Normer pour mieux varier ?

La différenciation comportementale par les normes, et son application au trafic dans les simulateurs de conduite

Benoît Lacroix

lacroix.benoit@gmail.com

Contexte

- **Collaboration Renault / LIFL (convention Cifre)**
- **Amélioration de la simulation de trafic sur simulateur de conduite**
- **Problématiques**
  - Simulation de typologies de conducteurs variées et cohérentes
  - Réglage simple des paramètres de comportement

Motivation

- **Idée de départ**
  1. Les conducteurs peuvent être classifiés en fonction de leur comportement
     - Style de conduite agressif, prudent…
  2. Ces comportements sont régulés par des règles
     - Code de la route, conventions, habitudes…
  3. Les conducteurs ne respectent pas toujours ces règles

→ Modéliser les comportements conducteur en utilisant les normes et les violations des normes

(norme = ensemble de règles que l'on peut violer)

- **Problématique : variété et conformité**

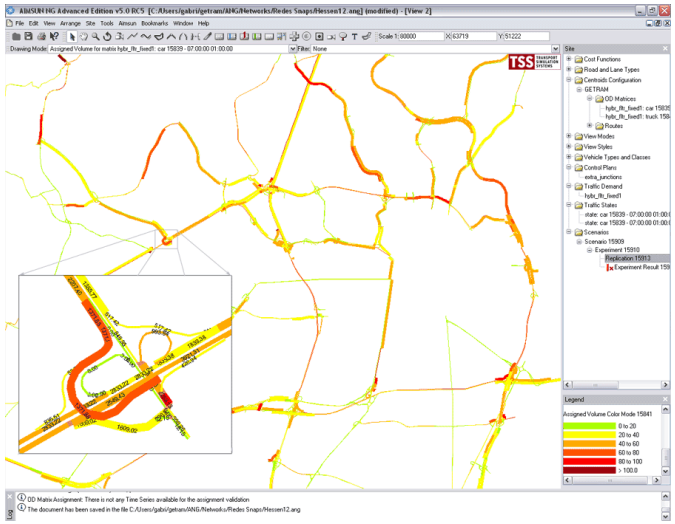
Sommaire

1. Contexte et motivation
2. Présentation du modèle proposé
3. Application au trafic
4. Conclusion et perspectives

01 Contexte et motivation

La simulation de trafic

- **Ingénierie du trafic**
  - Prévision (Bison Futé)
  - Conception du réseau
- **Psychologie de la conduite**
  - Comportement conducteur
  - Situations particulières *(Caro et al., 2007)*
- **Intérêt de la simulation**
  - Sécurité
  - Coût

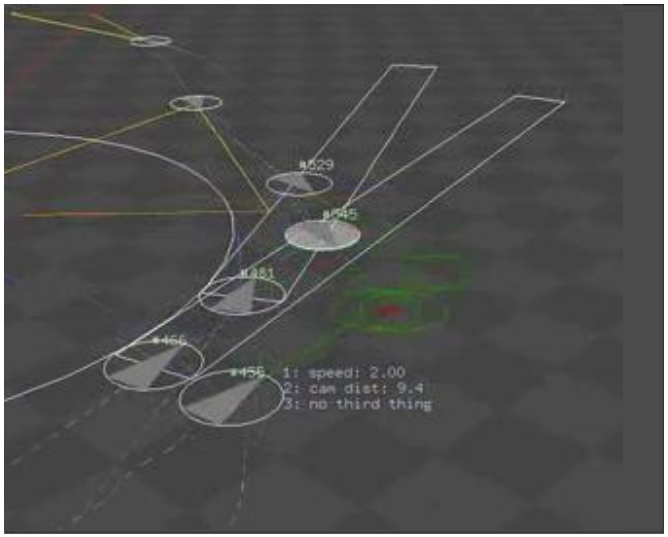


Contexte des simulateurs de conduite

- **Objectif : le conducteur dans la boucle**
  - Ergonomie
  - Systèmes d'aide à la conduite
- **Contraintes pour le trafic**
  - Réalisme
  - Scénarisation
- **Exemples d'outils existants**
  - Archisim *(Espié et al., 1994), (Doniec et al., 2008)*
  - VTISSim *(Olstam, 2002)*
  - SCANeR™ *(Kemeny, 1993)*
- **Trafic nécessairement microscopique**

Approche centrée individu

- **Intérêt de l'approche**
  - Modèle explicatif
  - Même vocabulaire que le domaine simulé
  - Environnement dynamique
- **Composition d'un système multi-agents**
  - Agent
  - Environnement
  - Interaction
  - Organisation
- **Exemple**
  - L'approche *boids* *(Reynolds, 1999)*



Les approches normatives

- **Approche historique**
  - Sciences juridiques *(Hohfeld, 1913)*
  - Sciences sociales *(Tuomela, 1995)*
- **Intérêt les systèmes multi-agents**
  - Apportent une réponse aux problèmes organisationnels
  - Permettent de réguler le comportement des agents
  - Offrent des moyens d'améliorer communication, organisation, coordination…
- **Normes et systèmes multi-agents**
  - Systèmes multi-agents normatifs *(Hübner et al., 2002)*
  - Normes et agents *(Dignum et al., 2000)*
- **Exemple *(Bou et al., 2007)***
  - Amélioration des stratégies de régulation du trafic

