

La simulation

Introduction



Test terrain

Situations réelles de conduite

Coût élevé des équipements

Environnement non contrôlé

Simulation

Beaucoup de scénarios peuvent être étudiés (Analyse grande échelle)

Coût d'évaluation réduit

Environnement virtuel contrôlé

La simulation

Introduction

- ❖ La simulation est devenue un élément **incontournable** de l'ingénierie de trafic, grâce aux avancées des sciences de l'information.
- ❖ Les machines actuelles permettent de **simuler** des **zones étendues**, **d'intégrer** des informations géographiques très précises (GIS), ainsi que de mettre en place des **démonstrations visuelles**.
- ❖ La simulation de trafic a permis l'élaboration de logiciels informatiques permettant :
 - ✓ **l'aide** à la **décision**,
 - ✓ la **création** de nouveaux **systèmes** de transports
 - ✓ **l'amélioration** générale de la **qualité** de **service**.

La simulation

Les simulateurs de transport

Echelle Macroscopique :

- ❖ Afin de simuler de **grandes zones** géographiques an de disposer d'une **vision large** du système de trafic routier . Utile pour :
 - ✓ pour **prévoir** la **charge** sur le système,
 - ✓ tester les **politiques** de **gestion** du trafic destinées à **limiter** les **pressions** sur le système.
- ❑ Application courante de la simulation macroscopique est **l'analyse** de **l'exploitation** sur de **larges zones urbaines** ou sur le **réseau** routier **national**.
- ❖ Les utilisateurs **ne sont pas représentés individuellement**.
- ❖ Un flot de véhicules est l'ensemble des véhicules parcourant une voie à une période donnée.
- ❖ Un **véhicule** situe a un moment donne en un point donne **circulera à la vitesse du flot** en ce point et a ce moment.
- ❖ La simulation macroscopique utilise (la **vitesse moyenne**, le **débit** et la **densité** pour **décrire** le flux d'usagers.
- ❖ Cette **agrégation** permet **d'économiser** des **ressources** de calcul.

