

ASPROM

DE LA VOITURE CONNECTEE A LA VOITURE AUTONOME

TECHNOLOGIES, ENJEUX ET APPLICATIONS

Mercredi 10 – Jeudi 11 février 2016

**Contrôle-Commande dans l'Automobile :
Assistance à la conduite, Sécurité et
Consommation d'Énergie.**

Lydie NOUVELIERE

Maître de Conférences de l'Université d'Evry-Val-d'Essonne
Laboratoire IBISC

lydie.nouveliere@ibisc.univ-evry.fr

Résumé

Les véhicules d'aujourd'hui sont de plus en plus équipés de systèmes d'aide à la conduite. La voiture ouvre ainsi un large terrain de recherche à l'Automaticien. L'ensemble des outils classiques et modernes y trouve un champ d'applications et de développements extrêmement intéressant, associés aux systèmes embarqués.

Un tour d'horizon sera donc présenté sur le contrôle de véhicule (dynamique véhicule, contrôle longitudinal et latéral), ses applications automobiles, ses avancées technologiques et son déploiement commercial. Un focus sera présenté sur les aspects sécuritaires, la consommation d'énergie, tant sur véhicule conventionnel que sur véhicule électrique. Une vision chronologique de l'évolution des aides à la conduite au travers de projets nationaux/internationaux sera proposée.

Plan

- Contexte
 - Les enjeux
 - L'approche V-I-C
- Contrôle-Commande du véhicule
 - Chaîne d'actions
 - Trajectoire, Copilote
 - Stabilité
 - Contrôle longitudinal, latéral
- Economie d'énergie
- Conclusion
- Références

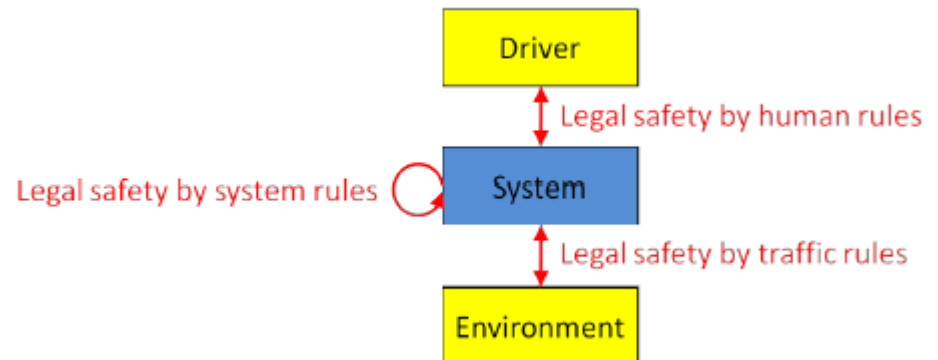
Contexte

Enjeux

- 3 axes principaux :
 - Améliorer la sécurité routière
 - Fluidifier le trafic routier
 - Moins consommer en énergie
- Plusieurs solutions :
 - Modifier l'infrastructure (voies dédiées, signalisation horizontale/verticale, ...)
 - Modifier le comportement du conducteur
 - Modifier le comportement du véhicule

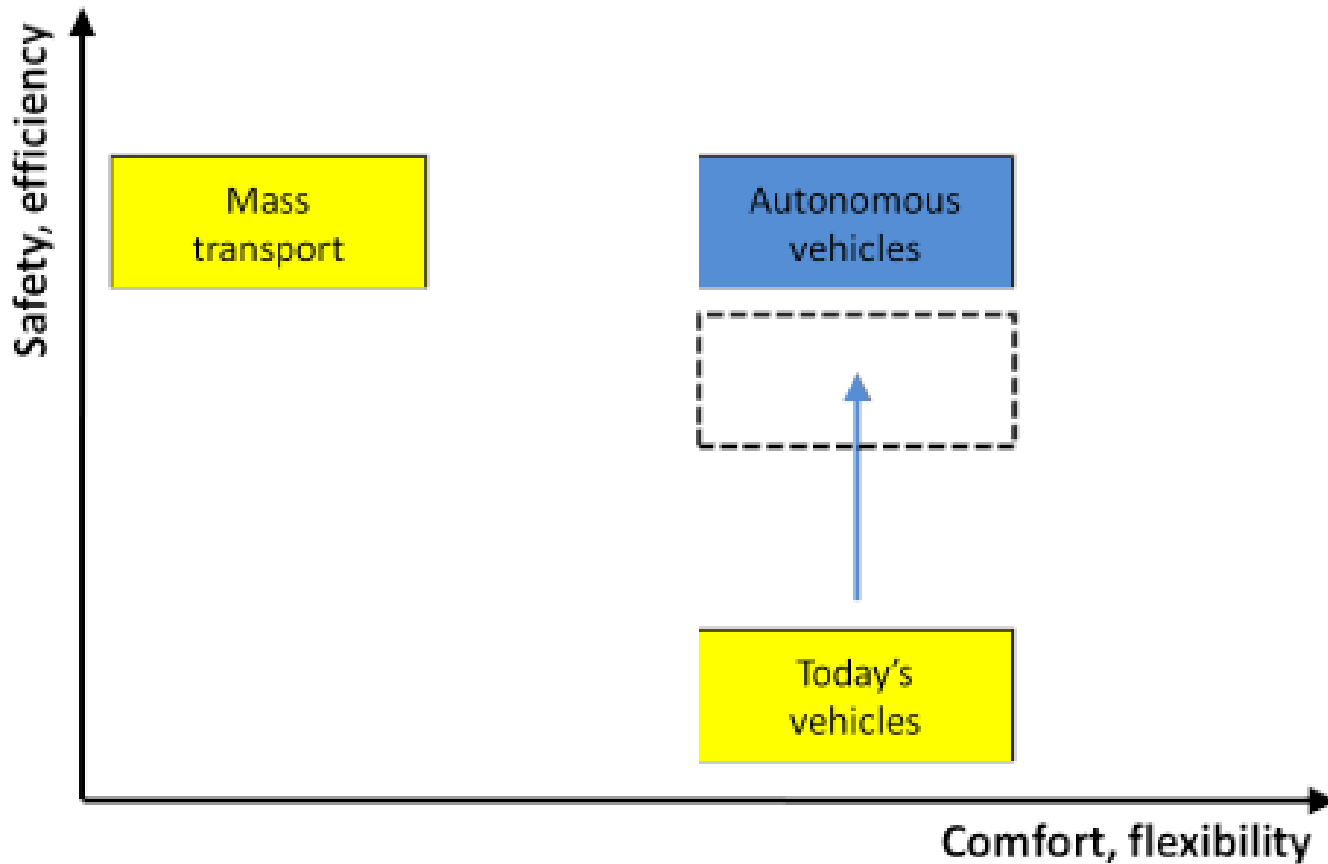
➡ Triplet {Véhicule, Infrastructure, Conducteur}