Approches connexes

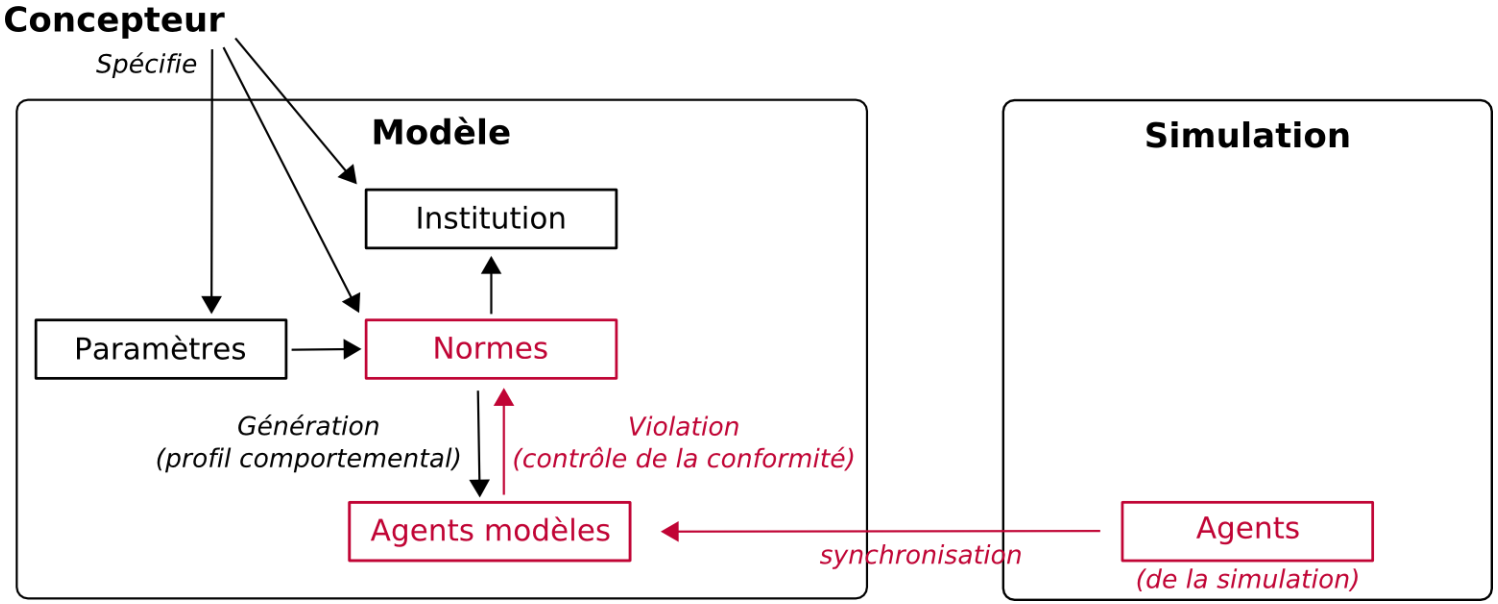
- **Génération de paramétrage *(Pavòn et al., 2008)***
  - Génération automatique de configuration
  - Basé sur des réseaux bayésiens
- **Simulation de typologies conducteur *(Wright et al., 2002)***
  - Personnalités virtuelles
  - Implémenté dans le modèle de trafic
- **Simulation de foule *(Maim et al., 2008)***
  - Variation des accessoires, vêtements…
- **Mais**
  - Pas de prise en compte simultanée variété / conformité
  - Approches non génériques

02 Présentation du modèle proposé

Approche proposée

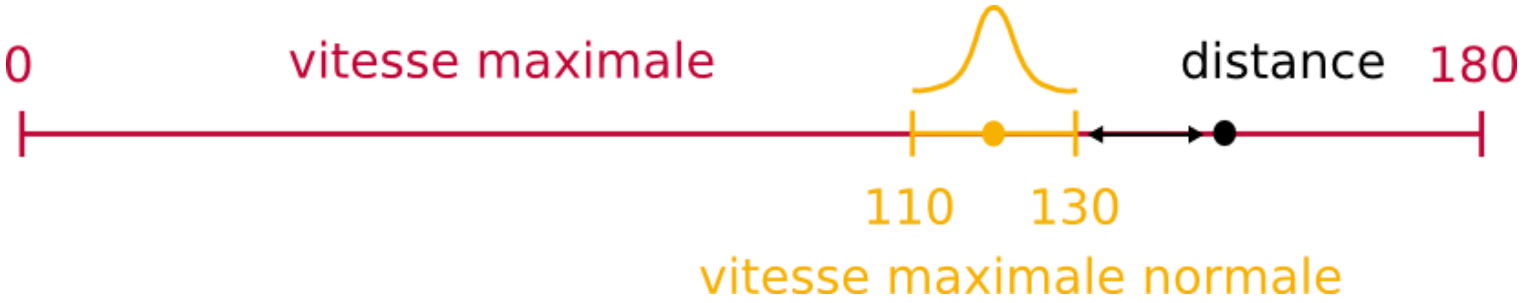
- **Notre utilisation des normes**
  - Au sens de « norme sociale »
  - « Profil comportemental » à la conception
  - Cadre de contrôle à l'exécution

(COIN@AAMAS'08)



