

Modélisation cognitive du conducteur pour la Conception Virtuelle Centrée sur l'Humain

**Thierry BELLET & Bertrand RICHARD
Université Gustave Eiffel (IFSTTAR - LESCOT)**

Séminaire « Humain Virtuel » – 12 octobre 2021

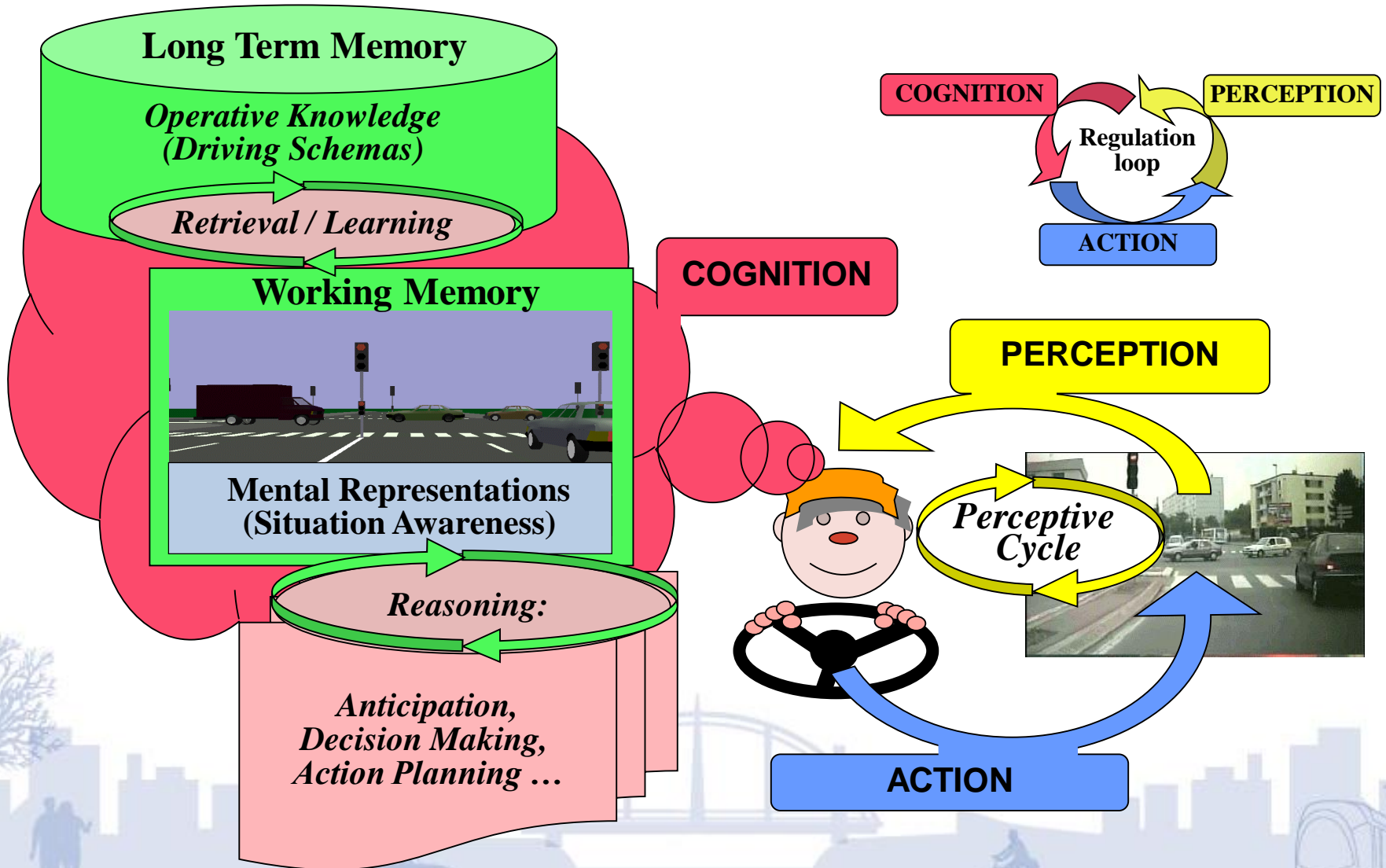
Simulation cognitive du conducteur pour la « Conception Virtuelle Centrée sur l'Humain » des ADAS/VA