➡ Automatisation du véhicule



Contexte

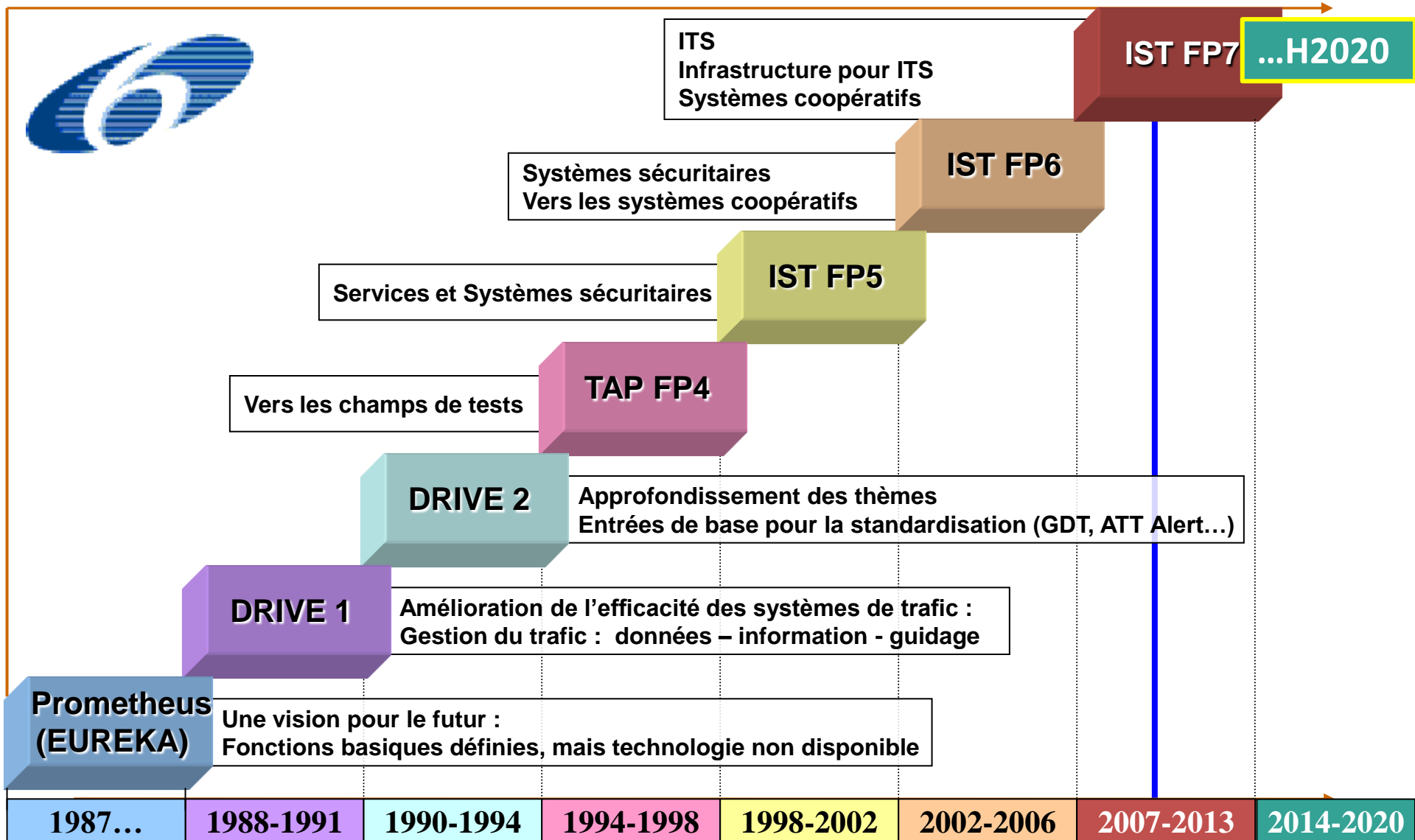
Approche V-I-C



- Le véhicule autonome combine les avantages du véhicule actuel aux avantages du transport de masse.