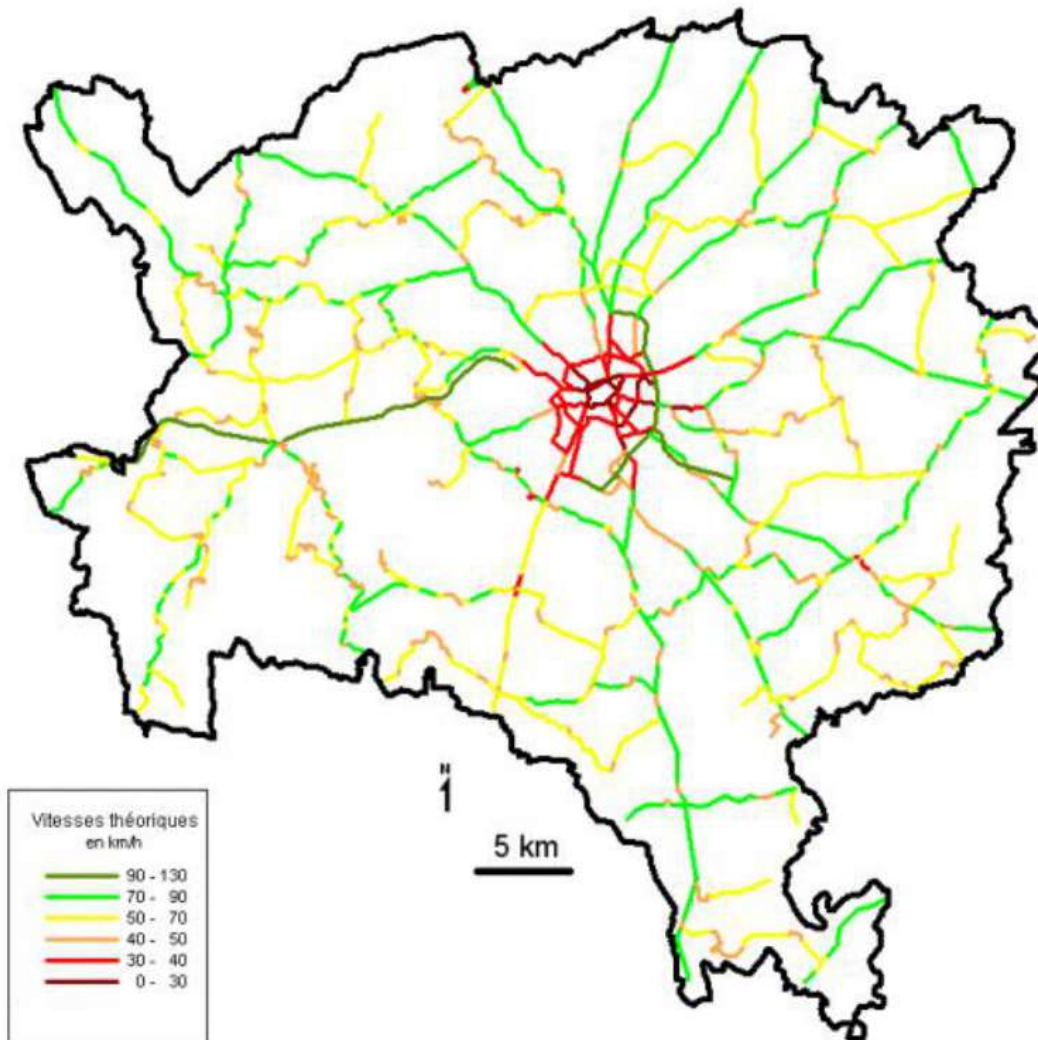
La simulation

Les simulateurs de transport

Echelle Macroscopique :

Exemple :

✓ METANET



La simulation

Les simulateurs de transport

Echelle Microscopique :

- ❖ La simulation macroscopique, elle n'est pas adaptée pour toutes les situations.
- ❖ Ne peut pas décrire les **phénomènes impactant** les utilisateurs **individuels**.
- ❖ La simulation **microscopique** considère chacun des véhicules **individuellement**.
- ❖ Ces derniers se **déplacent** dans le réseau routier en **s'adaptant** continuellement à leur environnement.
- ❖ Ceci implique des **interactions véhicule-environnement** ainsi que de nombreuses interactions inter-vehicules (particulièrement au niveau urbain) qui sont modélisées de manière à **reproduire** le comportement **réel** des **conducteurs**.



La simulation

Les simulateurs de transport

Echelle Microscopique :

- ❖ Ce niveau de **détail** élevé **nécessite** une **puissance de calcul importante**, et des simulations sur de **grands** réseaux peut se **révéler** très **couteuse** en temps de calcul.
- ❖ La simulation **microscopique** est généralement **utilisée** pour des simulations sur des réseaux de **tailles restreintes**.

Exemple :

- ✓ TRANSIMS (NASA, open source)
- ✓ SUMO (DLR, open source)
- ✓ ARCHISIM



La simulation

Les simulateurs de transport

Echelle mésoscopique

- ❖ Une troisième échelle, appelée mésoscopique peut également être distinguée.
- ❖ Elle se situe a un niveau de détail entre le microscopique et le macroscopique et est généralement une hybridation de ces deux échelles principales.
- ❖ Simule de grands réseaux de transport tout en conservant les détails propre au niveau individuel.
- ❖ Par exemple, l'**agrégation** des véhicules en **petits groupes** considérés **homogènes**, permet de passer d'un modèle microscopique, ou chaque individu est simule, à un modèle mésoscopique, ou l'on considère désormais les **convois** de véhicules.

Exemple

- ✓ **AIMSUN** depuis sa version 6, est un simulateur hybride.
- ✓ **MATSim (open source)**
- ✓ **SM4T**
- ❖