- **Objectif:** Concevoir, Prototyper et Evaluer **Virtuellement** de futurs dispositifs d'assistance et d'automatisation de la conduite
- **Le modèle COSMODRIVE (LESCOT):**
 - ⇒ Modèle de simulation cognitive de l'Humain (« Conducteur Virtuel »)
- **La plateforme V-HCD (partenariat LIVIC puis ESI Group):**
 - ⇒ Conception, Prototypage et Evaluation Virtuelle de futurs ADAS
 - ⇒ Environnement de simulation immersif pour « expérimenter » le véhicule de demain
- **Deux exemples de travaux en cours:**
 - ⇒ SURCA (2018-2022, *S*écurité des *U*sagers de la *R*oute et *C*onduite *A*utomatisée)
 - ⇒ SUaaVE (H2020-2019-2022, *S*Upporing *a*ccptance of *a*utomated *V*Ehicle)



COSMODRIVE virtual driver

(COgnitive Simulation Model of the DRIVER)



Le modèle COSMODRIVE (COgnitive Simulation MOdel of the DRIVER)

- Simulation of driver's « Perception »:
 - ⇒ A “Virtual Eye” dynamically exploring the road scene
 - ⇒ Simulation of Visual scanning & Distraction effects
- Simulation of driver's « Cognition »:
 - ⇒ “Situation Awareness” (i.e. as a “dynamic mental model” of the driving situation)
 - ⇒ Decision Making process (based on *cognitive simulation* to assess & anticipate potential collision risks)
- Simulation of driver's « Behaviours »:
 - ⇒ Driver's Actions implemented on vehicle commands
 - ⇒ The Driving Performance as a whole (i.e. of the “Human-Machine System”)
 - ⇒ Simulation of Driver's Errors & Accident risks



COSMODRIVE : pilotage d'un simulateur de conduite (Peugeot 308) => enjeu central pour la validation

