

Clôture du projet 3SA

Simulation pour la Sécurité des Systèmes de véhicules Autonomes

16 juin 2023



Début	Durée		Salles
13 h 45	0 h 25	Introduction	Amphi bât. 862
14 h 15	2 h 00	Ateliers de démonstrations <ul style="list-style-type: none"> Bibliothèque de scénario, Travaux réglementaires et normatifs, Participation aux groupes de normalisation, PoC OpenScenario 1.0 Modélisation de la Caméra et Lidar Modélisation du radar et navigation Méthodes formelles Oracle, Autopilot, évaluation de la couverture pour plan de test Simulation, Métriques, Monitoring 	SystemX 2 ^{ème} étage bât. 863 Guidé
16 h 20	0 h 30	Synthèse	Amphi bât. 862
16 h 50	0 h 15	Conclusion	Amphi bât. 862
17 h 05	1h et +	Cocktail de fin	Salle 24-26 Bât. 862

SVA: Simulation pour sécurité du Véhicule Autonome
02/2015 → 12/2019

ALL4TEC ANSYS APSYS ON @ntinental S
AVSIMULATION PSA GROUPE RENAULT sector Valeo

cea LNE Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines



3SA : Simulation pour la Sécurité des Systèmes de véhicules Autonomes
04/2019 → 03/2023

APSYS AUGMENTED TRUST AVSIMULATION [expleo] OKTAL-SE Synthetic Environment

sector STELLANTIS Valeo

cea LNE

SVR: Simulation pour la sécurité des navettes et des Robot-taxis
01/2019 → 04/2021

AVSIMULATION easy MILS PSA GROUPE RENAULT
navya SNCF transdev Valeo



SAM - Sécurité et Acceptabilité de la Mobilité autonome
06/2019 → 06/2023

ALSTOM Cerema COFIROUTE Tuto des Poids Lourds

fip Energies nouvelles IGN KEOLIS LARA PFA FILLES AUTOMOBILES & MOBILITES

PSA GROUPE RENAULT SNCF System x TwinsWheel

transdev UTAC CERAM Valeo VEDECOM VINCI AUTOMOBILES

PEGASUS
01.01.2016 => 30.06.2019

PEGASUS FAMILY
VERIFICATION VALIDATION METHODS
07/2019 => 06/2023

SET Level
03/2019 => 10/2022

SAKURA
Safety Assurance Method for Reliable Autonomous Vehicles
06.2018 => 03.2021

HEADSTART
01.2019 => 12.2021

Simulation pour la Sécurité des Systèmes de véhicules Autonomes

- **Aller plus loin dans l'usage de la simulation pour démontrer la sécurité**
 - Modélisation des capteurs
 - Représentativité de la simulation et des scénarios
 - Méthodes et outils
 - Simulation des systèmes de conduite autonome
 - Définir un ou des comportement(s) sûr(s)
 - Modéliser le comportement des autres acteurs du trafic
 - Mise à disposition d'une bibliothèque de scénarios
 - Analyse des résultats de simulations
 - Critères d'acceptation et de validation d'un test numérique
 - Couverture de test
- **Participer aux travaux réglementaires et normatifs**
 - France, Europe, UNECE
- **Constitution d'un référentiel méthodologique**

2 - Scénarios



- Bibliothèque de scénarios
- Gestionnaire de scénarios
- Export vers scénarios simulable
- Comparaison de scénarios
- Vérification de scénarios
- Construction de scénarios par approche théorique

1 - Simulation



- Simulation multi-physique
- Simulation macroscopique
- Thèse « Modélisation du comportement des conducteurs dans un trafic environnant un véhicule autonome »



3 - Capteurs



- Caractérisation et modélisation des capteurs
 - Caméra
 - Radar
 - Lidar
 - Navigation

4 - Exploitation



- Oracle de test
 - Base de référence de comportement
 - Thèse « Optimisation sous incertitude de trajectoires pour le véhicule autonome »
- Monitoring du module de perception / décision
- Preuve formelle
- Analyses de résultats
- Critères / Métriques / Taux de couverture
- Plan de tests scenario based



