" priority="-1">  
58   <lane id="-gneE26_0" index="0" speed="13.89" length="250.49" shape="-186.68,16  
59 </edge>  
60 <edge id="-gneE27" from=":gneJ29" to=":gneJ28" priority="-1">
```

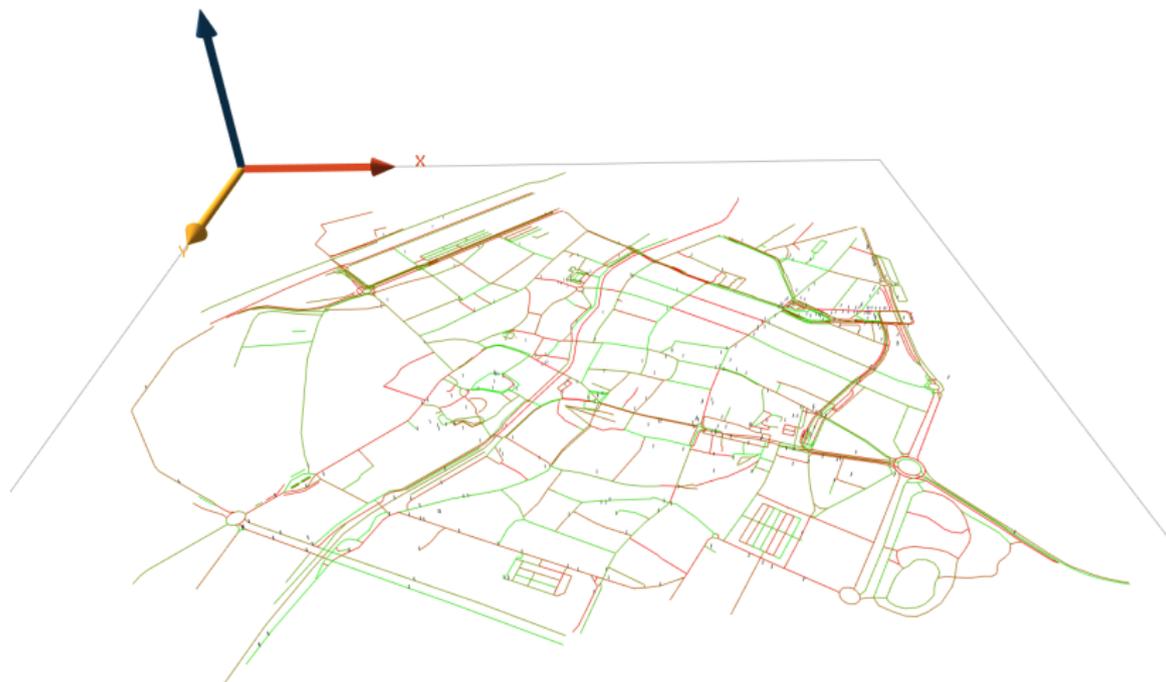
## Extrait de l'importation des données OSM avec JOSM pour la création automatique de réseau routier







## GAMA



## Extrait de demande de trafic sous SUMO à partir de la matrice OD

```
24 <routes xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLoca
25 <vType accel="1.0" decel="5.0" id="Car" length="2.0" maxSpeed="90.0" sigma="0.0" vClass
26 <vType accel="1.0" decel="5.0" id="Bus" length="12.0" maxSpeed="20.0" sigma="0.0" vClass
27 <vType accel="1.0" decel="5.0" id="Bicycle" length="12.0" maxSpeed="10.0" sigma="0.0" v
28 <vType accel="1.0" decel="5.0" id="Pedestrian" length="12.0" maxSpeed="2.0" sigma="0.0"
29
30 <vehicle id="63" type="Car" depart="0.79" departLane="free" departSpeed="max" fromT
31 <route edges="460241019#0 -460241019#0 59648196#1 29282598 293594578 294854362 :
32 </vehicle>
33 <vehicle id="283" type="Car" depart="2.83" departLane="free" departSpeed="max" fromT
34 <route edges="460241019#0 460241019#1 460241019#2 96508874#0 96508874#1 6030347
35 </vehicle>
36 <vehicle id="519" type="Car" depart="4.77" departLane="free" departSpeed="max" fromT
37 <route edges="-59648187#0 59648187#0 59648187#1 59648187#2 59648187#3 59648187#
38 </vehicle>
```

## Extrait de demande de trafic sous Matsim

```
1 <?xml version="1.0" ?>
2 <!DOCTYPE plans SYSTEM "http://www.matsim.org/files/dtd/plans_v4.dtd">
3 <plans xml:lang="de-CH">
4 <person id="1">
5   <plan>
6     <act type="h" x="343111" y="6511223" end_time="06:00" />
7     <leg mode="car">
8     </leg>
9     <act type="w" x="341915" y="6511189" dur="00:10" />
10    <leg mode="car">
11    </leg>
12    <act type="w" x="341915" y="6511189" dur="03:30" />
13    <leg mode="car">
14    </leg>
15    <act type="h" x="343111" y="6511223" />
16  </plan>
17 </person>
18
19 <person id="2">
20   <plan>
21     <act type="h" x="343111" y="6511223" end_time="05:59" />
22     <leg mode="car">
23     </leg>
```

Tableau 4 – Évaluation des simulateurs selon la qualité de la documentation et l'IHM