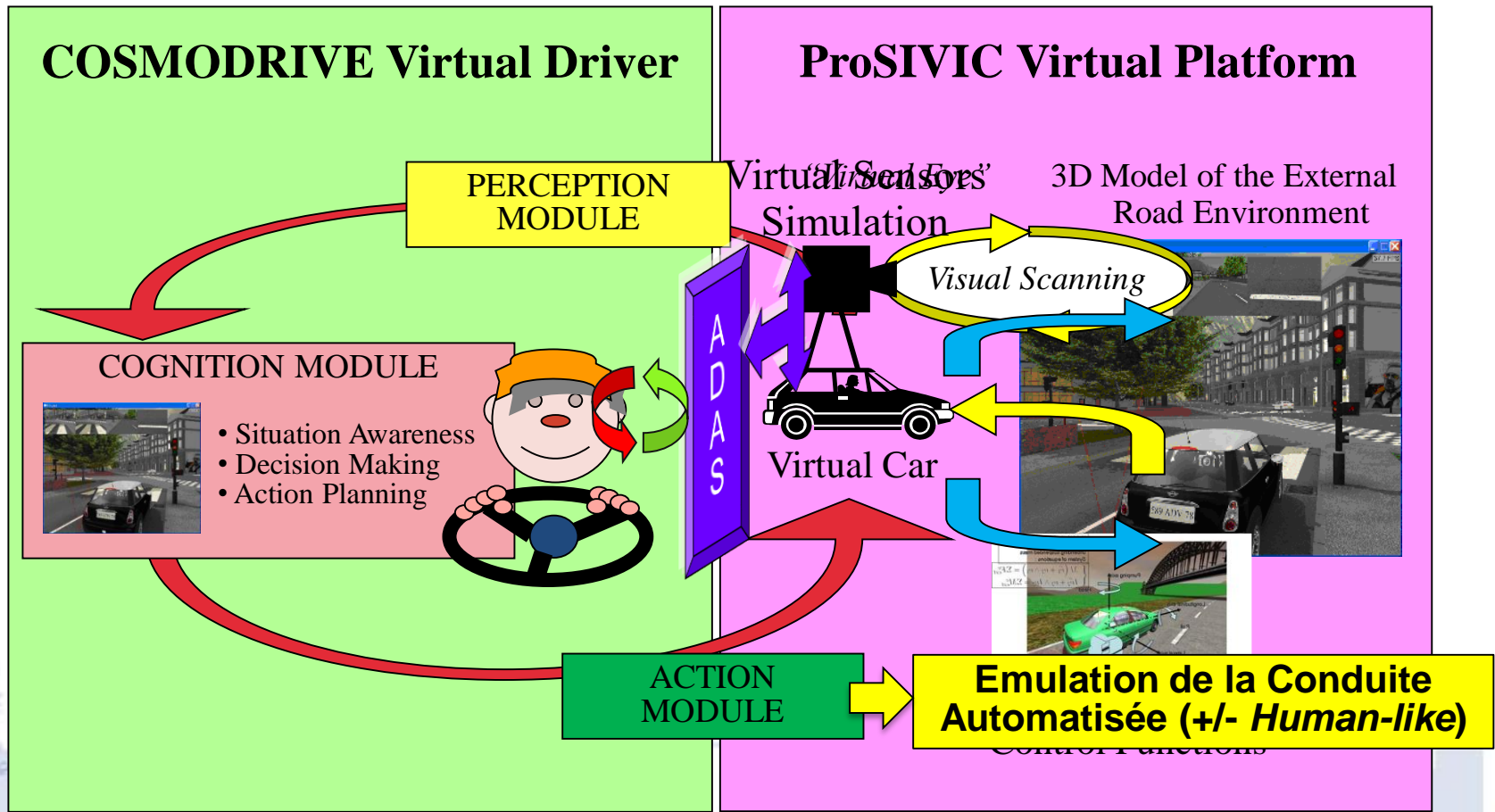


La plateforme V-HCD*

- Une plateforme de « Conception Virtuelle Centrée sur l'Humain » (* *Virtual Human-Centred Design*)
- Elle intègre:
 - 1) Un **Modèle de Conducteur** (COSMODRIVE ou modèle + simplifié)
 - 2) Un **Environnement Routier Virtuel** (Différents moteurs graphiques)
 - 3) Des **Modèles de Véhicules** (Ego et Trafic)
- Elle est utilisée de différentes façons (complémentaires):
 - 1) Comme une **Plateforme de simulation « intégrée »** (Modèle de Conducteur + Environnement + Véhicule) pour la **conception et l'évaluation virtuelle** d'aides à la conduite
 - 2) Comme un **Simulateur de conduite traditionnel** (conduite manuelle ou assistée)
 - 3) Comme un **Environnement de simulation « immersif » avec un casque de VR**, (ex: permettre à un Piéton d'interagir avec un Véhicule Autonome)
- **Partenariat avec le LIVIC (D. Gruyer) puis ESI / CIVITEC (J.C. Bornard & S. Laverdure):**
 - ⇒ **Projet H2020 SUAAVE** (*SU*pporting *a*ccceptance of *a*utomated *V*ehicle)

La plateforme “ V-HCD* ”

(* *Virtual Human Centred Design*)

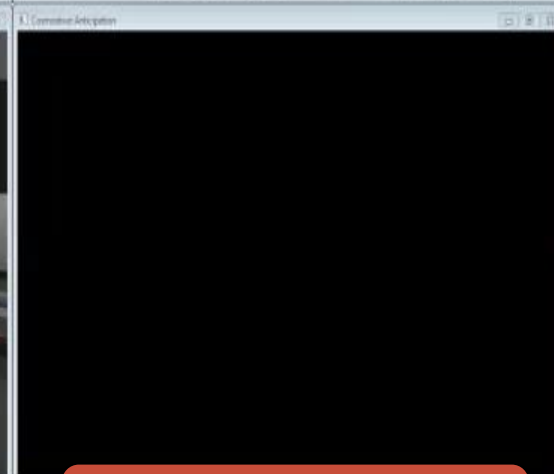


COSMODRIVE sur la V-HCD : Exemple de simulation de la prise de décision de changement de voie