5 - Divers

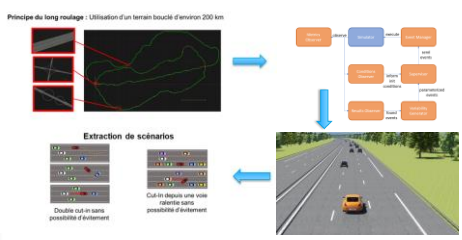


- Participer aux GT français, européen et UNECE
- Échanger avec PFA/JAMA, PEGASUS, SAKURA, etc.
- Participer aux groupes de normalisation (ASAM / ISO / BNA / etc.)
- Promouvoir les apports de SVA et 3SA
- Méthodologie et référentiels
- Développements pour la réalisation de POC

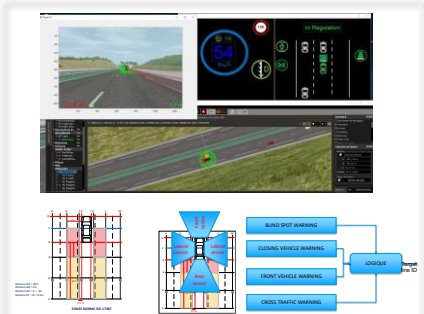
1 - Simulation



- États de l'art
 - Méthodologies d'analyse automatique
 - Méthodologies d'identification de scénarios
 - Terrain 3D pour longs roulages
 - Manager d'évènements / Manœuvres
 - Superviseur / Observer de simulation
- Highway AutoPilot
 - Modèles comportementaux de conducteurs
 - Démonstrateur
 - Modèles de manœuvres (automate symbolique)

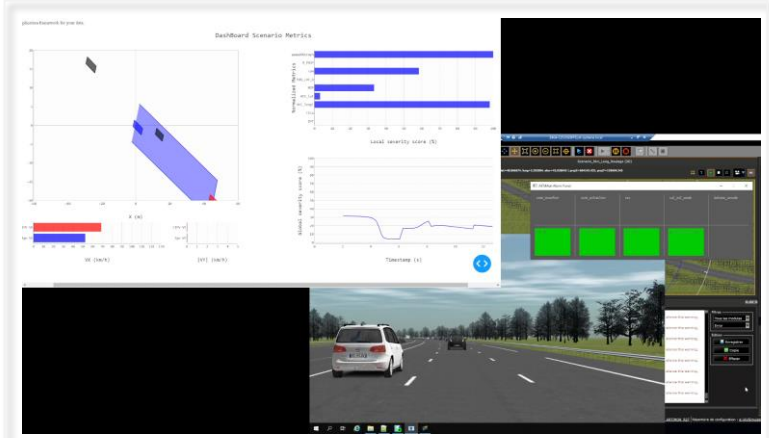


Extraction de scénarios

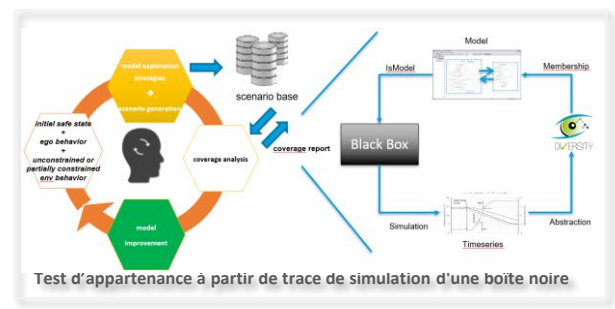


Highway AutoPilot

- 41 actifs valorisables
- 75 livrables



Plateforme de simulation supervisée avec métriques de dangerosité et monitoring ARTIMon



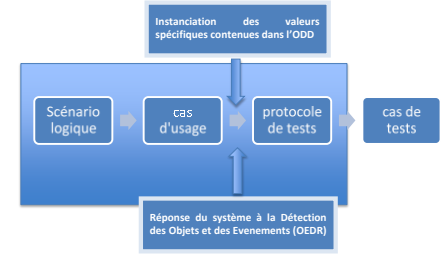
Bilan 3SA : Résultats, Valorisation, Dissémination

2 - Scénarios



- Plateforme MOSAR
- États de l'art
- Outils
 - ScenarioManager (1 dépôt APP)
 - ODD, Cas d'usage, Protocole de tests
 - Import de scénarios MOOVE
 - Comparaison de scénarios
 - PoC export OpenScenario 1.0
- Données
 - Scénarios (VOIESUR, ASFA, MOOVE, ALKS, EuroNCAP, PFA)
 - Liste des évènements redoutés

- 41 actifs valorisables
- 75 livrables



Radar

Diagrammes de radar montrant des zones de couverture et des données de mesure.