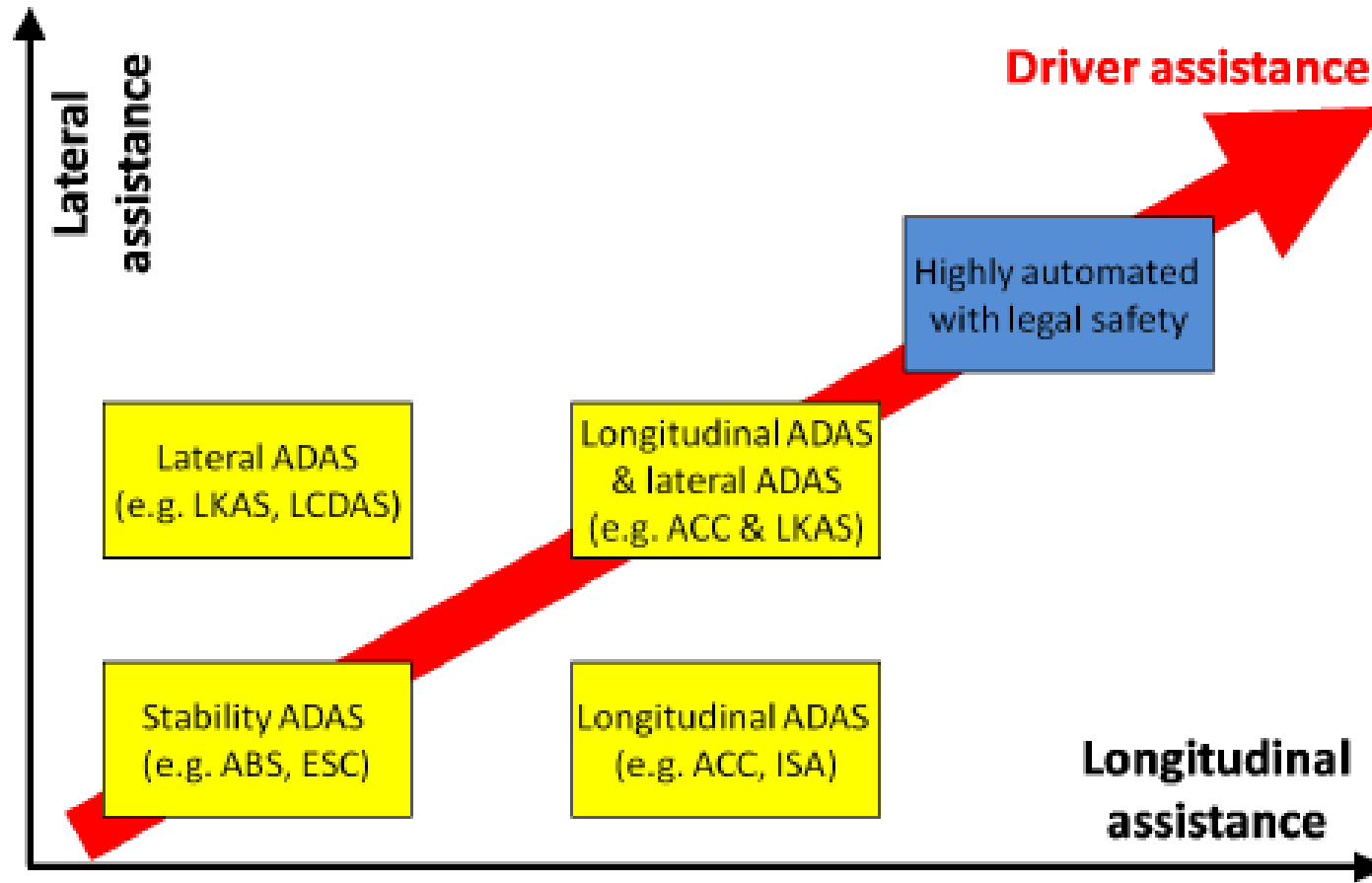
Contexte

Approche V-I-C



Contexte

Approche V-I-C

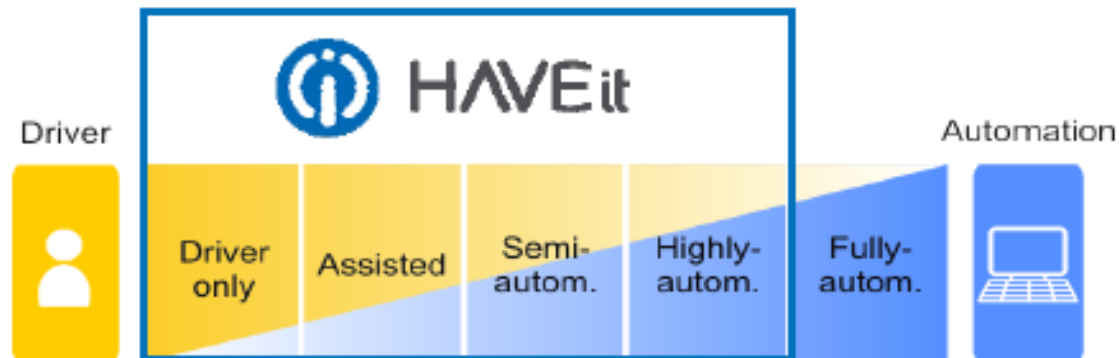


Contexte

Approche V-I-C

- Différents modes de partage de la conduite (Conducteur/Automate)

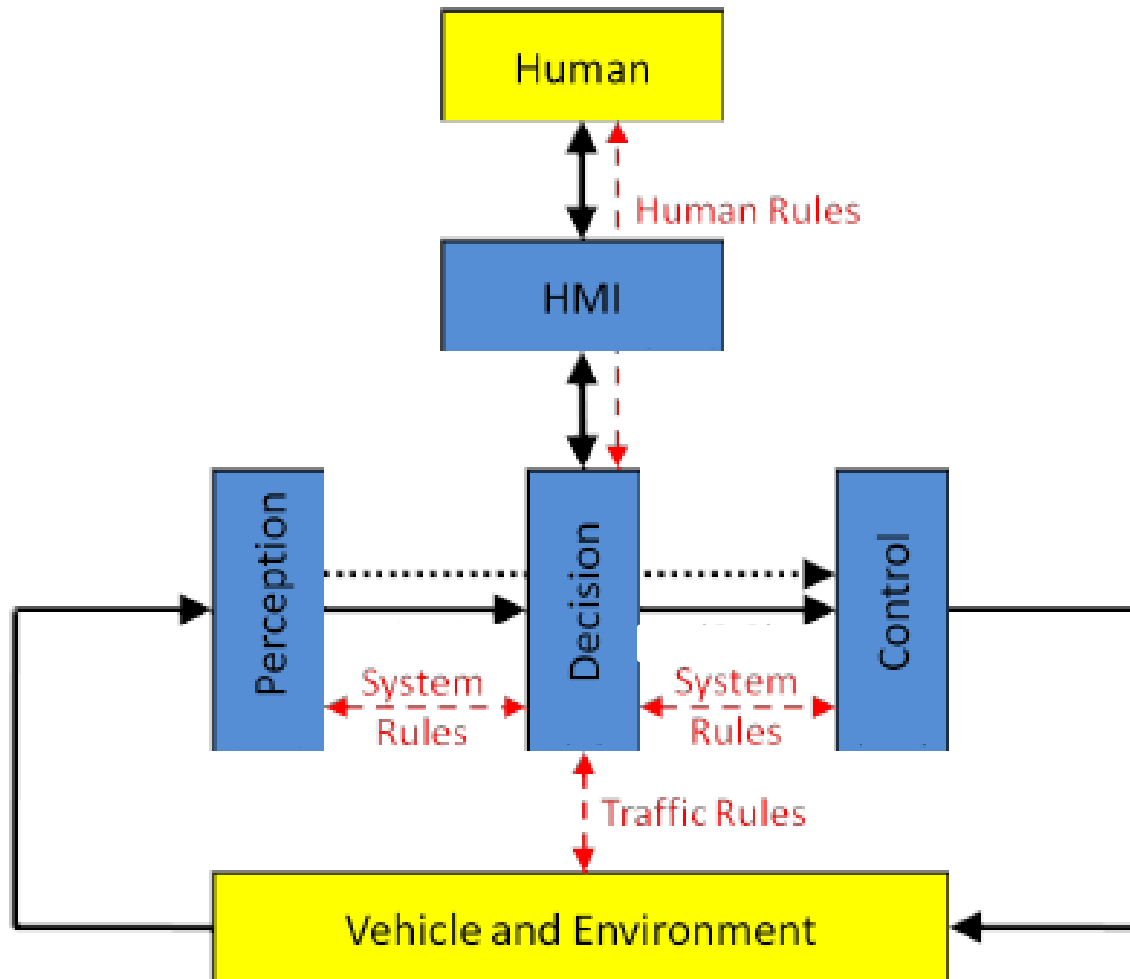
- Mode Informatif
- Mode Suggestif
- Mode Limite
- Mode Régulé
- Mode Tout automatisé