Environnement Routier
(Base Pro-SIVIC)

Point de fixation
(Œil Virtuel)

Représentation
Cognitive



Représentation
Perceptive

Anticipation pour
Décision



Use of COSMODRIVE and the V-HCD platform for the Virtual Human Centred Design of future ADAS

(e.g. *HOLIDES: Adaptive Warning System able to monitor risks due to drivers' visual distractions*)

- **ADAS Design:** Simulations based on « COSMODRIVE driving ALONE »
=> Identification of **Critical Scenarios/Use Cases** (e.g. in case of visual distraction)



- **ADAS Evaluation:** Simulations based on « COSMODRIVE + ADAS »
=> Evaluate **ADAS benefits to manage the risks** (e.g. due to visual distraction)

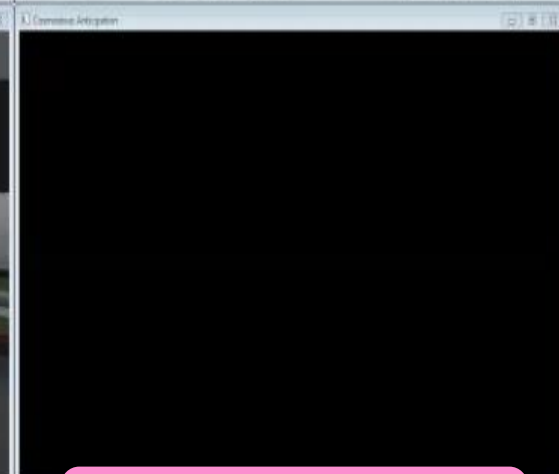
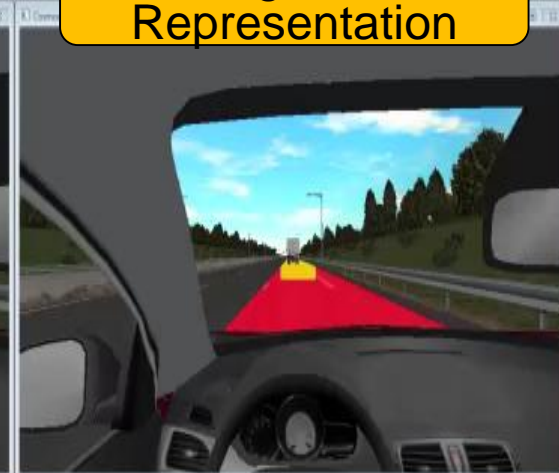


Simulation of a « Distracted Driver » with COSMODRIVE virtual driver (without ADAS)

Road Environment
(simulated with Pro-SIVIC)

Virtual Eye
(Visual Scanning)

Cognitive
Representation



Perceptive
Integration

Anticipation to
support Decision



IFSTTAR

Virtual prototyping of an “Adaptive Warning System” (real time monitoring of risks due to Visual Distraction) to support a distracted Driver / COSMODRIVE



Simulation of a Distracted driver with COSMODRIVE, when supported by the Adaptive Warning System

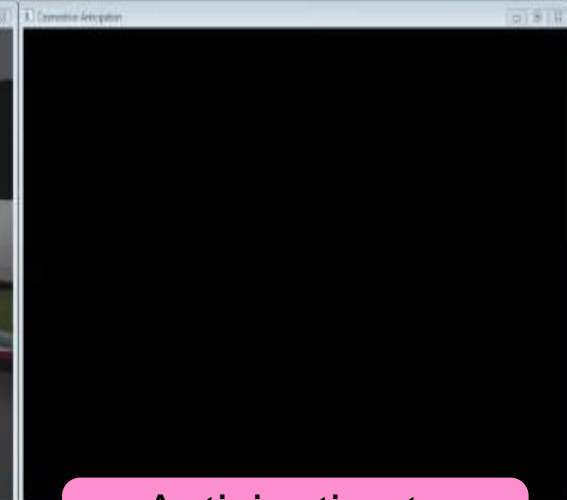
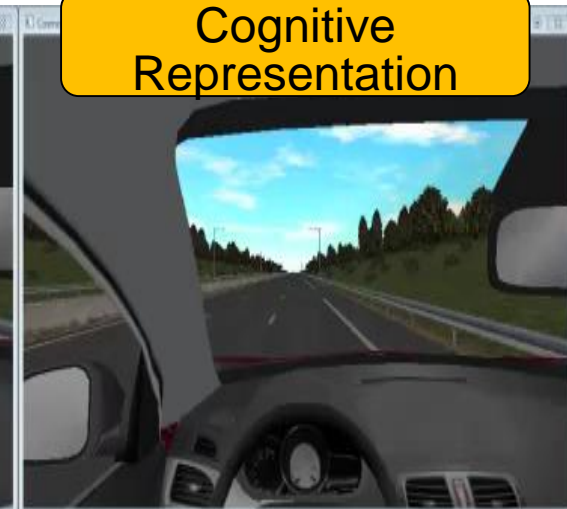
Road Environment
(simulated with Pro-SIVIC)