La simulation

Les simulateurs de transport

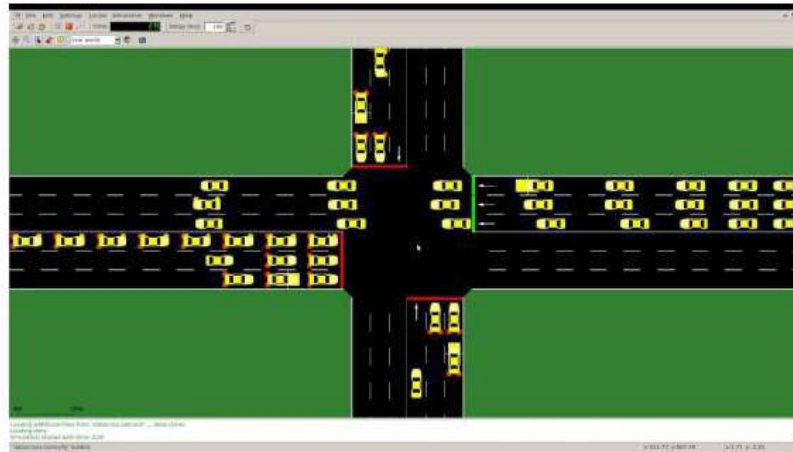
Echelle mésoscopique



Un exemple de simulation mesoscopiques avec **MATSim**

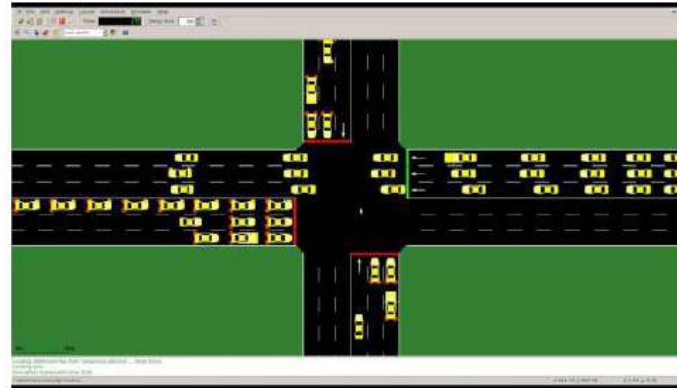
Introduction

- ❖ Le logiciel SUMO (**S**imulation of **U**rban **M**Obility) est un simulateur microscopique de la circulation "open source".
- ❖ Il est disponible depuis **2001** et permet la modélisation des systèmes de transport avec les véhicules routiers, les transports publics et les piétons.
- ❖ Il permet de représenter en particulier la circulation routière.
- ❖ Développé par Centre aérospatial allemand DLR.
- ❖ La plupart des fichiers sont des fichiers textes suivant le format "Extensible Markup Language" (XML).



Introduction

❖ Le logiciel SUMO



Réseau routier

Un **graphe** où les nœuds représentent les intersections et les arcs représentent les routes.

Demande de trafic

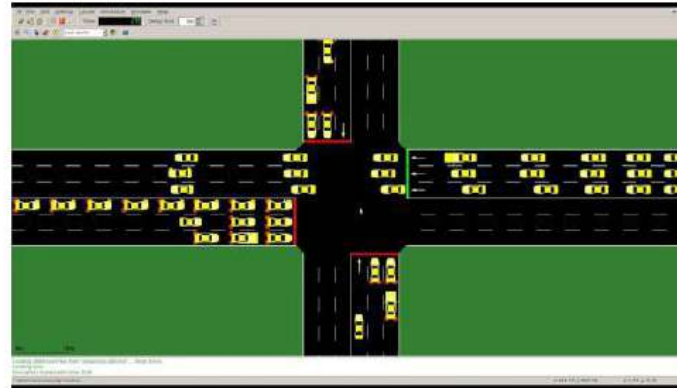
Trajectoires des véhicules, flux de trafic, itinéraires.

Infrastructure supplémentaire

Feux de signalisation, arrêts de bus, POI,...

Introduction

❖ Le logiciel SUMO



Réseau routier

- Créé manuellement
- Généré automatiquement (NETGEN)
- Importé depuis une source externe (e.g. OpenStreetMap)

Demande de trafic

Différents outils pour la génération des itinéraires.

Infrastructure supplémentaire

- Des outils pour la gestion du trafic
- Contrôle des feux de signalisation
- Panneaux de vitesse variable.

SUMO

Domaines d'application

- ❖ SUMO est utilisé pour répondre à une grande variété de questions de recherche :
- ✓ Évaluer les **performances** des **feux de circulation**, y compris l'évaluation des algorithmes modernes jusqu'à l'**évaluation** des plans de **synchronisation** hebdomadaires.
- ✓ Evaluation d'un **itinéraire respectueux** de l'**environnement** basé sur les **émissions** de **polluants**.
- ✓ SUMO a été utilisé pour fournir des **prévisions** de **trafic** aux **autorités** de la ville de **Cologne** lors de la **visite du Pape** en 2005 et lors de la **Coupe du monde de football 2006**.
- ✓ SUMO est largement utilisé par la communauté V2X à la fois pour fournir des **traces** de véhicules réalistes et pour **évaluer** des **applications avec** un **simulateur** de **réseau**.
- ✓ Simulation des **effets** de **trafic** des **véhicules autonomes** et des pelotons (platoons) .
- ✓ Simulation et validation de la fonction de conduite autonome en coopération avec d'autres simulateurs.
- ✓ Sécurité routière et analyse des risques.
- ✓ Calcul des émissions (bruit et polluants).