AL	Human driver	Driving system
DO	Speed control, lane control	Not active
DA	Speed control, lane control , driving style, system monitoring	Optimal speed, optimal lane
SA	Target speed, lane control , driving style, system monitoring	Speed control , optimal lane
HA	Target speed, target lane, driving style, system monitoring	Speed control, lane control
FA	Target speed, driving style	Speed control, lane control

Contexte

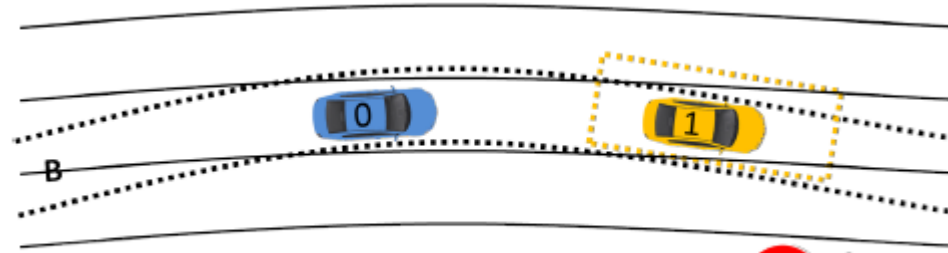
Approche V-I-C



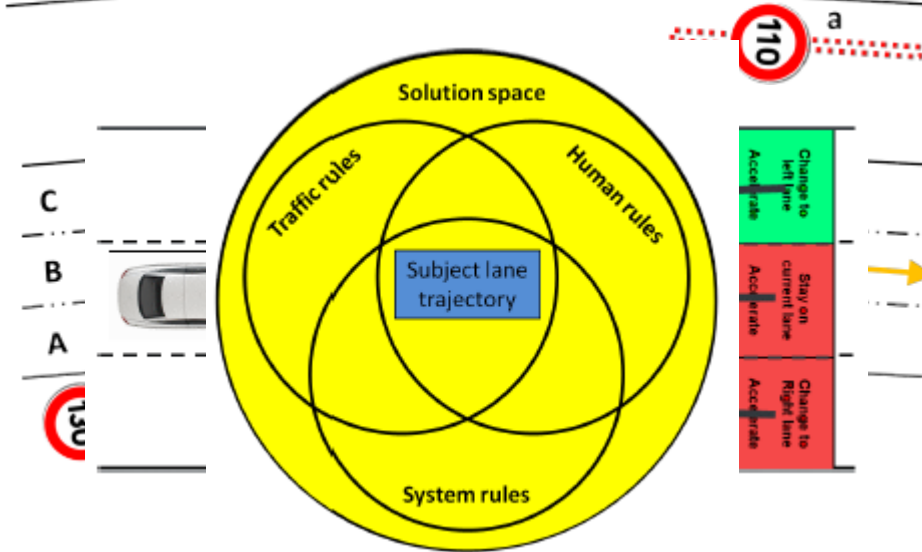
Contrôle-Commande du véhicule

Chaîne d'actions

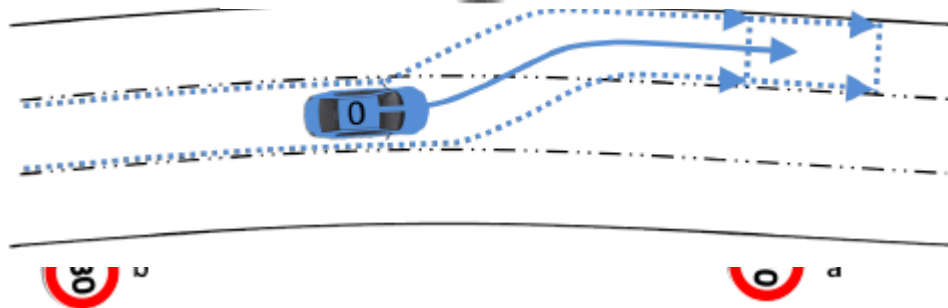
Perception



Planification de trajectoire (Décision)

