

# La simulation des systèmes de guidage automatique et le développement d'applications intelligentes temps réel pour des équipements multi-capteurs



Intervenant :  
Pierre DELMAS



Séminaire NAFEMS France

**La simulation des systèmes**

Dimensionner • alléger • optimiser • valider



**Paris – mercredi 3 juin 2015**

## Une technologie en pleine mutation

HIER

AUJOURD'HUI

**Plates-formes et capteurs précis**

**Environnements fermés et totalement maîtrisés**

**Interactions robot-environnement limitées et quantifiables**

**Compétences : automatisme, planification de trajectoire, métrologie...**



Ligne de montage automobile Hyundai



Ligne 14 métro, PARIS

**Plates-formes et capteurs soumis à des perturbations**

**Environnements complexes et difficilement prévisibles**

**Interactions robot-environnement illimitées**

**Compétences : traitement du signal, commande prédictive, système intelligent...**



Roomba, Irobot



UAV, Fly-n-Sense



Google car, Google

# Robotique mobile

## Mobilité innovante

### Des applications diverses et variées

Depuis plus d'une décennie, apparition de plus en plus de robots et de systèmes intelligents.

Domaines d'applications variés :

- ✓ militaires,
- ✓ agricoles,
- ✓ industriels,
- ✓ urbains,
- ✓ domestiques,
- ✓ milieux hostiles, ....



Google car, Google



Cobra MK2, ECA ROBOTICS



EZ 10, EASY MILE



Gerbeur à longerons AGV,  
BA SYSTEMES

Degré de complexité et d'intelligence de plus en plus élevé.

Mobilisation d'importants moyens nécessitant des **connaissances pluridisciplinaires**.

**Frein à l'innovation** et les entreprises sont limités en terme de réalisation d'une **solution intelligente fiable et robuste**.

# Simulation de système robotique

## Le développement de la simulation

### ○ Enjeux actuels

➤ Nouvelles solutions innovantes pour **accroître la productivité des entreprises** (domaines d'application : sécurité, manutention, assemblage...)

➤ **Développement rapide** face à une concurrence accrue

Exemple : voitures autonomes (PSA, Renault, Valeo, Google...)

### ○ Réponse aux nouveaux besoins

➤ **Les entreprises utilisent de plus en plus la simulation**, pour plusieurs raisons :

- **Fiabilité accrue** : détection de défaillances, sécurité...

- **Facilité et rapidité de mise en œuvre** : temps d'essai réduit, gain de productivité

- **Diminution des coûts de développement** : validation avancée des parties logicielle et matérielle

- **Formation de personnels**

## Besoins en prototypage/simulation en robotique

- Une plateforme de simulation robotique doit permettre de tester et de valider les développements scientifiques et techniques.

- **Simuler l'environnement du robot**

- ✓ *modélisation 3D réaliste, coefficient d'adhérence, cohérence temporelle...*

- **Simuler des perturbations**

- ✓ *perte de signal capteurs, conditions climatiques, événements extérieurs ou aléatoires...*

- **Être fiable**

- ✓ *test de performances des algorithmes développés sur la durée...*

- **Être réaliste vis-à-vis de l'application robotique à valider**

- ✓ *modélisation capteurs, modélisation actionneurs, paramètres dynamiques...*

- **Être ergonomique et permettre un gain de temps substantiel pour les phases de prototypage réel**



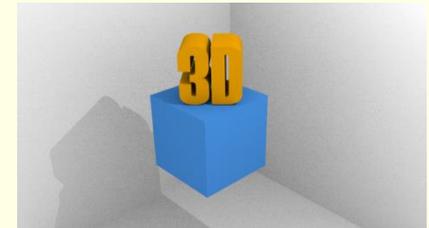
## Cobaye

Unité de prototypage virtuel d'applications innovantes

Cette technologie comprend :

➤ **Moteur de rendu 3D**

- ✓ Affichage d'objets en 3D
- ✓ Gestion des ombres



➤ **Gestion du temps-réel**

- ✓ Synchronisation et datation des données
- ✓ Application multithread
- ✓ Cohérence des interactions simulées



➤ **Moteur physique**

- ✓ Gestion de la dynamique des objets
- ✓ Gestion des collisions
- ✓ Adhérence des contacts