Photo d'une voiture dans un tunnel.

Texte descriptif : "Radar", "Dans une configuration de la...", "Tous les équipements sont connectés à un serveur..."

Navigation

Modèles 3D de villes (La Défense, Plaine de France) et interfaces de navigation.

Transfert de style

Images simulées → Réels → Banc caméra → Caractérisation par réglage

Nouvelle base de données : exhaustive et photoréaliste

Validation

Réel vs Simulé

Validation réussie (indiquée par un checkmark vert)

Caméra

Interface de simulation de caméra avec paramètres de réglage et visualisation en temps réel.

3 - Capteurs

STELLANTIS | Valeo | ANIMATION | OKTAL-SE Systems Environment

- États de l'art
- Méthodologies de
 - caractérisation et de modélisation
 - création des portions de cartes navigables
- Données
 - Roulages / expérimentales réels et virtuels
 - Scénarios
 - Terrains 3D physicalisés
- Outils / Métriques
 - Chaîne d'automatisation de tests
 - Interfaces de visualisation de résultats
 - Banc caméra caractérisation et modélisation
 - Métriques de caractérisation et validation
- Modèles de capteurs

Lidar

Tunnel CEREMA

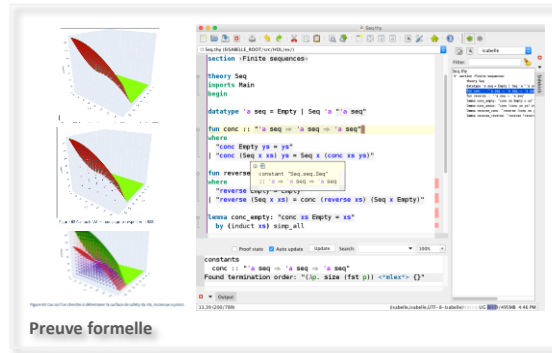
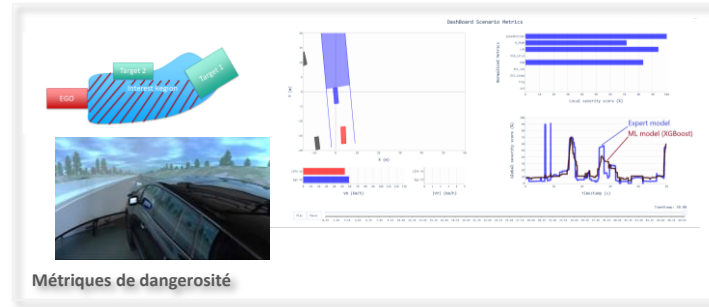
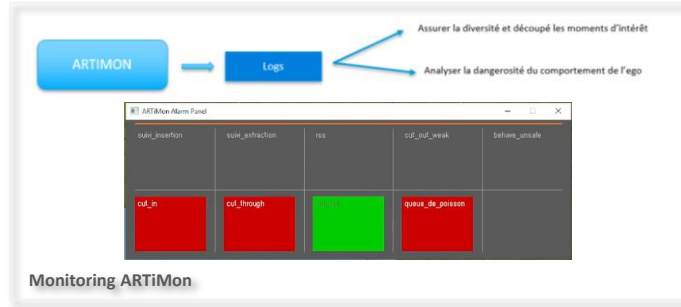
Génération de brouillard

Armatures du tunnel, Panneaux de signalisation, Clo IV, Marquages au sol

Lidar SCALA

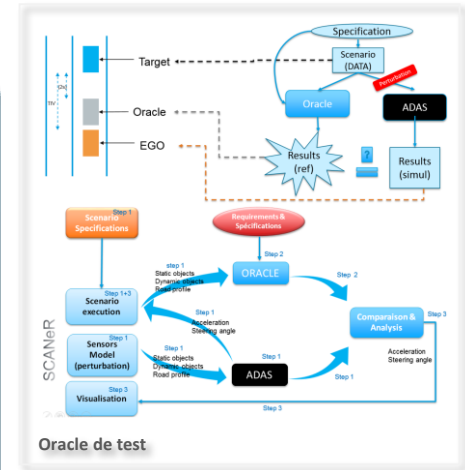
Nuage de points (Dispersion de brouillard de 10m à 100m)