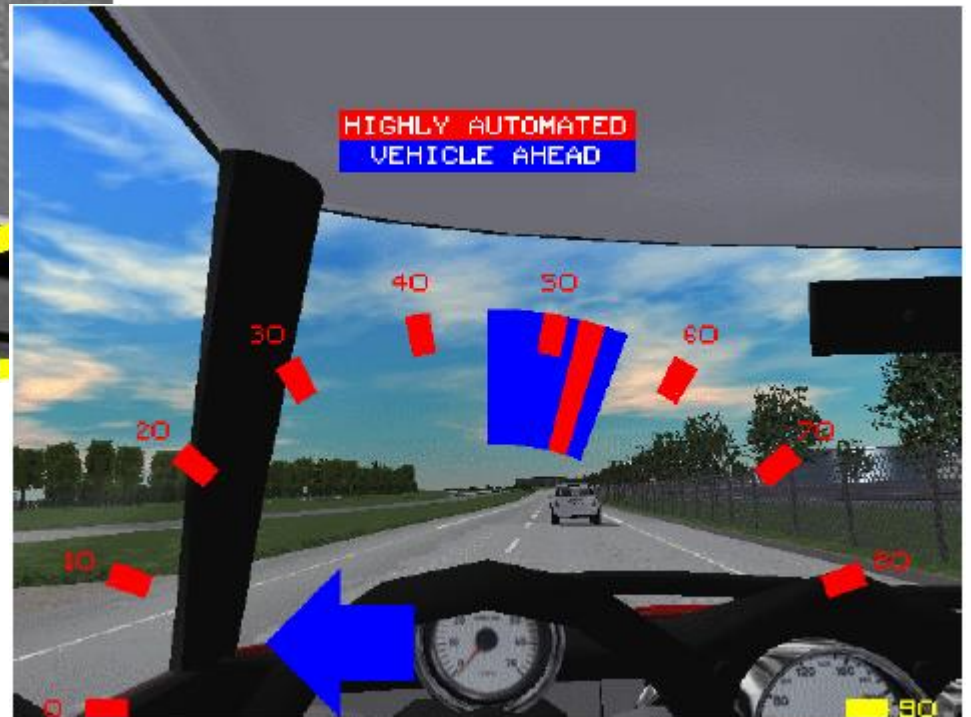


Contrôle



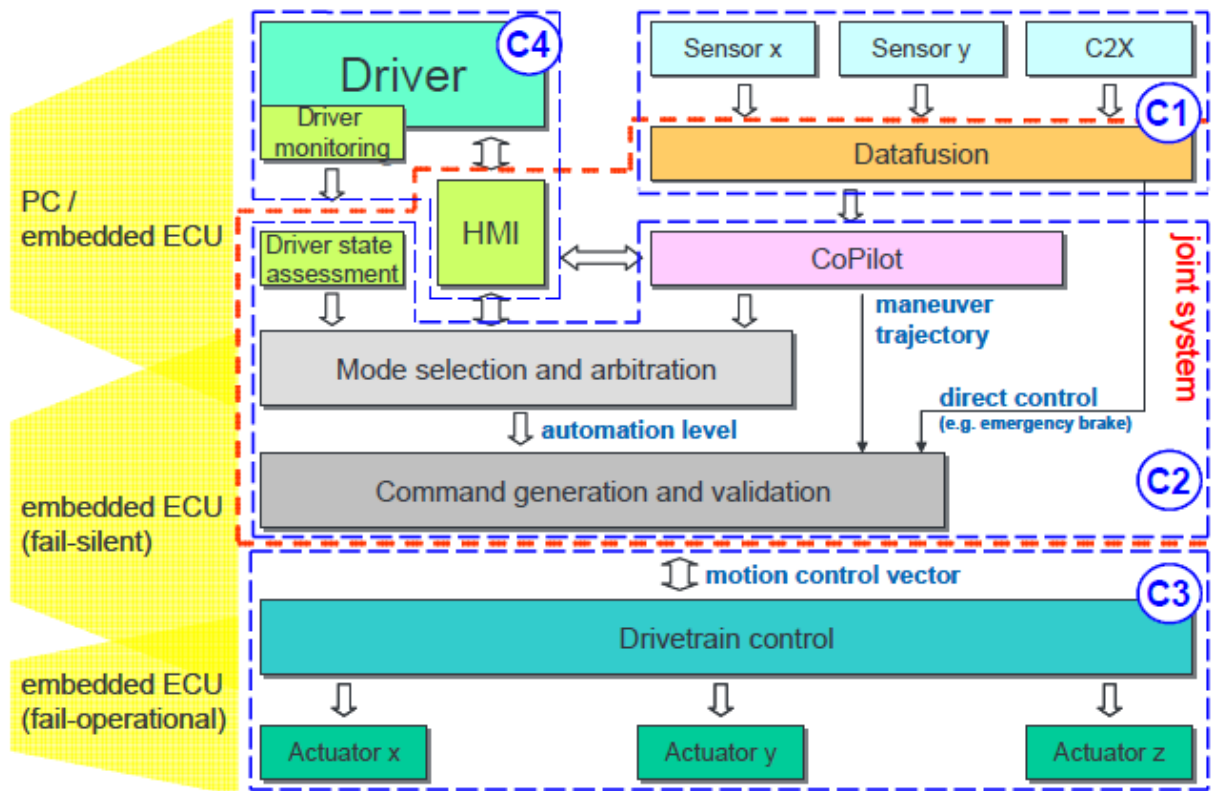
Contrôle-Commande du véhicule

Planification de trajectoire



Contrôle-Commande du véhicule

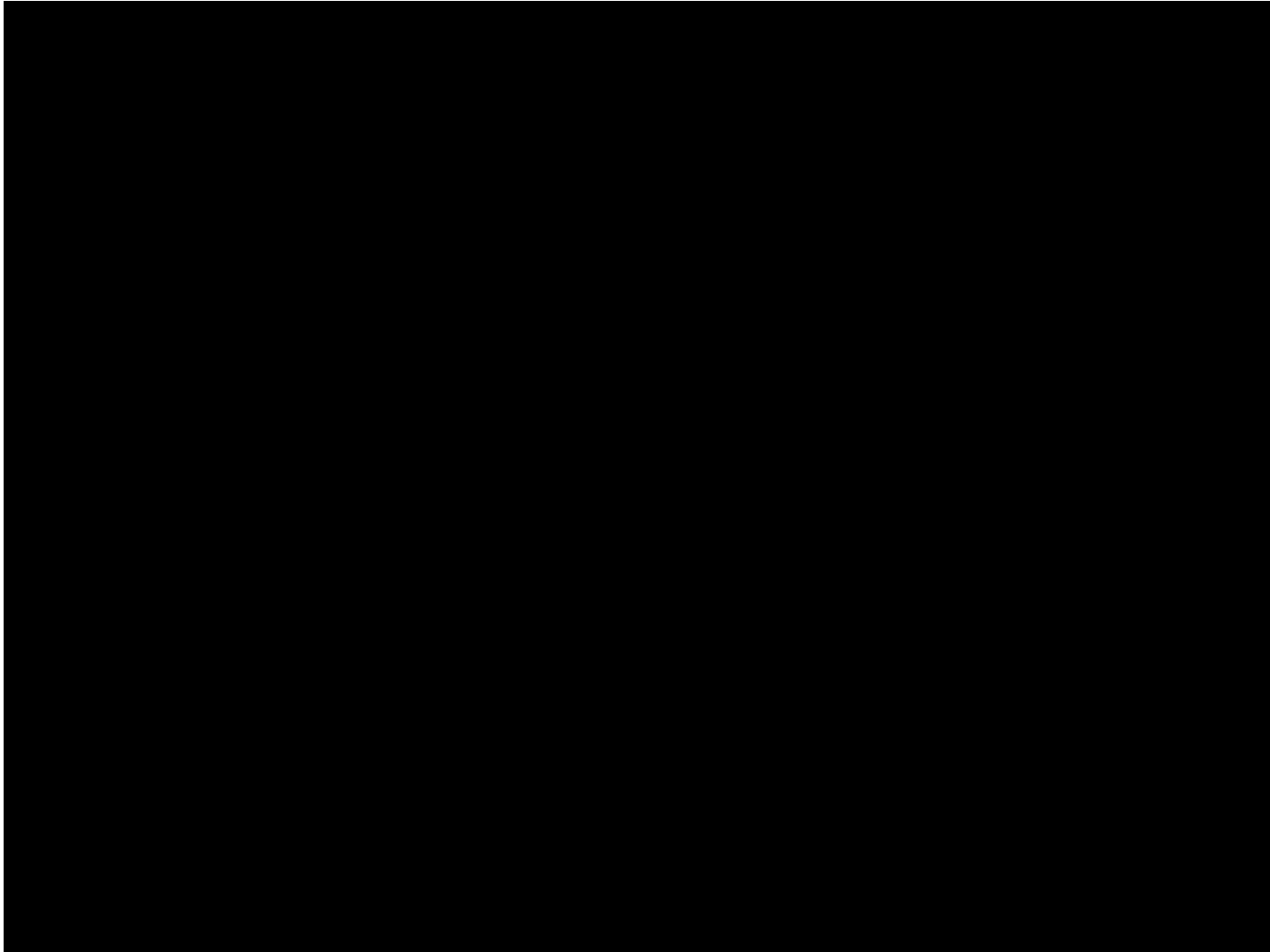
Copilote



The four HAVEit Layers

- C1: Perception layer for real-time scene recognition
- C2: Command layer to define maneuver, trajectory and automation level and to generate the motion control vector
- C3: Execution layer to perform the motion control vector
- C4: HMI layer to assess the driver state and to integrate the driver in the automation loop