SUMO

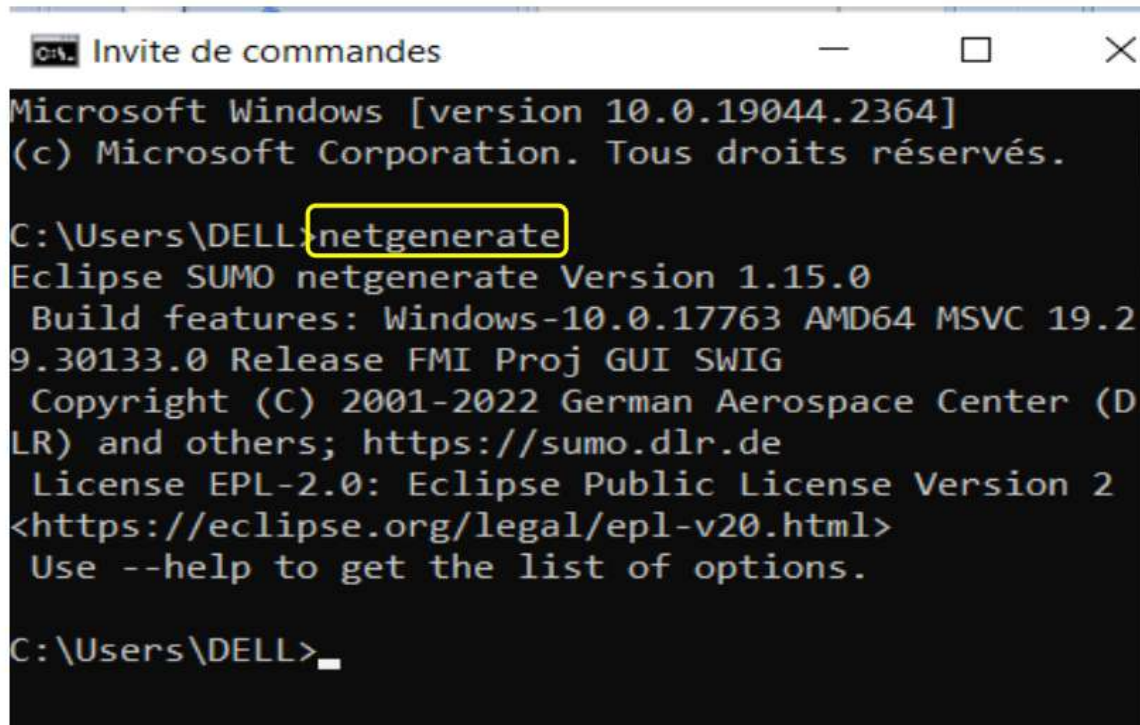
Installation

❖ Install SUMO

- Windows (✓)
- Linux (✓)
- MacOS (Recommend Macport)

Site officiel

- ❖ Lien pour installation : <https://sumo.dlr.de/docs/Installing/index.html>
- ❖ Après installation, vérifier le bon fonctionnement de sumo avec la commande : **netgenerate**



```
Invite de commandes

Microsoft Windows [version 10.0.19044.2364]
(c) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\Users\DELL>netgenerate
Eclipse SUMO netgenerate Version 1.15.0
  Build features: Windows-10.0.17763 AMD64 MSVC 19.2
9.30133.0 Release FMI Proj GUI SWIG
  Copyright (C) 2001-2022 German Aerospace Center (D
LR) and others; https://sumo.dlr.de
  License EPL-2.0: Eclipse Public License Version 2
<https://eclipse.org/legal/epl-v20.html>
  Use --help to get the list of options.

C:\Users\DELL>
```

SUMO

Création d'un scenario avec SUMO

- ❖ Pour créer un **scenario** dans sumo, on a besoin de créer des fichiers **xml** spécifiques.
- ❖ On général, on a besoin de **trois** fichiers comme **entrées** dans sumo.
- ❖ Les fichiers avec **nod.xml** et **edg.xml** extension contiennent les **informations** du **réseau**, ces informations seront **converties** dans sumo pour avoir les **noeuds** et les **liens**.
- ❖ Un scénario nécessite au moins les fichiers suivants:
 - ✓ un fichier de **configuration** de SUMO, avec extension **.sumocfg**;
 - ✓ un **réseau routier**, avec extension **.net.xml**;
 - ✓ un fichier de **demande** de déplacements, incluant des **itinéraires**, avec extension **.rou.xml**.
- ❖ Tous ces fichiers sont au format texte **XML**.