De nombreuses applications possibles



Convoi en milieu agricole



Transport de fûts en milieu hostile

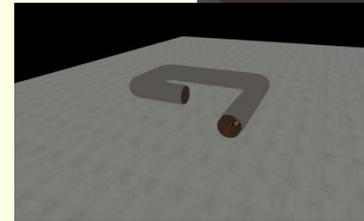
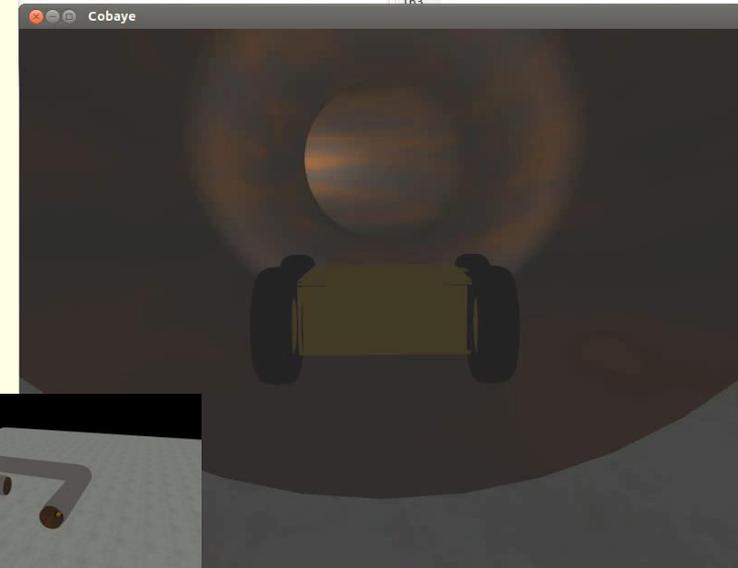


Convoi mixte réel simulé en milieu urbain

## ○ Moteur de rendu 3D

Le moteur de rendu 3D analyse les éléments d'une image numérisée (couleurs, intensité et type de la lumière, ombres et leurs combinaisons, etc), image censée être vue par une "caméra" virtuelle dont les coordonnées x y z déterminent l'angle de vue et la position des objets.

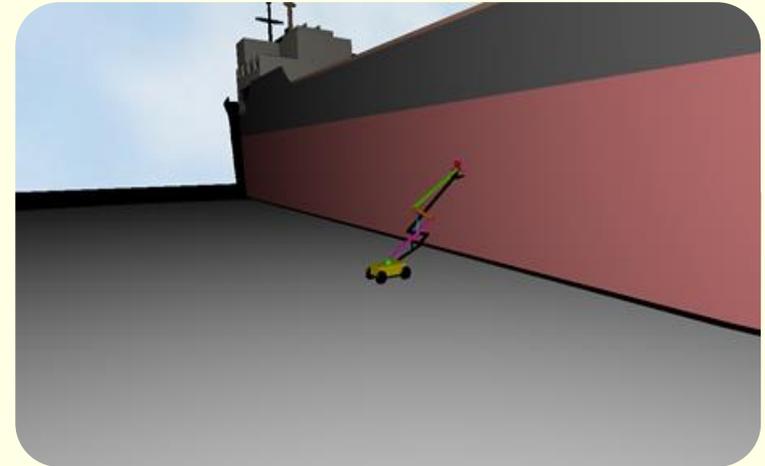
- ✓ Affichage d'objets en 3D
- ✓ Gestion des ombres/éclairages
- ✓ Modélisation d'environnements
- ✓ Intégration de conditions climatiques (pluie, brouillard ...)
- ✓ Modélisation caméra virtuelle (déformation, éblouissement ...)
- ✓ Réflexion



## ○ Moteur physique

Un moteur physique est une bibliothèque logicielle indépendante appliquée à la résolution de problèmes de la mécanique classique. Les résolutions typiques sont les collisions, la chute des corps, les forces, la cinétique, etc.