Systeme ABV



Contrôle-Commande du véhicule

Stabilité

- Stabilité de la dynamique véhicule
 - Conserver le véhicule dans un état stable permet de mieux le contrôler
 - ESC, ABS, ...
 - Gestion de la vitesse en abord de virage
 - Recherche d'ensembles invariants (latéral/longitudinal)

Aide au contrôle de la dynamique du véhicule

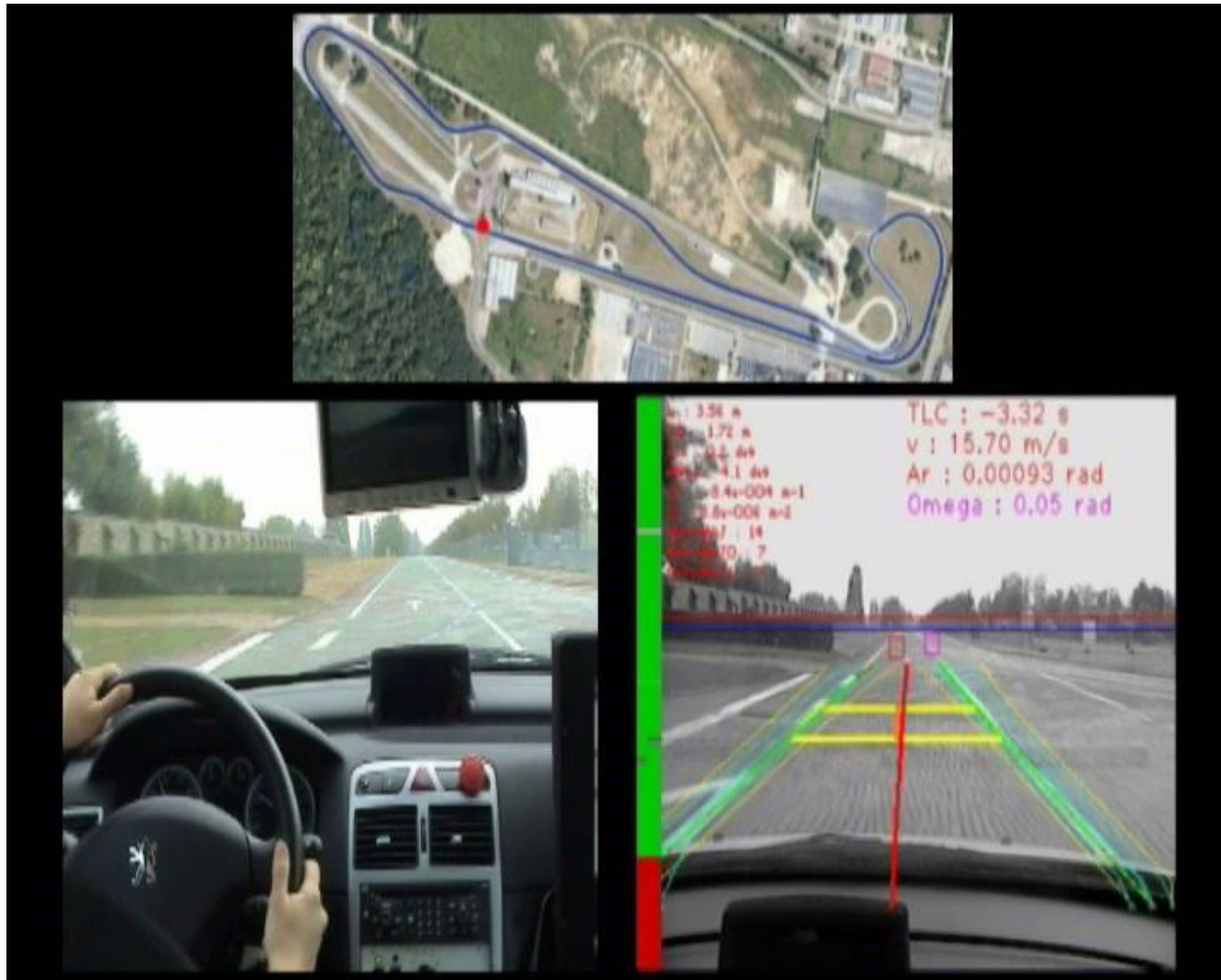


Contrôle-Commande du véhicule

Contrôle longitudinal / latéral

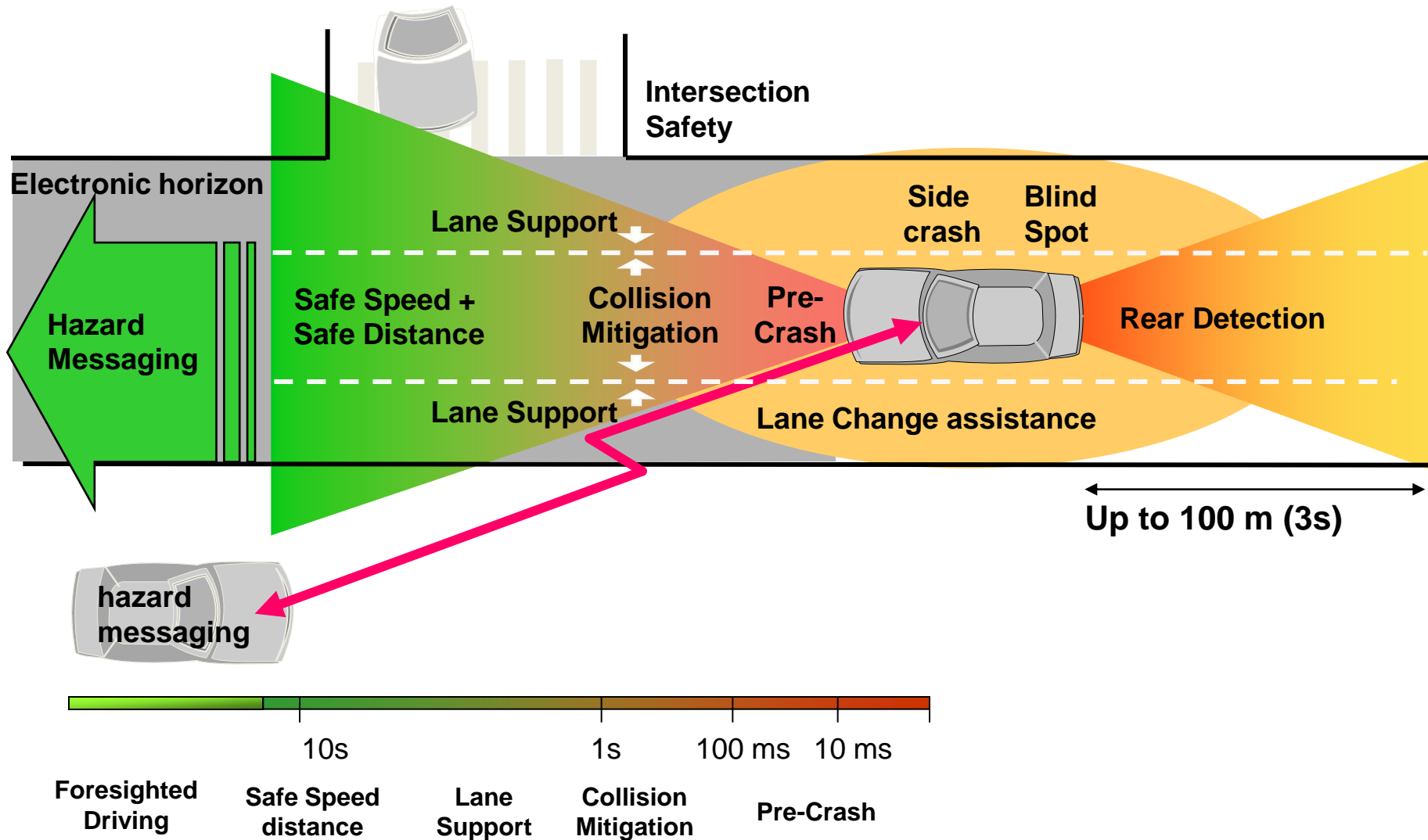
- Intérêt du site
 - Variétés d'infrastructure (urbain, autoroutier, péri-urbain, rural)
 - Densité de l'environnement (véhicules, piétons, ...)
 - Moyens de communication V-V, V-I (coopératif)
- Gestion de la vitesse, inter-distance
 - Limitation/régulation, respect de v_{\max} , suivi de véhicule
- Evitement de sortie de voie, changement de voie, suivi de trajectoire