Les Paramètres

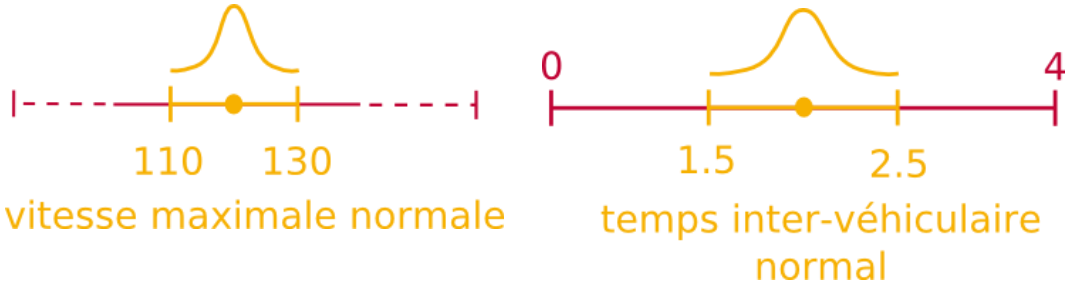
- **Paramètre**
  - Domaine de définition fini
  - Valeur par défaut
  - Distribution de probabilité sur le domaine
  - Paramètre de référence
  - Fonction distance
- **Exemple : « vitesse maximale normale » d'un véhicule**



Les Normes

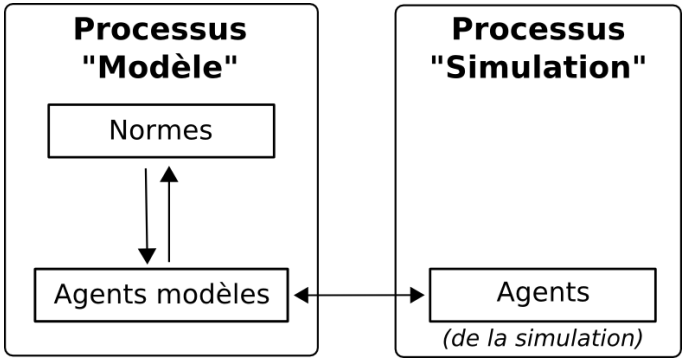
- **Normes**
  - Ensemble de paramètres
  - Propriétés
  - Taux de violation
  - Ecart maximal à la norme

- **Exemple : norme « conducteur normal »**
  - « vitesse maximale normale » et « temps inter-véhiculaire normal »
  - France, autoroute
  - 5%
  - 3%



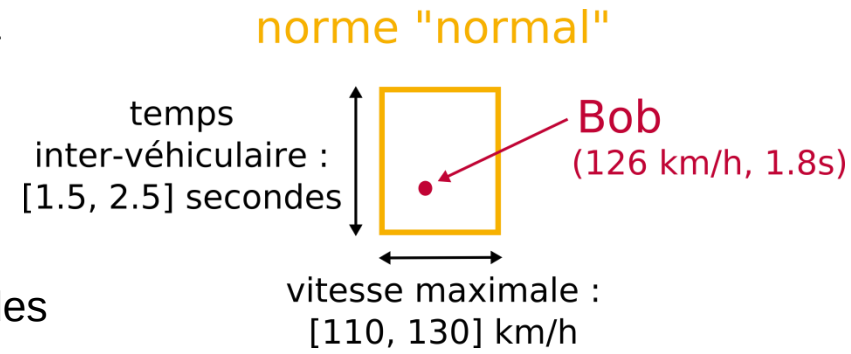
Les Agents modèles

- **Encapsulation de l'agent de la simulation**
  - Contraintes techniques
  - Processus différents



- **Agent modèle**
  - Instanciation d'une norme
  - Norme de référence
  - Ensemble de valeurs des paramètres

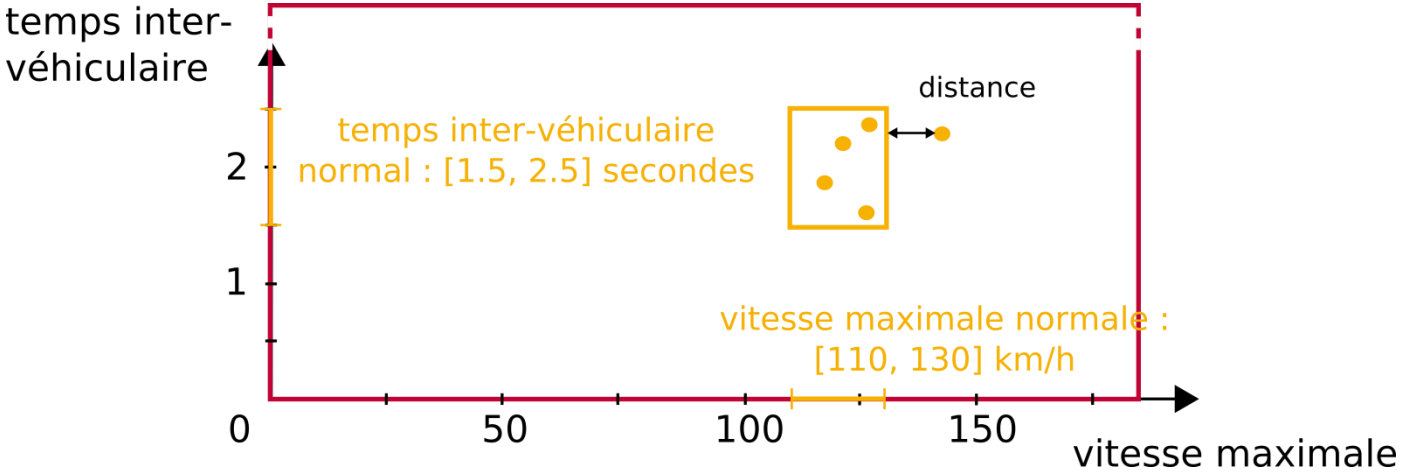
- **Exemple : l'Agent modèle « Bob »**
  - Appartient à la norme « normal »
  - Deux paramètres
    - Vitesse maximale : 126 km/h
    - Temps inter-véhiculaire : 1,8 secondes