- 41 actifs valorisables
- 75 livrables



4 - Exploitation

- États de l'art
- Oracle de test avec intégration des travaux de thèse
- Métriques de dangerosité : algorithmes & affichages en simulation
- Monitoring de manœuvres : algorithmes & affichages en simulation
- Estimation de la couverture d'un ensemble de scénarios
- Preuve formelle : Modélisation formelle et preuve de safety de la RSS
- Rapport de thèse



- 41 actifs valorisables
- 75 livrables

PFA FILIÈRE AUTOMOBILE & MOBILITÉS
GT PFA : Safety & Validation
Programme France Véhicule Autonome
Pilote Sécurité et Validation des véhicules Automatisés

MINISTÈRES
TRANSITION ÉCOLOGIQUE
COHESION DES TERRITOIRES
TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
MER
Liberté
Égalité
Fraternité
GTA DIGITM / STRMTG

European Commission
DG GROW

BNA
GROUPE UTAC

ISO
International Organization for Standardization

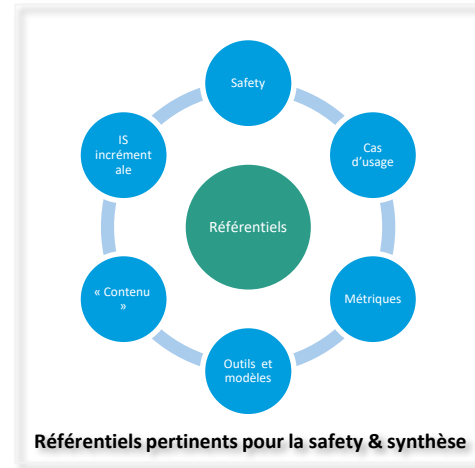
ASAM
Association for Standardization of Automation and Measuring Systems

PEGASUS
FAMILY

VERIFICATION
VALIDATION
METHODS

SAKURA
Safety Assessment Kit for Reliable Autonomous Vehicles

Échanges & participations aux instances réglementaires et normatives



5 - Divers

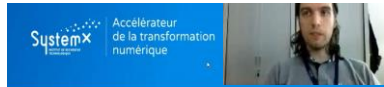


- Participations
 - Rédaction de positions remontées au GRVA, PFA/JAMA, PFA/VDA
 - Élaboration du cadre réglementaire français publié en sep. 2022 (GT PFA, GTA)
 - Cadre réglementaire européen et UNECE
 - BNA
 - ASAM pour OSC 1 et 2
 - ISO (TR 4804, 3450X, TS 5083)
- Référentiels pertinents pour la safety
- Synthèse

- 41 actifs valorisables
- 75 livrables


Publications, présentations, tables rondes

- | | |
|---|--------------------|
| • Driving Simulation Conférence | 2021 – 2022 – 2023 |
| • EAI INTSYS | 2022 |
| • ECC | 2022 |
| • EUCAR | 2021 |
| • ICORES | 2022 – 2023 |
| • IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems | 2020 |
| • IEEE Intelligent Vehicles Symposium | 2021 |
| • Lambda-Mu | 2022 – 2023 |
| • Robotics and Autonomous Systems Journal | 2023 |
| • SIA Vision | 2022 |
| • SN Computer Science (Revue) | 2022 – 2023 |



Symbolic Model-based Design and Generation of Logical Scenarios for Autonomous Vehicles Validation

BANNOUR Bouthaina (CEA LIST)
 * NIOL Julien (APSYS)
 CRISAFULLI Paolo (IRT SystemX)




■ 13 publications scientifiques et 3 en cours de soumission

https://hal.science/IRT-SYSTEMX/search/index/q/*/localReference_s/3SA

Optimal Control Based Trajectory Planning under Uncertainty

[Shangyuan Zhang](#) , [Makhlouf Hadji](#) , [Abdel Lisser](#)

EAI INTSYS 2022, Dec 2022, Lisbon, Portugal - [hal-03845051v1](#)

A simulation-based framework for functional testing of automated driving controllers

[Adel Djoudi](#) , [Loïc Coquelin](#) , [Rémi Regnier](#)

The 23rd IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, Sep 2020, Virtual Conference, Greece
[hal-02862369v1](#)

Design of a new measurable approach for the qualification of the behaviour of an autonomous vehicle

[Yacine Mezali](#) , [Mohamed Khaleli](#) , [Loïc Coquelin](#) , [Rémi Régnier](#) , [Jordan Martin](#) et al.