Virtual Eye
(Visual Scanning)



Cognitive
Representation



Perceptive
Integration

Anticipation to
support Decision



Activation d'une fonction de conduite automatisée, lorsque le risque ne peut plus être géré par l'humain

« Œil Virtuel »
(Point de Fixation)



Représentation Cognitive
(Conscience de la Situation)



Environnement Routier
(Vue Extérieure – Vue Intérieure)



Final Evaluation of ADAS with real Humans (on driving simulator)



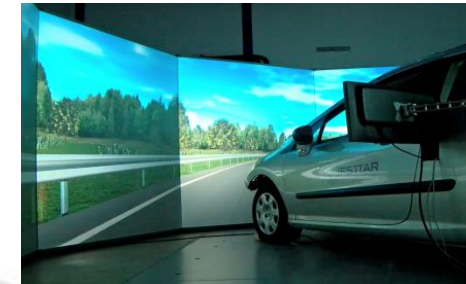
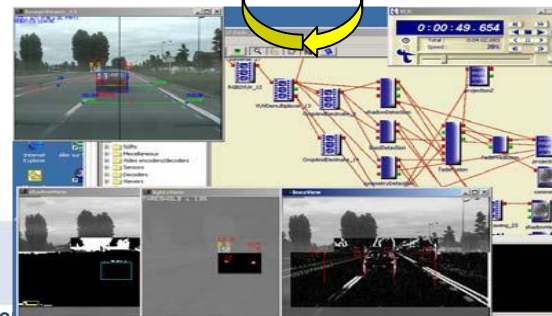
COSMODRIVE

Human driver

V-HCD: une plateforme de simulation de la conduite et du « véhicule de demain »...

Véhicule virtuel susceptible d'être piloté par:

- Le modèle "COSMODRIVE"
- Des Conducteurs Humains
- Des ADAS & des fonctions d'automatisation de la conduite, implantables sur véhicules réels



.... pour pouvoir « Anticiper le futur »

- **Simulation des interactions VL / VA (Projet SURCA)**
 - Conducteur humain & conduite manuelle (COSMODRIVE)
 - Véhicule Autonome (interfaçage avec le VA de Vedecom – V. Judalet)
- **Analyse des interactions VA – Piétons (SUAAVE – H2020)**
 - Plateforme immersive pour favoriser l'acceptabilité & l'acceptation du VA
 - Co-Simulations impliquant un conducteur ou un « passager de VA » (simulateur) et un piéton (équipé d'un casque HTC VIVE)