Génération des comportements

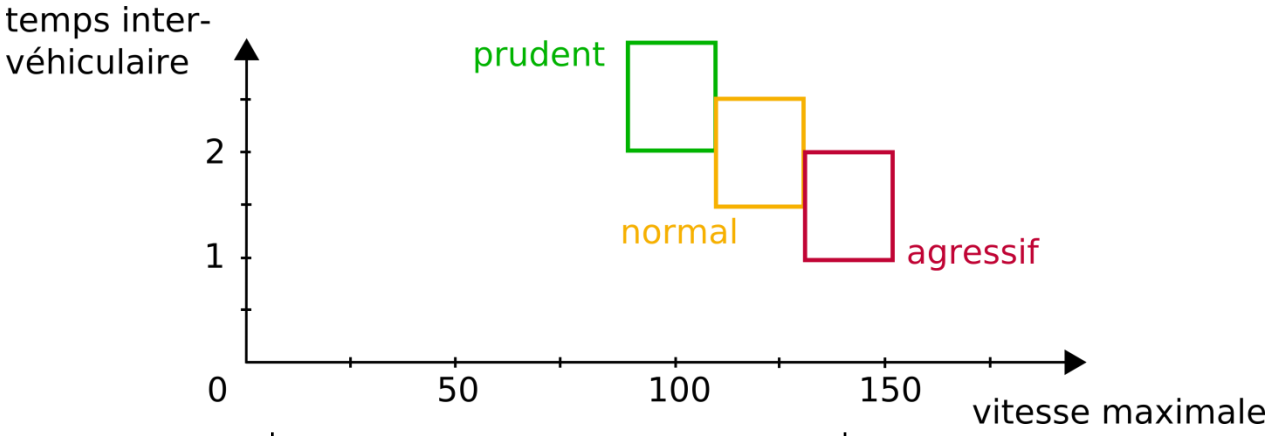
- **Génération des valeurs des paramètres des *Agents modèles***
  - Suivant le « Taux de violation » : Si pas de violation
    - Valeurs dans le domaine défini
  - Si violation autorisée
    - Possibilité de prendre des valeurs en dehors du domaine : violation
    - Quantification (« Fonction distance » des Paramètres)
    - Paramétrage valide si « Ecart à la norme » respecté

(IAT'08)



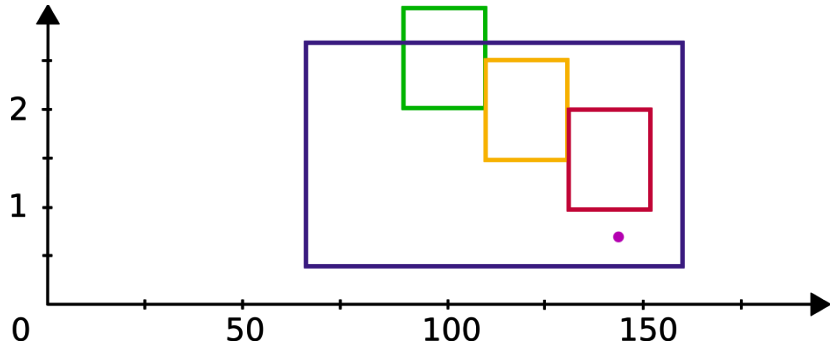
L'Institution

- **Institution**
  - Ensemble fini de normes
  - Un critère global de déterminisme de la simulation
- **Exemple : l'institution « trafic »**
  - Normes « *normal* », « *prudent* » et « *agressif* »
  - Un critère de déterminisme de valeur 1



Variété des comportements

1. **Par la construction des normes**
   - N'importe quelle norme peut-être définie
     - Grande plage de valeurs
     - Singleton
   - Différenciation comportementale au sein de la norme



2. **Par la violation des normes**
   - Apparition de comportements non spécifiés

Conformité

- **Violations**
  - Autorisées ou interdites, suivant le paramétrage utilisateur
  - « Taux de violation » de la norme
- **Quantification de l'écart à la norme**
  - Prend en compte
    1. Le nombre de paramètres en violation
    2. L'écart entre la valeur instanciée et la spécification dans la norme
  - Rejet des comportements trop déviants
  - Paramétrable avec « l'écart maximal » à la norme
- **Contrôle à la génération et à l'exécution**

Observation et analyse du système

- **Fonctionnalités complémentaires**

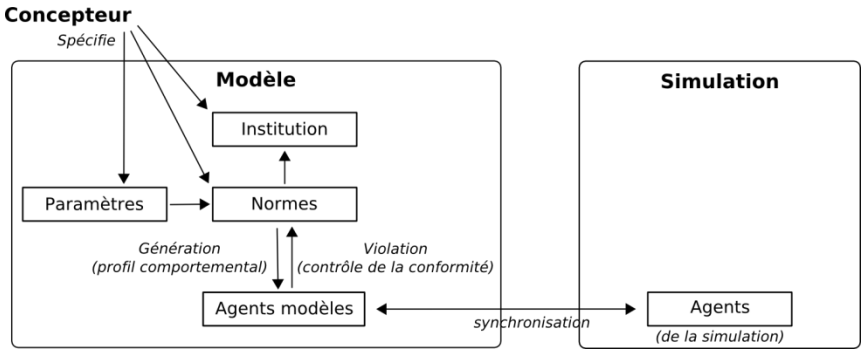
1. **Inférence de normes**
   - Les normes utilisées correspondent-elles à l'ensemble initial ?
2. **Classification du comportement d'un agent**
   - A quelle norme correspond le paramétrage utilisé par un agent ?
3. **Calibration automatisée à partir de données réelles ou simulées**
   - Comment configurer le modèle de manière automatisée ?