European Control Conference, Jul 2022, London, United Kingdom - [hal-03603685v1](#)

Symbolic Model-based Design and Generation of Logical Scenarios for Autonomous Vehicles Validation

[Bouthaina Bannour](#) , [Julien Nioi](#) , [Paolo Crisafulli](#)

2021 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), Jul 2021, Nagoya, Japan. pp.215-222, ([10.1109/IV48863.2021.9575528](#)),
[hal-03540190v1](#)

Addressing SOTIF requirement for AD/ADAS through long-drive simulations

[Jordan Martin](#) , [Alex Grandjean](#) , [Sylvestre Prabaharan](#) , [Badreddine Dibaj](#) , [Boussaad Soualmi](#) et al.

Driving Simulation Conference, Driving Simulation Association, Sep 2022, Strasbourg, France - [hal-03603674v1](#)

Optimization of Adaptive Cruise Control under Uncertainty

[Shangyuan Zhang](#) , [Makhlouf Hadji](#) , [Abdel Lisser](#) , [Yacine Mezali](#)

International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES), Feb 2022, Online Streaming, France
[hal-03519146v1](#)

Stochastic Optimization of Adaptive Cruise Control

[Shangyuan Zhang](#) , [Makhlouf Hadji](#) , [Abdel Lisser](#) , [Yacine Mezali](#)

SN Computer Science, 2022, 4 (111), ([10.1007/s42979-022-01489-z](#)) - [hal-03845078v1](#)

Nonlinear complementarity problems for n-player strategic chance-constrained games

[Shangyuan Zhang](#) , [Makhlouf Hadji](#) , [Abdel Lisser](#) , [Yacine Mezali](#)

International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES), Feb 2022, Online Streaming, France. ([10.5220/0011005600003117](#)) - [hal-03519138v1](#)

Modélisation comportementale et sémantique pour la sûreté de fonctionnement des systèmes autonomes critiques

[Nicolas Méric](#) , [Julien Nioi](#) , [Mohamed Tlig](#)

Congrès Lambda Mu 22 « Les risques au cœur des transitions » (e-congrès) - 22e Congrès de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement, Institut pour la Maîtrise des Risques, Oct 2020, Le Havre (e-congrès), France
[hal-03453613v1](#)

Acceptation sociétale et réglementation face aux innovations et risques associés : réflexion issue des systèmes autonomes

[Emmanuel Arbaretier](#) , [Linda Zhao](#)

Congrès Lambda Mu 22 « Les risques au cœur des transitions » (e-congrès) - 22e Congrès de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement, Institut pour la Maîtrise des, Oct 2020, Le Havre (e-congrès), France - [hal-03348014v1](#)

Virtual modeling of an ADAS radar

[V J Palmier](#) , [S Prabaharan](#) , [F Faucher](#) , [A Serval](#) , [A Peden](#) et al.

International Conference SIA Vision, Oct 2022, Paris, France - [hal-03827097v1](#)

Distributionally Robust Optimization of Adaptive Cruise Control under Uncertainty

[Shangyuan Zhang](#) , [Makhlouf Hadji](#) , [Abdel Lisser](#)

International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES) 2023, Feb 2023, Lisbon, Portugal
[hal-03926021v1](#)

Variational inequality for n-player strategic chance-constrained games

[Shangyuan Zhang](#) , [Makhlouf Hadji](#) , [Abdel Lisser](#) , [Yacine Mezali](#)

SN Computer Science, 2023, 4 (82), ([10.1007/s42979-022-01488-0](#)) - [hal-03845071v1](#)