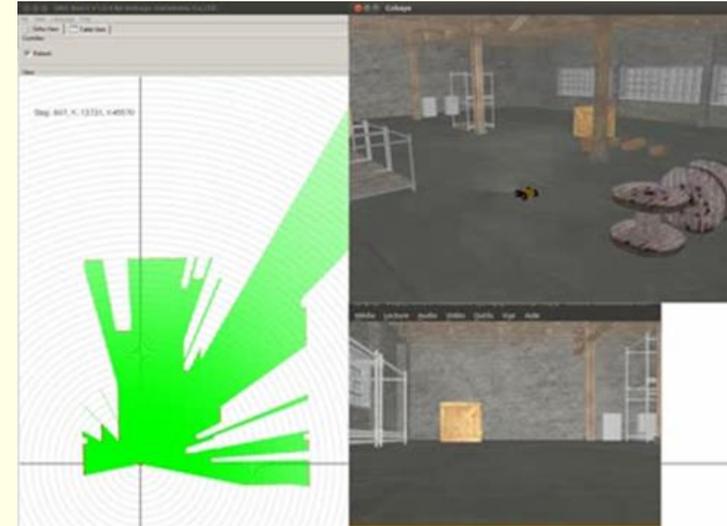
- ✓ Gestion de la dynamique des objets
- ✓ Définition de modèles dynamiques des systèmes
- ✓ Gestion des collisions
- ✓ Interactions roue/sol
- ✓ Modélisation des capteurs lasers



## ○ Gestion du temps-réel

Un moteur de synchronisation temporelle : Ce moteur permet de gérer l'ensemble des données qui sont véhiculées par le simulateur et de garantir la **cohérence spatio-temporelle** des propriétés physiques et graphiques adressées.

- ✓ Synchronisation et datation des données
- ✓ Application multithread
- ✓ Cohérence des interactions simulées



Ces caractéristiques assurent une parfaite synchronisation des fonctions simulées en gérant leurs interdépendances (par exemple : un mur a une représentation graphique 3D mais c'est aussi un élément de collision pour les rayons d'un télémètre laser). Cette synchronisation est assurée par la cohérence spatio-temporelle des données simulées. Un non-respect de ce principe entraînerait des imprécisions voire des problèmes de vraisemblance entre l'architecture d'un robot réel et son modèle simulé.

Dépôt brevet intitulé : « Plateforme de simulation pour la validation d'une architecture logicielle et matérielle d'un robot »