- **Utilisation de classification non-supervisée**
  - Minimise la configuration utilisateur
  - Choix des réseaux de Kohonen (réseaux de neurones) *(PAAMS'09)*

Synthèse

- **Modèle**
  1. Description du comportement par les normes
  2. Génération automatisée du paramétrage des agents
  3. Observation et analyse

- **Apports du modèle**
  - Non-intrusif
  - Conception en dehors de l'agent
  - Généricité
    - Simulation de foules
    - Personnages non-joueurs



03 Application au trafic

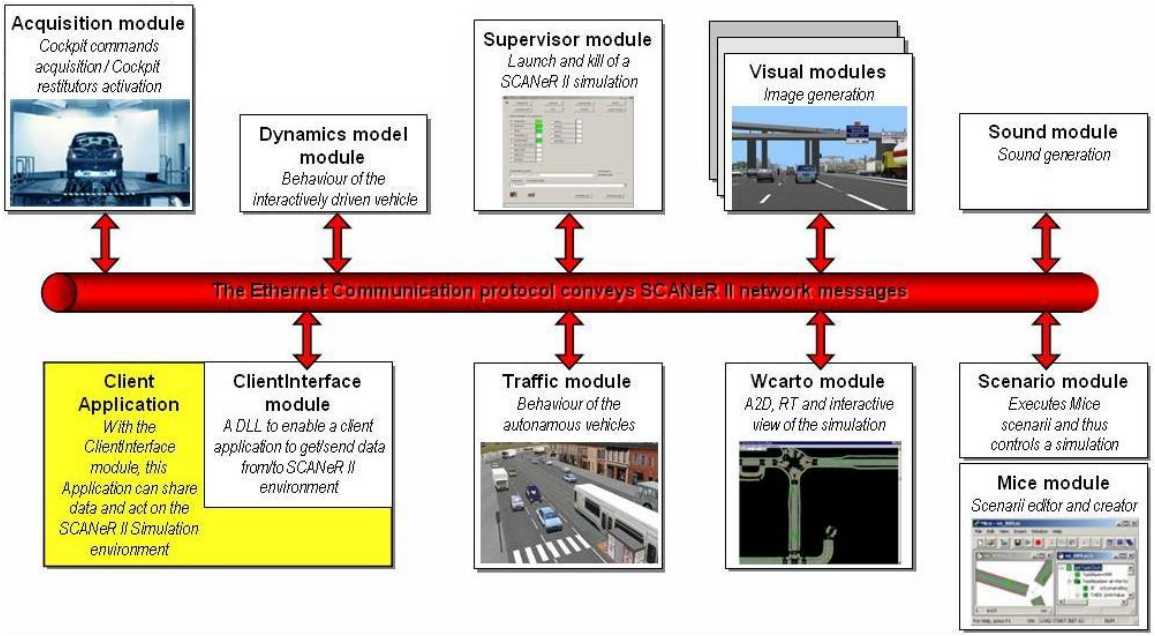
Présentation de l'application SCANeR™

- **Logiciel complet de simulation de conduite**
  - Développé initialement par le Centre Technique de Simulation de Renault
  - Co-développé et distribué par la société Oktal

- **Exemples d'applications**
  - Facteurs humains
  - Comportement conducteur
  - Ergonomie en conduite

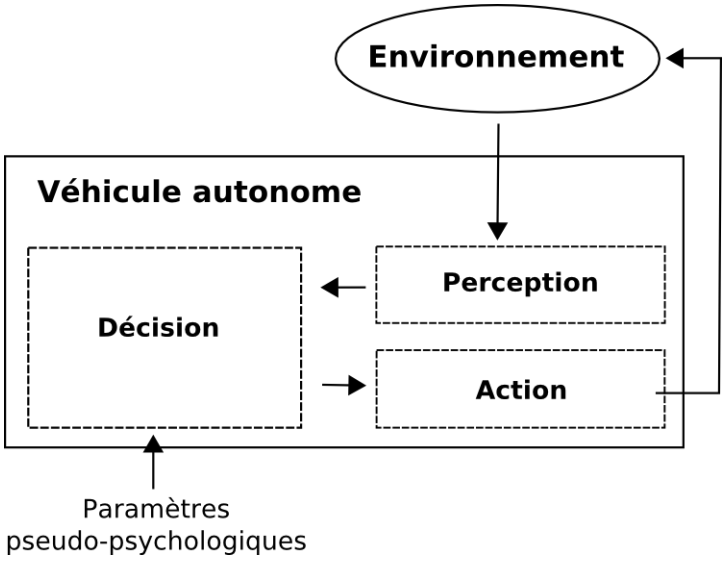
Architecture

- **Architecture distribuée**
  - Modulaire
  - Communication par réseau
- **Possibilité d'ajout de modules**