SUMO

Création d'un scenario avec SUMO

- ❖ **Le fichier 'node' (jonction)**: définit les **coordonnées** (x, y) des **nœuds**, chaque nœud aura son numéro identifiant **ID** et aussi les informations sur la communication entre les nœuds.

```
<nodes>
  <node id="id" x="x-coordinate" y="y-coordinate" />
</nodes>
```

- ❖ **Le fichier 'edge' (road)** : il contient les informations sur les **routes**.
 - ❑ Une **route** est considérée comme une **connexion** entre deux **nœuds**.
 - ❑ Chaque route a un **numéro ID** et un nombre de lignes.

```
<edges>
  <edge id="id" from="source node" to="destination node" priority="priority no." numLanes="no. of lanes"
    speed="vehicle speed" />
</edges>
```

SUMO

Création d'un scenario avec SUMO

- ❖ **Le fichier 'net file'** : le fichier 'net file' dans sumo est un fichier avec l'extension **net.xml**, le fichier 'net file' sera **généré** avec l'utilisation des **fichiers précédents** par la commande **'NETCONVERT'**



```
netconvert --node-files myNodes.nod.xml --edge-files myEdges.edg.xml -t myType.type.xml -o myNet.net.xml
```

```
C:\Windows\System32\cmd.exe
Microsoft Windows [version 10.0.19044.2364]
(c) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\Users\DELL\Desktop\v\sumo\Nouveau dossier\SUMO_example>netconvert --node-files myNodes.nod.xml
--edge-files myEdges.edg.xml -t myType.type.xml -o myNet.net.xml
```

Nom	Type
myEdges.edg	Document XML
myNet.net	Document XML
myNodes.nod	Document XML
myRoute.rou	Document XML
myType.type	Document XML

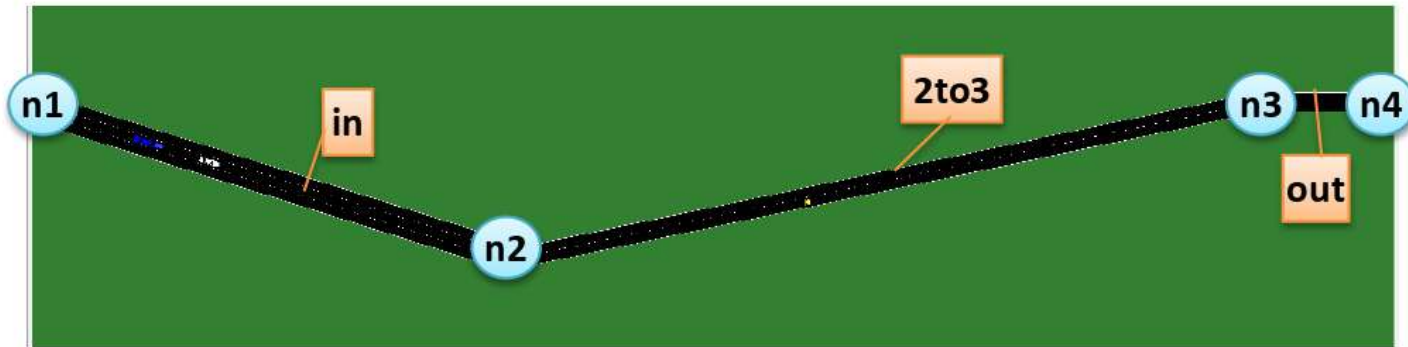
SUMO

Introduction

❖ **Le fichier 'routefile'** : en utilisant le fichier node et le fichier 'edge' pour crée le fichier '**route**'.