Soumission de Modeling and Analysing Cyber-Physical Systems in HOL-CSP

[Paolo Crisafulli](#) , [Safouan Taha](#) , [Burkhardt Wolff](#)

Robotics and Autonomous Systems Journal

Soumission de Fuzzy logic driver behavior modeling for virtual systems validation

[Daniel Cisneros Lombera](#) , [Boussaad Soualmi](#) , [Chouki Sentouh](#) , [Jean-Christophe Popieul](#)

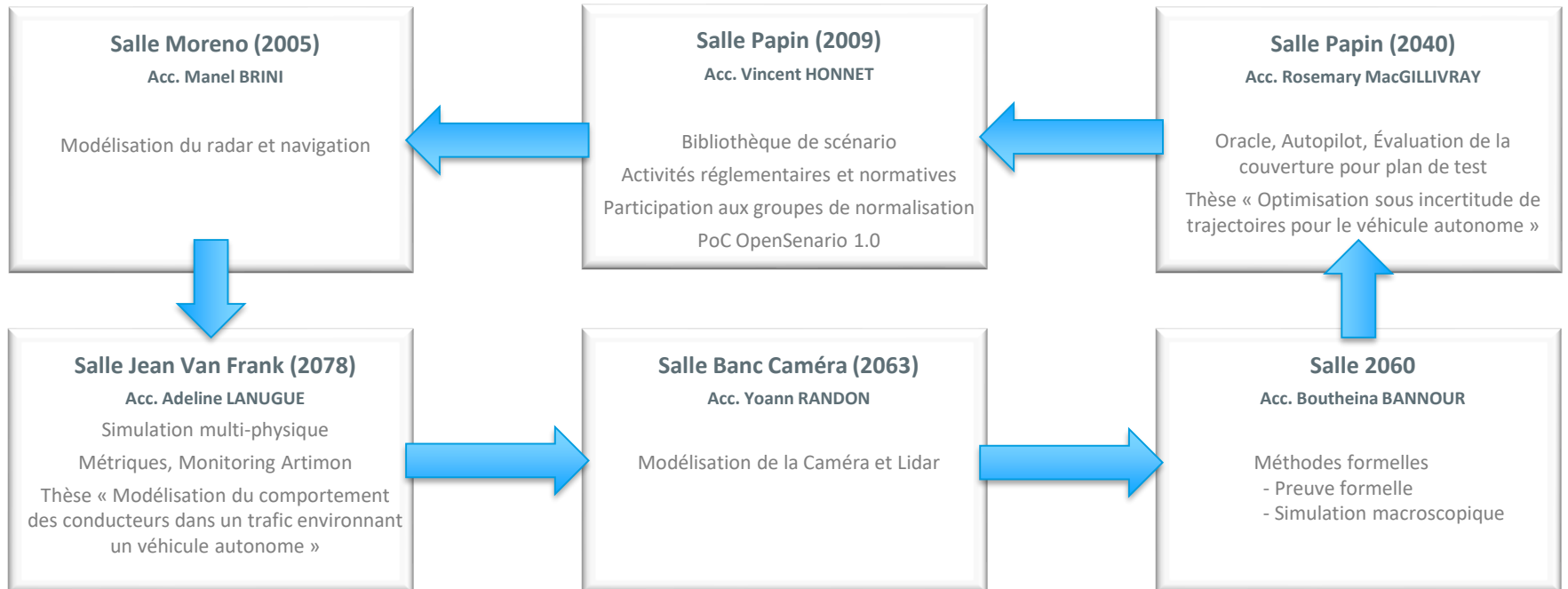
7th International Conference on Intelligent Traffic and Transportation 2023

Soumission de Modélisation du comportement du conducteur en situation de fatigue en utilisant la logique floue

[Daniel Cisneros Lombera](#) , [Boussaad Soualmi](#) , [Chouki Sentouh](#) , [Jean-Christophe Popieul](#)

Modélisation des Systèmes Réactifs 2023

Atelier – 2 heures jusque 16h15 – 15 à 20mn par atelier



Emmanuel Arbaretier & Emmanuel Arnoux

SVA: Simulation pour sécurité du Véhicule Autonome
02/2015 → 12/2019



ALL4TEC ANSYS APSYS ON @ntinental S
AVSIMULATION PSA GROUPE RENAULT sector Valeo

CE2 LNE École normale supérieure paris-saclay UNIVERSITÉ DE VERSAILLES SAINT-QUENTIN EN YVELINES