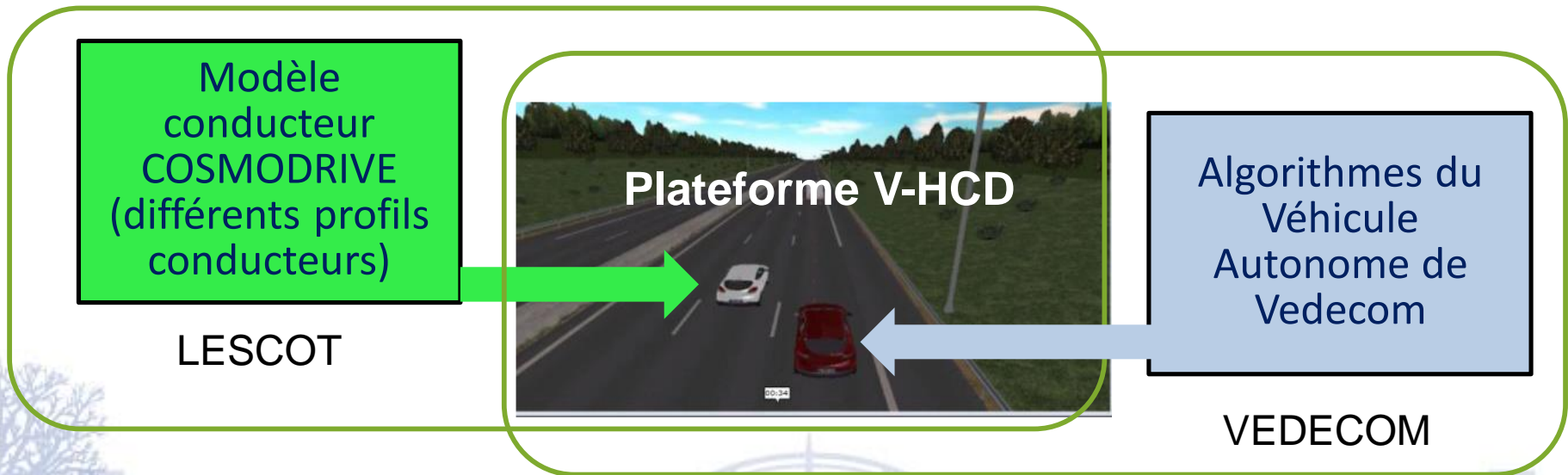


- **Projet « Voyageur Virtuel » (collaboration LESCOT-LBMC)**
 - Connection de COSMODRIVE avec Modèles biomécaniques (Thèse E. Gallouin)
 - Vers une approche « multi-modèles » (Cognitif et Biomécaniques)

Projet SURCA :

La V-HCD comme **plateforme de Cosimulation** des interactions

« **COSMODRIVE (VL)- Véhicule Autonome** »



SURCA : Erreur typique Séniors (difficulté à apprécier les distances)



SURCA : Exemple d'erreur de conduite (Sénior – cas issu de SafeMove)



TC+00:35:31:15

SURCA : erreur typique Jeunes Novices (perte de contrôle lors d'un rabattement)



Plateforme de « co-simulation SURCA » : Interactions COSMODRIVE et VA Védécom

The screenshot displays the Pro-SIVIC simulation environment. On the left, a complex wiring diagram is visible, with components color-coded in blue, green, yellow, and cyan. The central part of the interface shows a 3D perspective view of a car's interior and exterior, with a steering wheel and dashboard visible. Overlaid on this view are two oscilloscope windows: 'Oscilloscope_1' showing a red waveform and 'V Consigne' showing a green curve. A 'DataViewer_2' window on the right displays a list of data points for 'Vitesse VA'. The top of the window shows the 'master script* - Pro-SIVIC' menu and a toolbar. The bottom status bar indicates 'Simulation running' and 'Authorized user: VEDECOM | Valid until 31-jan-2020'.

Object name	Type
sun	mgLightSource
> env_init_section	svicPackage
untitled	mgPositionable
sce_player	svicScenarioPlayer
ego	svicPackage
> vc	svicCarViewpat
chassis	svicMeshActor
fl	svicMeshActor
fr	svicMeshActor
rl	svicMeshActor
rr	svicMeshActor
FrontL	
FrontR	
> steer	
Collis	
RCS	
ears	
> head	
ca	

Channel	Value
1	35.765

Data	Value
API_Super	[0]
Info	[0]
Data	[0]
API_Super	[0]
Info	[0]
Data	[0]
API_Super	[0]
Info	[0]
Data	[0]
units_com	[0]
Info	[0]

Data	Value
TR_Cosmo.vyz_po	[0]
Info	[1]
Data	[2]
Vectorizer_2.outp	[0]
Info	[1]
Data	[1]

SUaaVE (2019-2022)

Objectifs:

- Simuler un Véhicule Autonome « Empathique » (VA), afin d'étudier & d'accroître l'acceptation des VA
- Concevoir des IHMs adaptatives capables de gérer les interactions Humain-VA en fonction de l'état du conducteur

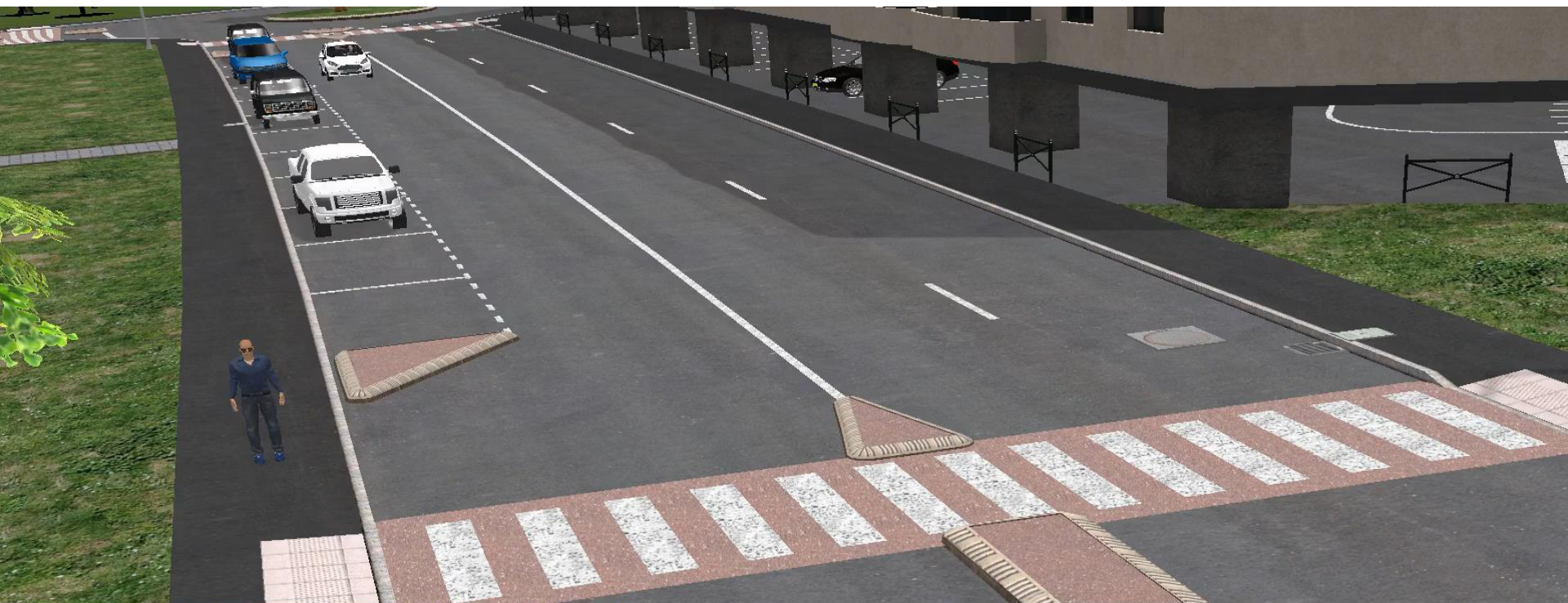
Implication du LESCOT (partenariat avec ESI):

- 1) Concevoir, développer et mettre à disposition des partenaires la Plateforme V-HCD (=> « Démonstrateur » du projet)
- 2) Expérimentation Eiffel sur les interactions VA-Piéton (e-HMI)