SUMO

Exemple



```
<nodes>
<node id="n1" x = "-200" y="0" type="priority"/>
<node id="n2" x = "0" y="-50" type="priority"/>
<node id="n3" x = "300" y="0" type="priority"/>
<node id="n4" x = "500" y="0"/>
</nodes>
```

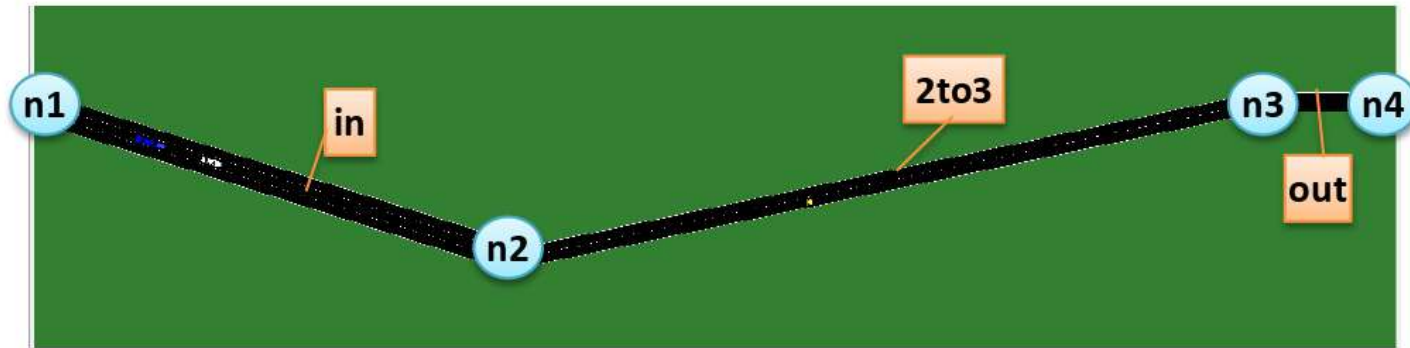
myNodes.nod.xml

```
<edges>
<edge from="n1" to="n2" id="in" type="3L30"/>
<edge from="n2" to="n3" id="2to3" type="2L10"/>
<edge from="n3" to="n4" id="out" type="2L25"/>
</edges>
```

myEdges.edg.xml

SUMO

Exemple

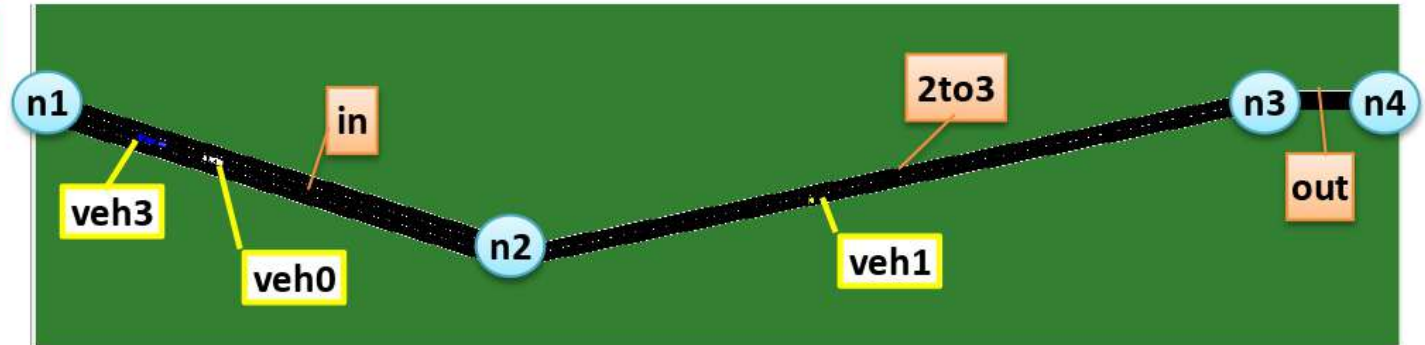


```
<types>  
<type id="3L30" priority="3" numLanes="3" speed="30"/>  
<type id="2L10" priority="3" numLanes="2" speed="10"/>  
<type id="2L25" priority="2" numLanes="2" speed="25"/>  
</types>
```

myType.type.xml

SUMO

Exemple



<routes>

```
<vType accel="1.0" decel="5.0" id="Car" length="2.0" maxSpeed="80.0" />
```

```
<vType accel="1.0" decel="5.0" id="Bus" length="8.0" maxSpeed="5.0" color="white"/>
```

```
<vType accel="1.0" decel="5.0" id="Bus2" length="12.0" maxSpeed="5.0" color="blue"/>
```

```
<route id="route0" edges="in 2to3"/>
```

```
<vehicle depart="5" id="veh0" route="route0" type="Bus" />
```

```
<route id="route1" edges="2to3 out"/>
```

```
<vehicle depart="5" id="veh1" route="route1" type="Car" />
```

```
<route id="route2" edges="in 2to3 out"/>
```

```
<vehicle depart="10" id="veh3" route="route2" type="Bus2" />
```

</routes>