Simulateur \ Critère	On line	PDF	Forum	Conf.	Com.	Train.	GUI	note <sub>q</sub>
<b>Matsim</b>	✓	✓	✓	✓	✓		✓	9
SUMO	✓		✓	✓	✓		✓	7
Aimsun Next			✓		✓	✓	✓	6
<b>PTV Vissim</b>		✓	✓	✓	✓	✓	✓	9
GAMA	✓	✓	✓		✓		✓	7
NetLogo	✓	✓	✓		✓		✓	7
<b>AnyLogic</b>	✓	✓	✓		✓	✓	✓	9
Ros :Gazebo	✓		✓		✓		✓	6
SM4T	A compléter							
ARCHISIM	A compléter							

**Tableau 5 – Évaluation des simulateurs selon la qualité d'affichage de la simulation**

Simulateur \ Critère	2D	3D	Realism	Few memory	$note_q$
MatSim	!			✓	2
SUMO	✓			✓	5
<b>Aimsun Next</b>	✓	✓	✓	✓	<b>10</b>
<b>PTV Vissim</b>	✓	✓	✓	✓	<b>10</b>
GAMA	✓	✓		✓	8
NetLogo	✓			✓	5
<b>AnyLogic</b>	✓	✓	✓	✓	<b>10</b>
Ros :Gazebo	✓	✓	✓		8
SM4T	A compléter				
ARCHISIM	A compléter				

## PTV Vissim



## Aimsun Next



## AnyLogic



SUMO



GAMA

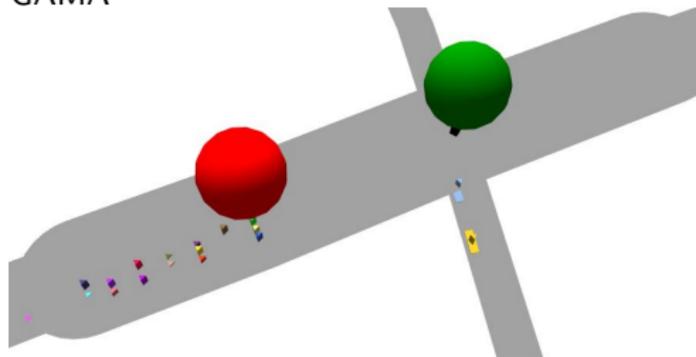


Tableau 6 – Évaluation des simulateurs selon nos spécifications

Simulateur \ Critère	Model micro.	Scal.	Add. capabilities	Stat.	Intermod.	CAV	Dyn. behaviors	API	Cust.	note <sub>q</sub>
Matsim	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
SUMO	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	9
Aimsun Next	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?	✓	?	8
PTV Vissim	✓	✓	✓		✓	✓	?	✓	?	8
GAMA	✓	✓	✓					✓	✓	6
NetLogo	✓		✓					✓	✓	4
AnyLogic	✓	✓	✓	✓	?	?	?	✓	?	6
Ros :Gazebo	✓		✓					✓	✓	4
SM4T	A compléter									
ARCHISIM	A compléter									

Tableau 7 – Comparaison des simulateurs en fonction des critères choisis

Simulateur \ Critère	Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.4	Cat.5	Total	Moyenne
<i>Total coefficient</i>	7	10	7	7	10	41	
<b>Matsim</b>	9	8	2	9	10	320	7.8
<b>SUMO</b>	9	8	5	7	9	331	8.07
<b>Aimsun Next</b>	7	8	10	6	8	321	7.82
<b>PTV Vissim</b>	4	8	10	9	8	317	7.73
<b>GAMA</b>	10	5	8	7	6	285	6.95
<b>NetLogo</b>	10	5	5	7	4	244	5.95
<b>AnyLogic</b>	7	8	10	9	6	322	7.85
<b>Ros :Gazebo</b>	10	3	8	6	4	238	5.80

Pour l'instant, les simulateurs potentiels

- **MAtSim** avec l'avantage de ne pas définir explicitement les routes pour les déplacements ;
- **SUMO** avec l'avantage de disposer de plusieurs outils et de possibilité de personnalisation.