Le trafic dans SCANeR™

- **Système multi-agents**
- **Modèle de décision des véhicules**
  - Perception
    - Environnement / véhicules
  - Décision
    - Stratégique / tactique / opérationnelle
    - Paramètres pseudo-psychologiques
  - Action
    - Nouvelle position



Application du modèle proposé

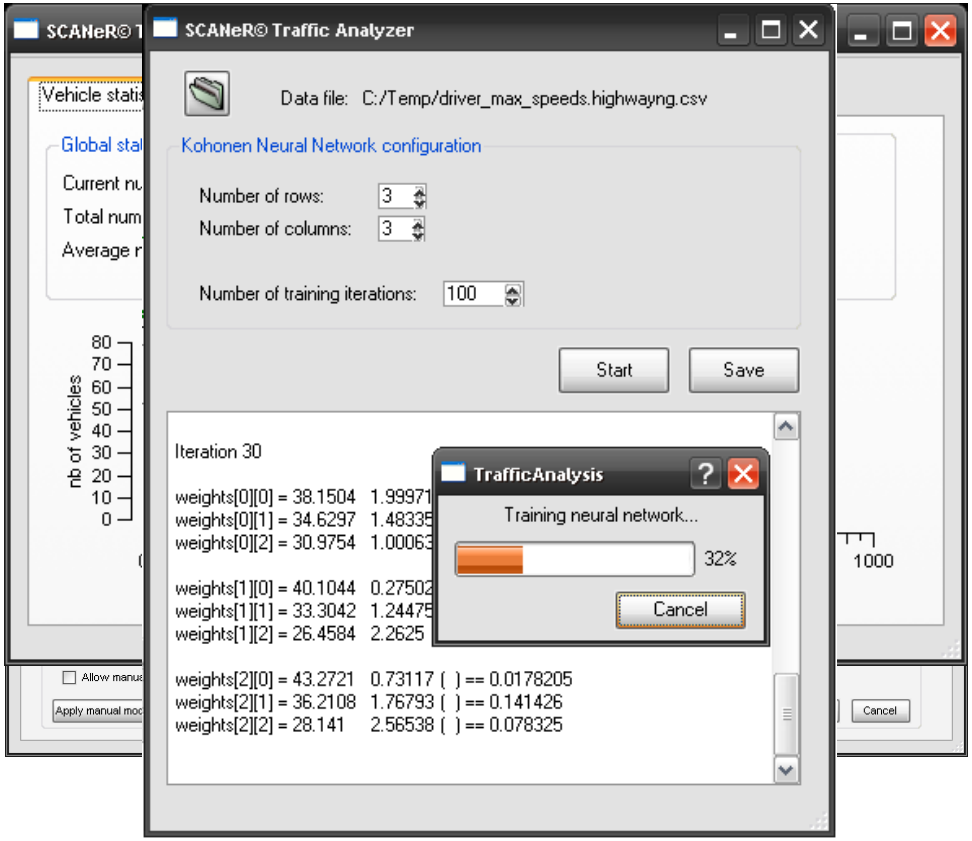
- **Objectifs**
  1. Permettre aux utilisateurs de générer facilement des comportements variés et cohérents pour les véhicules du trafic
  2. Préserver la possibilité de modifier manuellement les caractéristiques (véhicule anormal, fou…)