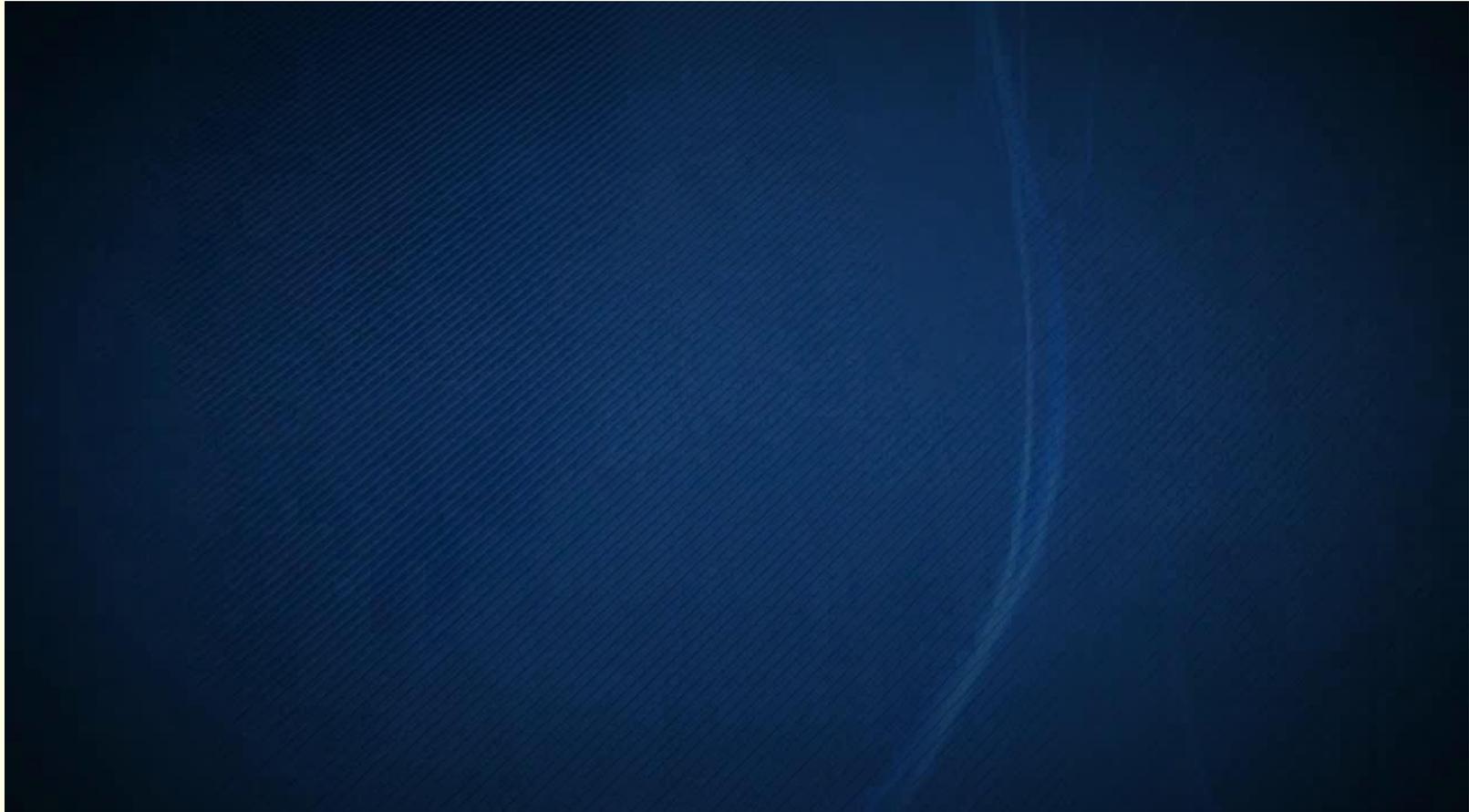
- Gestion du temps-réel





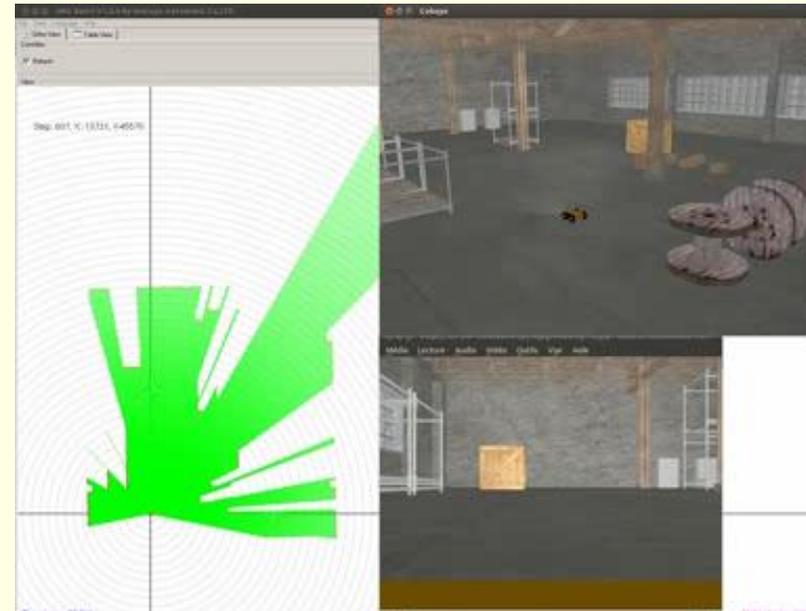
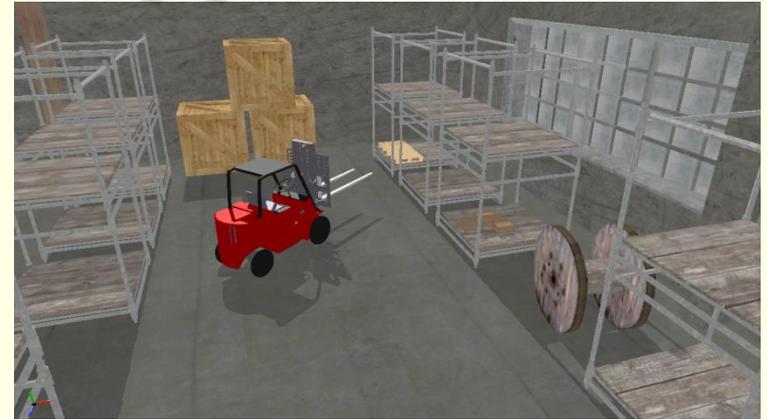
# *Solution développée*