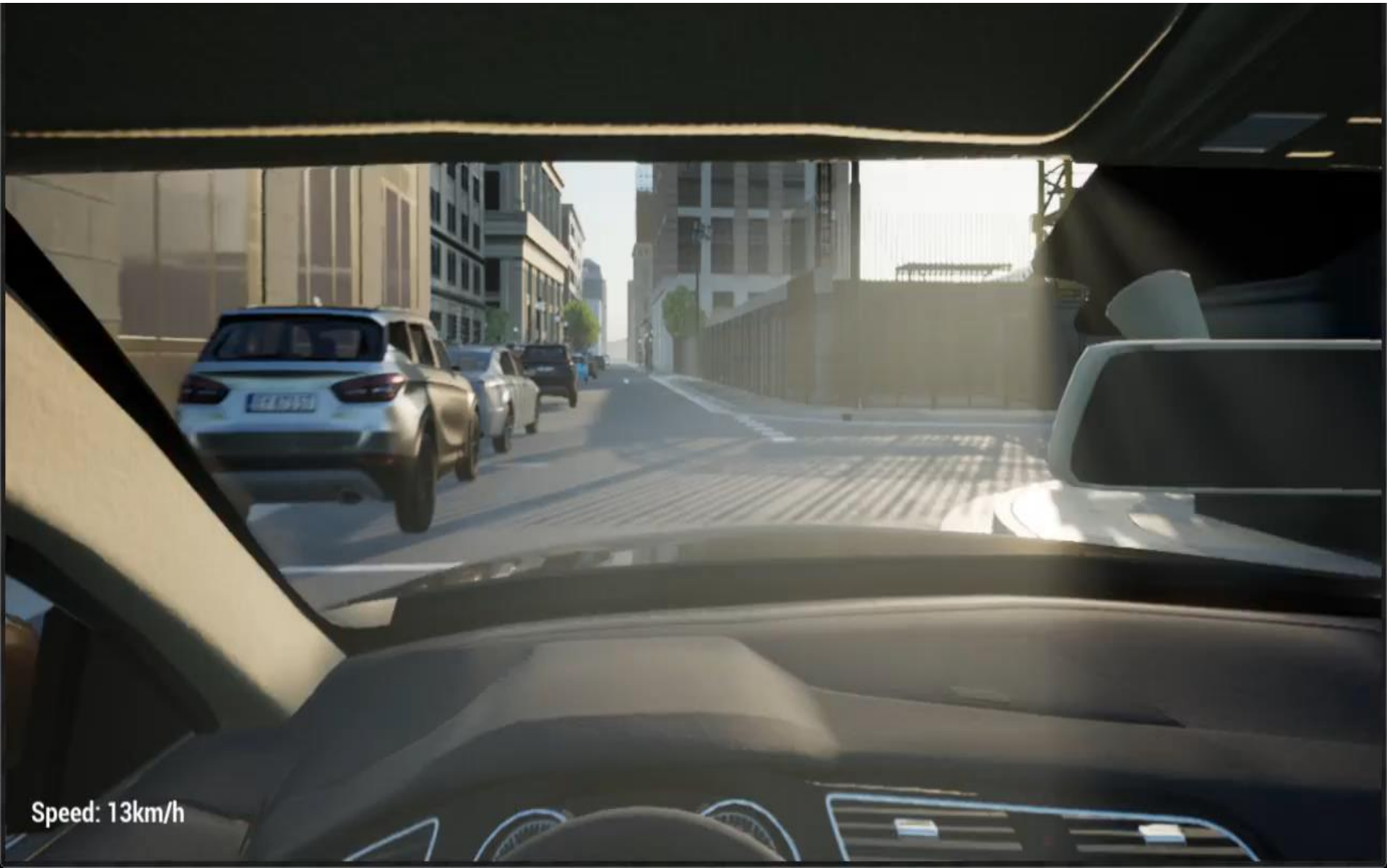
=> « Co-Simulation » & VR



SUaaVE: Co-simulation pour l'étude des Interactions VA-Piéton



SUaaVE (V-HCD 2): Nouveau Moteur Graphique



Speed: 13km/h

Conclusion:

Bénéfices de la modélisation du Conducteur pour la conception Virtuelle des aides à la conduite

- Intégrer **très tôt** dans le processus de conception les besoins réels de l'Utilisateur final (simulé avec le modèle COSMODRIVE)
- **Concevoir** et **prototyper virtuellement de futurs Aides** à la conduite (avec la plateforme V-HCD)
- **Evaluer** virtuellement ces Aides avec un « **conducteur virtuel** » (Sont-elles utiles et efficaces du **point de vue de l'utilisateur**)
- Ne **pas s'engager** dans le développement de prototypes réels coûteux sans une validation virtuelle préalable (réduction risques)