SVR: Simulation pour la sécurité des navettes et des Robot-taxis
01/2019 → 04/2021



AVSIMULATION easy MILE PSA GROUPE RENAULT
NAVYA SNCF transdev Valeo

3SA : Simulation pour la Sécurité des Systèmes



CVH : Chaîne Outillée pour la Validation et l'Homologation
04/2023 → 03/2027



AIRBUS PROTECT AVSIMULATION OKTAL-SE
GROUPE RENAULT STELLANTIS Valeo

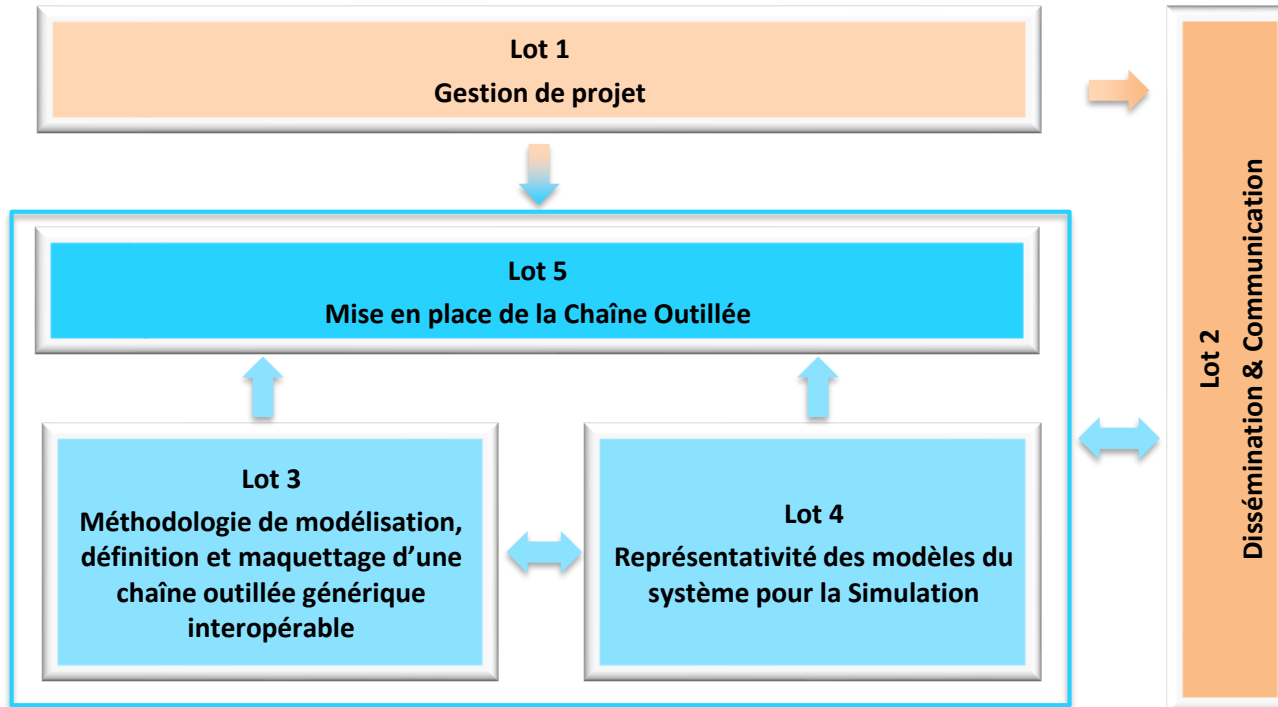
LMF Laboratoire Méthodes Formelles



SÉCURITÉ ACCÉPTABILITÉ MOBILITÉ AUTONOME

ALSTOM Cerema COFIROUTE École des Ponts
ifp Énergies nouvelles KEOLIS LAB N PFA École des Ponts
PSA GROUPE RENAULT SNCF Systemx TwinsWheel
transdev UTAC CERAM Valeo VEDECOM VINCI AUTOMOBILES

Articulation du projet CVH





MERCI DE VOTRE ATTENTION



www.irt-systemx.fr