- Choix du simulateur : pas toujours évident !
- Méthodes existantes peu concluantes
- Nouvelle méthode facile à mettre en oeuvre prenant en compte les spécifications du concepteur
- Méthode un peu subjective (mais positive !)
- Aucun simulateur n'est complet ?

FIN

Je vous remercie de votre aimable attention...

Aimsun (2018).

Aimsun next traffic modeling software.

<https://www.aimsun.com/aimsun-next/>.

[En ligne ; Page disponible le 25-octobre-2018].

Anylogic (2018).

Anylogic \_ des solutions et outils logiciels de modélisation de simulation au service des entreprises.

<https://www.anylogic.fr/>.

[En ligne ; Page disponible le 25-octobre-2018].

Balmer, M., Rieser, M., Meister, K., Charypar, D., Lefebvre, N., and Nagel, K. (2009).

Matsim-t : Architecture and simulation times.

In *Multi-agent systems for traffic and transportation engineering*, pages 57–78. IGI Global.

Behrisch, M., Bieker, L., Erdmann, J., and Krajzewicz, D. (2011).  
Sumo—simulation of urban mobility.

*In The Third International Conference on Advances in System Simulation (SIMUL 2011), Barcelona, Spain, volume 42.*

Ejercito, P. M., Nebrija, K. G. E., Feria, R. P., and Lara-Figueroa, L. L. (2017).

Traffic simulation software review.

*In Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA), 2017 8th International Conference on, pages 1–4. IEEE.*

Espié, S. and Auberlet, J. M. (2007).

Archisim : A behavioral multi-actors traffic simulation model for the study of a traffic system including its aspects.

*International Journal of ITS Research, (n1) :p7–16.*

Ghariani, N., Elkosantini, S., Darmoul, S., and Said, L. B. (2014). A survey of simulation platforms for the assessment of public transport control systems.

*In Advanced Logistics and Transport (ICALT), 2014 International Conference on*, pages 85–90. IEEE.

Grignard, A., Taillandier, P., Gaudou, B., Vo, D. A., Huynh, N. Q., and Drogoul, A. (2013).

Gama 1.6 : Advancing the art of complex agent-based modeling and simulation.

*In International Conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems*, pages 117–131. Springer.

Group, P. (2018).

Planification du trafic et de la simulation du trafic sur.

<http://vision-traffic.ptvgroup.com/fr/accueil/>.

[En ligne ; Page disponible le 25-octobre-2018].

Kotushevski, G. and Hawick, K. A. (2009).

A review of traffic simulation software.

Technical Report CSTN-095, Computer Science, Massey University, Albany, North Shore 102-904, Auckland, New Zealand.

NetLogo (2018).

Netlogo home page.

<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/index.shtml>.

[En ligne ; Page disponible le 25-octobre-2018].

ROS.org (2018).

About ros.

<http://www.ros.org/about-ros/>.

[En ligne; Page disponible le 25-octobre-2018].

Saidallah, M., El Fergougui, A., and Elalaoui, A. E. (2016).

A comparative study of urban road traffic simulators.

In *MATEC Web of Conferences*, volume 81, page 05002. EDP Sciences.

Xiao, H., Ambadipudi, R., Hourdakakis, J., and Michalopoulos, P. (2005).

Methodology for selecting microscopic simulators : Comparative evaluation of aimsun and vissim.

Technical report, Intelligent Transportation Systems Institute, University of Minnesota.