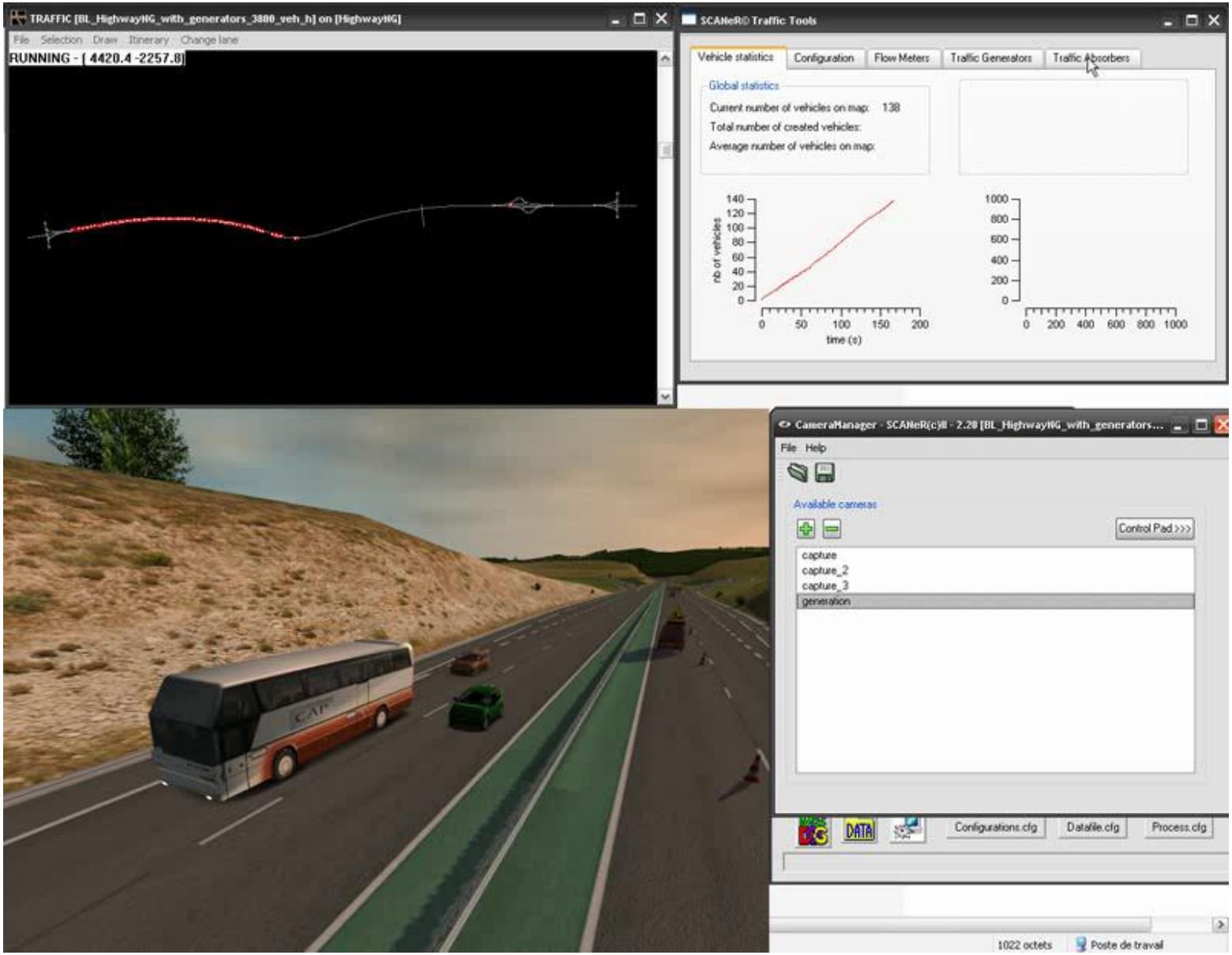
- **Implémentation du modèle**
  - Paramètres : les paramètres pseudo-psychologiques existants
  - Normes : prudents, agressifs, normaux
  - Agent modèle : un agressif, un prudent

- **Développement de 3 modules SCANeR™**

Modules développés

- **Traffic Designer**
  - Edition des scénarios existants
  - Modification des caractéristiques véhicules
- **Traffic Tools**
  - Génération de véhicules
    - Sources
    - Puits
    - Peuplement des scénarios
  - Mesures du trafic
- **Traffic Analysis**
  - Comparaison comportement véhicule / norme
  - Evolution des normes

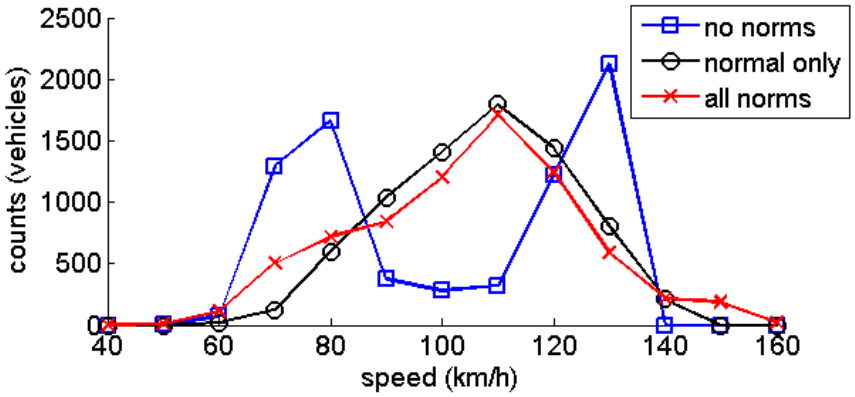



TRAFFIC [BL_HighwayNG_with_generators_3880_veh_h] on [HighwayNG]
File Selection Draw Itinerary Change lane
RUNNING - (4420.4 -2257.8)
SCANeR® Traffic Tools
Vehicle statistics
Configuration
Flow Meters
Traffic Generators
Traffic Absorbers
Global statistics
Current number of vehicles on map: 138
Total number of created vehicles:
Average number of vehicles on map:
nb of vehicles
time (s)
CameraManager - SCANeR(c)II - 2.20 [BL_HighwayNG_with_generators...
File Help
Available cameras
Control Pad >>>
capture
capture_2
capture_3
generation
Configurations.cfg
Datafile.cfg
Process.cfg
1022 octets
Poste de travail

Résultats expérimentaux (i)