- Gestion du temps-réel



## Modélisation poussée des interactions

- Moteur physique réaliste
- Modélisation capteurs et actionneurs



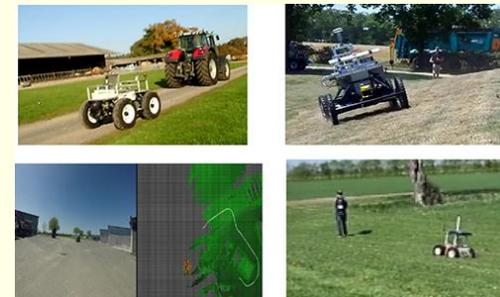
# Irstea – Institut Pascal

## LabEx ImobS3

### Présentation des activités de recherche



- **Irstea - Unité de recherche TSCF**  
*(Technologies et systèmes d'information pour les agrosystèmes)*  
 Conception de systèmes reconfigurables et à autonomie partagée, pour accroître les performances et la sécurité des engins œuvrant en milieux naturels, en particulier ceux rencontrés dans l'agriculture.



- **Institut Pascal – Axe ISPR**  
*(Axe Image, Systèmes de Perception, Robotique)*  
 Recherche dans le domaine de la perception et de la vision artificielle pour la commande des systèmes robotiques. Développement de concepts théoriques, méthodologiques et architecturaux pour la perception et le contrôle des systèmes.



- **Laboratoire d'Excellence IMobS<sup>3</sup>**  
*("Innovative Mobility: Smart and Sustainable Solutions")*  
 Développement de briques technologiques efficaces et respectueuses de l'environnement pour une **mobilité innovante des personnes, des biens et des machines** en jouant sur le triptyque "Recherche – Formation – Valorisation".  
**Défi N° 1 : Véhicules & Machines Intelligents.**  
 Systèmes d'aides à la conduite, véhicules autonomes, robotique manufacturière, robotique agricole, machine outils agiles et reconfigurables, ateliers flexibles,,,



## Modélisation du système GPS

Modélisation du système GPS avec prise en compte de la constellation de satellites, couche ionosphérique et des phénomènes de multi-trajets.

Résultat du projet E'Motive



## Projet ANR SafePlatoon

L'objectif du projet est d'étudier la problématique des convois de véhicules autonomes en considérant des applications dans les milieux urbains, militaires et agricoles. Le projet prend en compte plusieurs configurations géométriques de convois (linéaire, triangulaire, ligne de front, ...). Il intègre aussi la possibilité d'adapter de manière dynamique la configuration du convoi.

Un aspect important du projet réside dans le fait que les algorithmes de décision et de contrôle/commande proposés seront vérifiés et validés. La vérification concerne la preuve, par des outils et méthodes spécifiques, de propriétés de sûreté relatives à certains cas de fonctionnement du système considéré. La validation concerne la mise en œuvre de jeux de test, effectués soit par simulation, soit par expérimentation sur des véhicules réels. L'objectif est d'évaluer la conformité et la qualité des approches proposées.



## Partenaires projet :



INSTITUT  
PASCAL  
sciences de l'ingénierie et des systèmes



SET  
Laboratoire Systèmes et Transports



Effidence

## Projet ANR SafePlatoon

Mise en application des algorithmes de convoi, en milieu naturel, du centre Irstea de Clermont Ferrand (Unité de Recherche TSCF, équipe TEAM) à des fins de contrôle commande à basse vitesse pour le maintien de la formation des engins agricoles.

L'environnement de simulation se compose :

de modèles de tracteurs équipés d'un récepteur GPS, d'une centrale inertielle et de leur odométrie ;  
d'un environnement 3D représentant un milieu agricole.

L'outil de prototypage Cobaye a permis de valider virtuellement la formation du convoi **sans la mobilisation de moyens importants** inhérents à ce type d'expérimentations (3 tracteurs, capteurs embarqués, personnel).



## Projet ANR Baudet-Rob

Le but est la conception d'un système de suivi intelligent d'un groupe de personnes par un robot mobile avec des défis scientifiques :

- Identification et suivi d'un « leader »
- Gestion intelligente du suivi
- Autonomie complète du déplacement du robot

Projet présentant des applications sur le marché défense et le marché civil avec un un premier démonstrateur fonctionnel



## Partenaires projet :

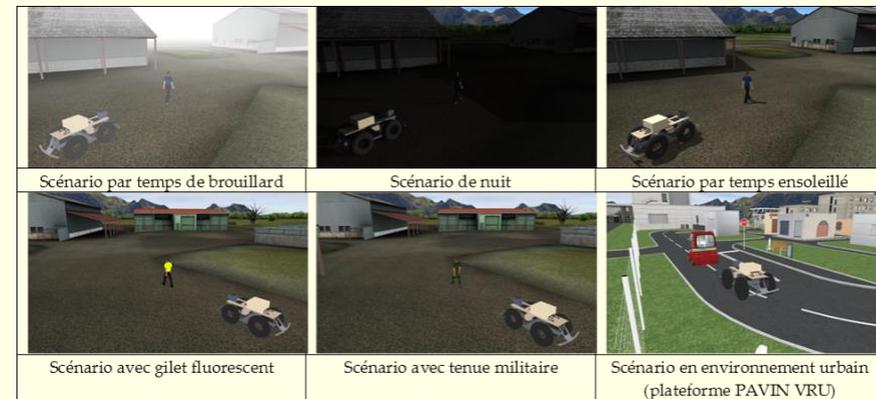
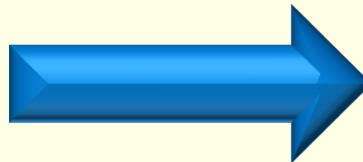


## Projet ANR Baudet-Rob

Les premiers développements ont été réalisés sur l'outil de prototypage Cobaye.

L'environnement de simulation se compose :

- d'un modèle de la plateforme expérimentale Aroco équipée d'un récepteur GPS, d'une centrale inertielle et de son odométrie ;
- d'un modèle de piéton équipé d'un récepteur GPS et d'une centrale inertielle ;
- d'un environnement 3D représentant un milieu ouvert.





# Ressources

**Google, Google car** : <https://www.youtube.com/watch?v=cdgQpa1pUUE>

**Cobra MK2, ECA ROBOTICS** <http://topwar.ru/66991-nazemnye-roboty-ot-zabrasyvaemyh-sistem-do-bezlyudnyh-transportnyh-kolonn-chast-3.html>

**EZ 10, EASY MILE** : <http://www.industrie-techno.com/mondial-de-l-auto-2014-ligier-a-devoile-easy-mile-ez10-sa-navette-electrique-autonome.32436>

**Fly-n-sense** : <http://www.fly-n-sense.com/>

**Irstea UR TSCF** : <http://www.irstea.fr/tscf>

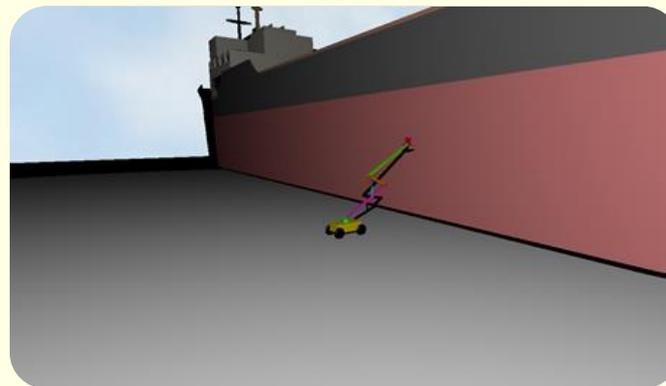
**Institut Pascal** : <http://www.ip.univ-bpclermont.fr/index.php/fr/>

**Laboratoire d'excellence IMobS3** : <http://www.imobs3.univ-bpclermont.fr/index.php/fr/>

**Projet ANR SafePlatoon** : <http://web.utbm.fr/safeplatoon/>

**Projet ANR BaudetRob** : <http://baudetrob.univ-bpclermont.fr/index.php/fr/>

# Merci de votre attention



Retrouvez les vidéos sur :  
<http://www.4d-virtualiz.com>

**Contactez nous à :**  
contact@4d-virtualiz.com