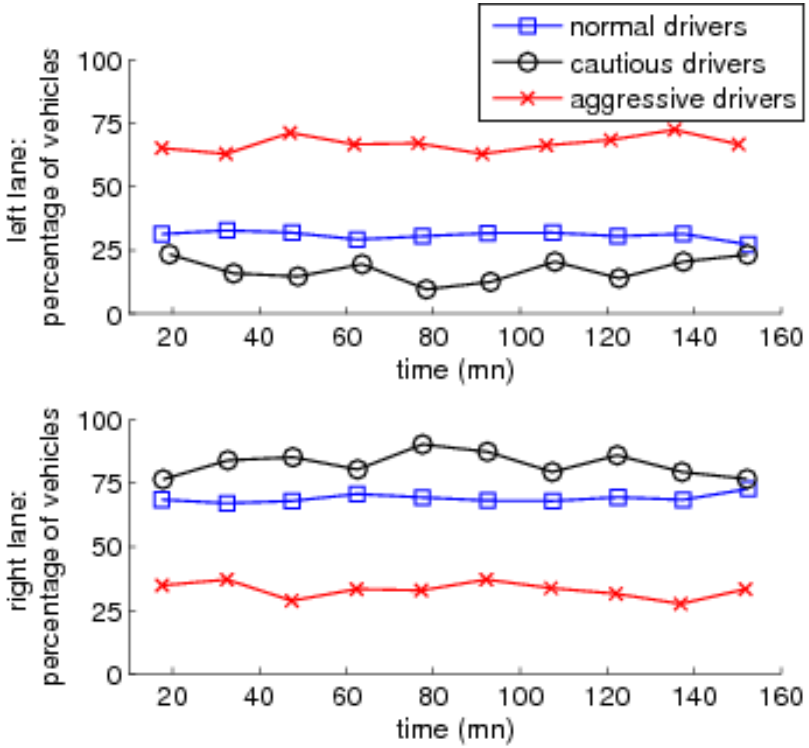
- **Evaluation des apports des normes**
  - Méthodologie
    - Base de données autoroute
    - 11 km, 3800 veh/h, durée : 2h30
  - Trois types de normes
    - normaux, agressifs, prudents *(Wright et al., 2002)*

- **Variété**
  - Distribution des vitesses
    - Plus de normes = plus de variété
    - Améliore la dynamicité
  - Temps de parcours
    - Augmente si comportements extrêmes



Résultats expérimentaux (ii)

- **Représentativité des comportements**
  - Répartition des profils par voie
    - Agressifs sur voie de gauche
    - Prudents sur voie de droite



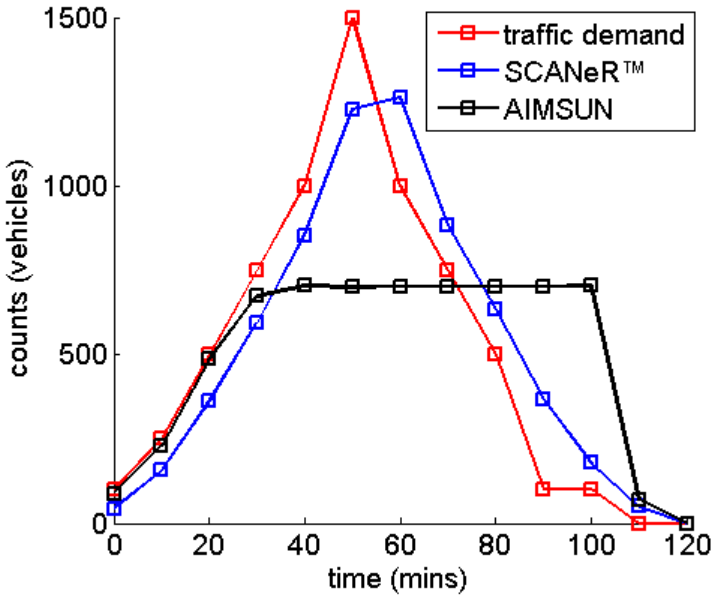
Résultats expérimentaux (iii)

- **Evaluation de SCANeR™ pour l'ingénierie du trafic**
  - Exploration de nouveaux usages
  - Comparaison avec un outil commercial (AIMSUN)
  - Deux cas d'utilisation

1. **Capacité de la route**
   - Reproduction des flux
   - Amortissement des vitesses

2. **Insertion sur autoroute**
   - Négociation en flux très dense (>2400 veh/h)

- **Evolutions en cours**



Synthèse

- **Amélioration de la partie trafic de l'application**
  - Augmentation de la variété des comportements
  - Introduction des styles de conduite
  - Aide à la conception de scénarios *(DSC'07, DSC'09)*
- **Nouveau usages de SCANeR™**
  - Evolutions en cours
  - Couplage avec des outils macroscopiques
- **Intégré dans la version commerciale de l'application**

SCANeR studio - TRAFFIC - Scenario mode - [demo_scaner_studio*]
File Edit View Window Help
Terrain Vehicle Scenario Simulation Analysis
SCENARIOS
Mouse position : X=-206.946 Y=143.895 Track='Track 18' Portion='' Passageway=0 Gap=4.228 Abscissa=332.742
RESOURCES
demo_scaner_studio *
Parameters
Simulation
Recording
Environment
Ground (rivi...
Vehicles
[0] BMW...
Scripts
Script
[0] BMW_5_break
Cars
Trucks
Buses
TrafficTools
Scripts
Vehicles
Pedestrians
RESOURCES
LAYERS
User data path : C:\OKTAL/SCANeRstudio_1.0/data/TRAFFIC

04 Conclusion et perspectives

Conclusion

- **Un modèle selon trois axes**
  1. Spécification
  2. Génération
  3. Observation
- **Apports**
  - Non-intrusif
  - Conception en dehors de l'agent
  - Générique
- **Appliqué au trafic dans SCANeR™**
  - Améliore la variété des comportements
  - Facilite la phase de conception
- **Intégré dans la version commerciale de l'application**

Discussion et perspective

- **Pour le modèle**
  - Représentation des comportements
  - Exploiter le potentiel de l'outil
    - Propriétés des normes, institutions
  - Automatiser la création des normes

- **Pour l'application**
  - Choix des normes et du paramétrage
  - Evaluation sur simulateur
  - Application aux piétons
  - Calibration automatisée

Merci de votre attention