Aide à l'évitement de sortie de voie



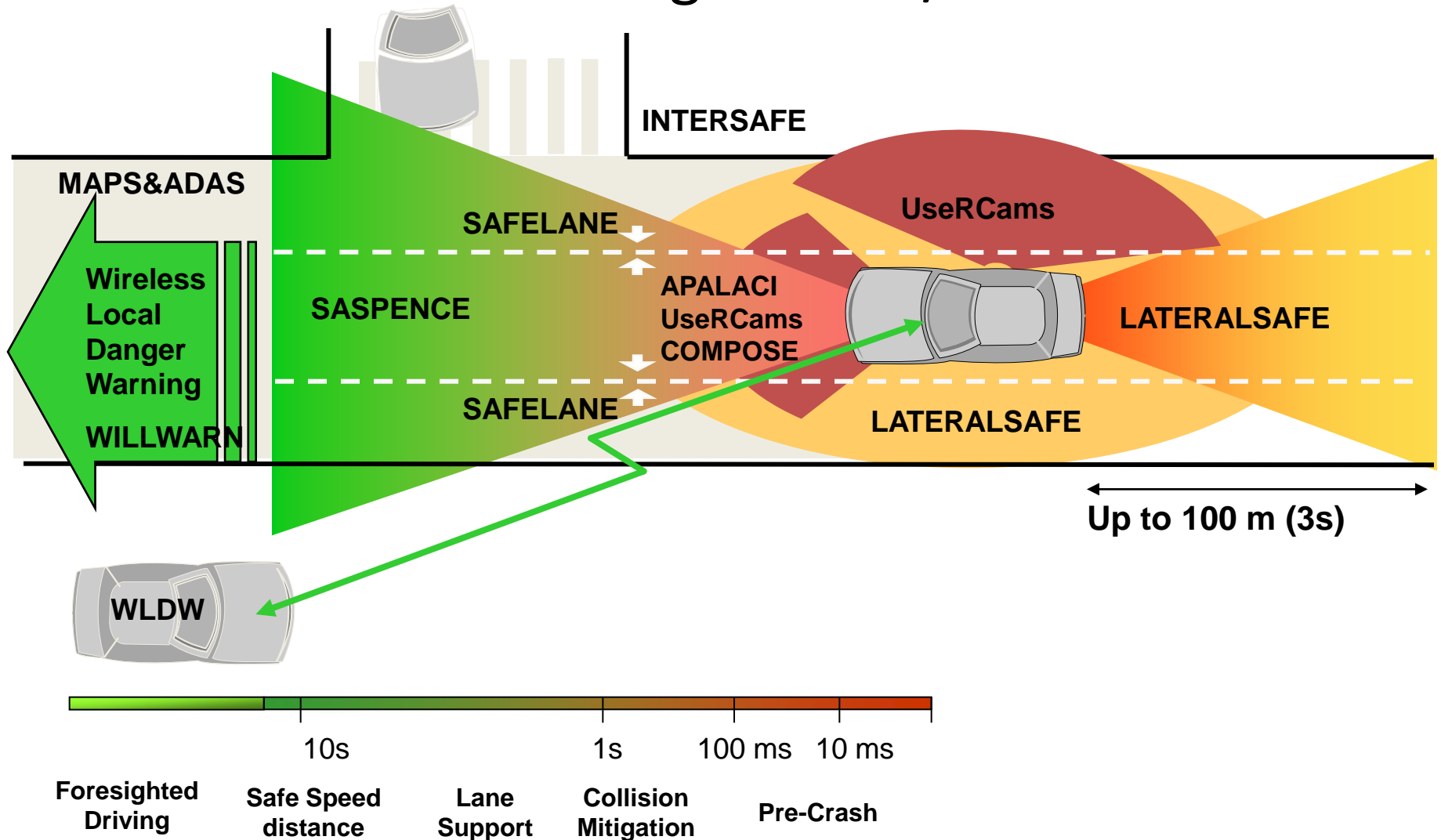
Contrôle-Commande du véhicule

Contrôle longitudinal / latéral

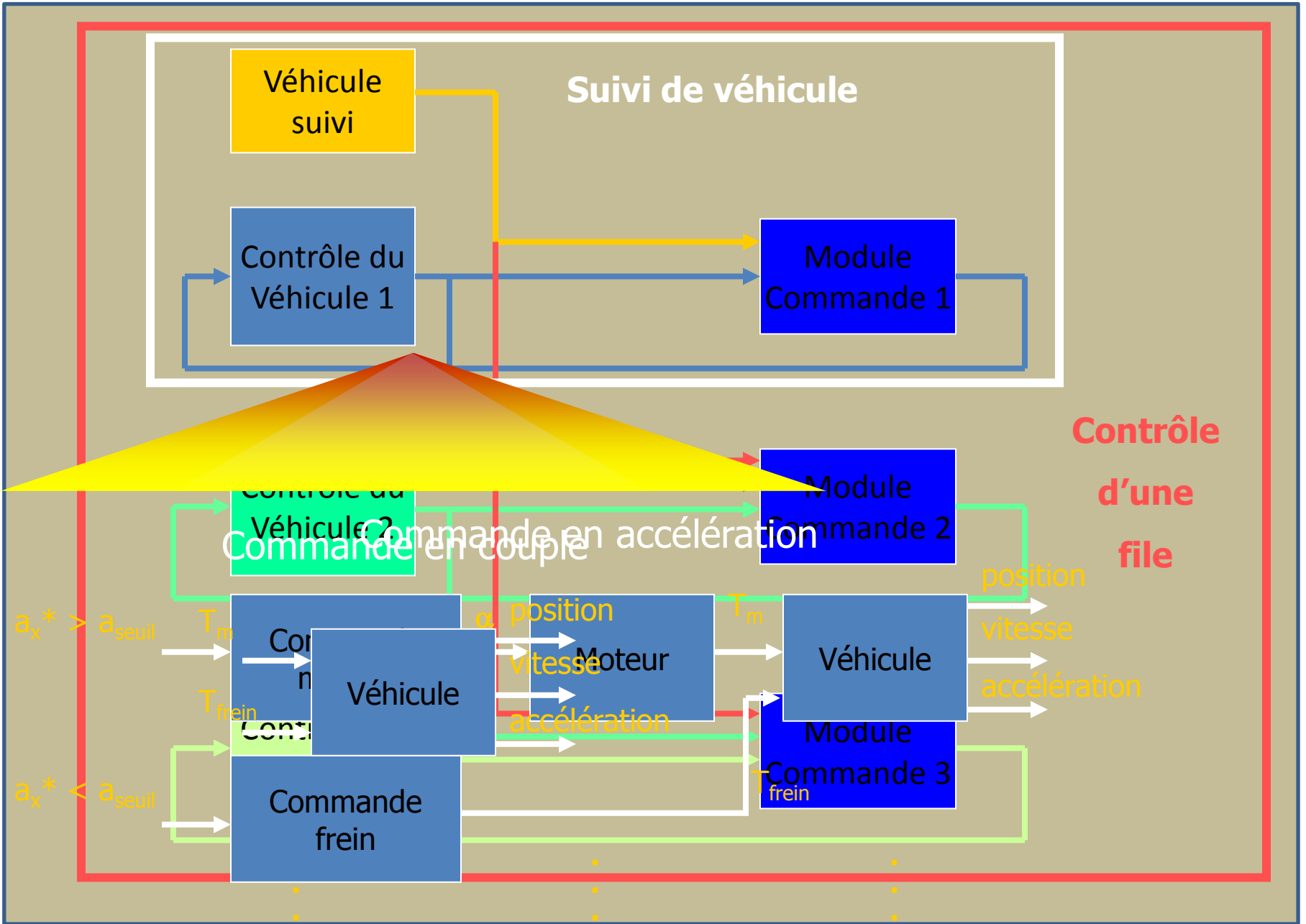


Contrôle-Commande du véhicule

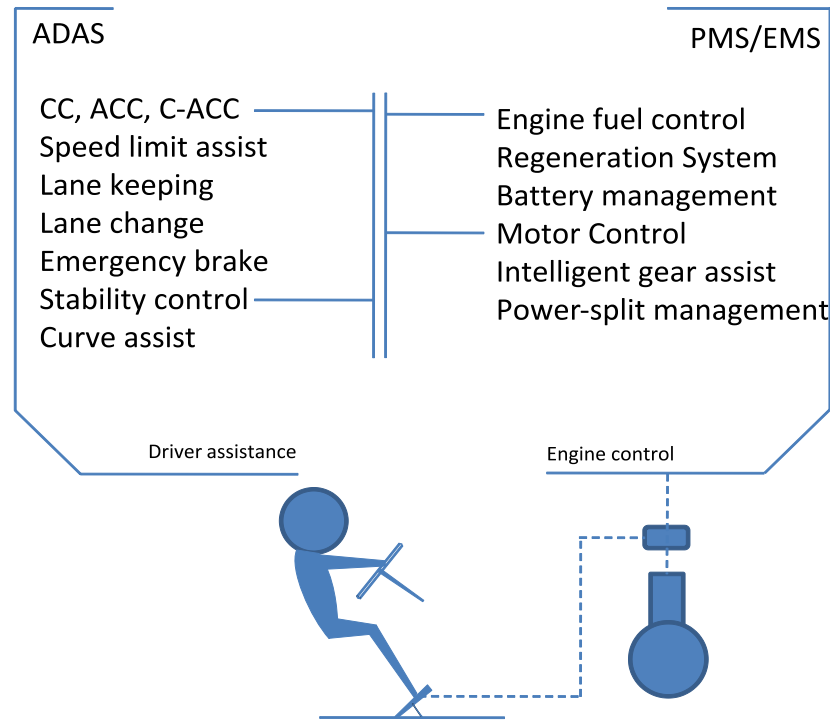
Contrôle longitudinal / latéral



Exemple : Contrôle longitudinal



Economie d'énergie



- Interaction/communication limitée entre ADAS et Système de gestion d'énergie
- Pas d'utilisation de l'horizon électronique

Economie d'énergie

Actuellement...

Autonomously Driven Vehicles



- Predicted in 1956-57 : Central Power & Light Company newspaper adverts
- The Pioneer Project: EUREKA Prometheus Project (1987-95) with €800 mi. funding



Today

- DARPA challenge : 2004, '05, '07...
- Google prototype : 300,000 plus miles
- VisLab, Italy
- Mercedes Bertha



Sources:

http://en.wikipedia.org/wiki/Google_driverless_car

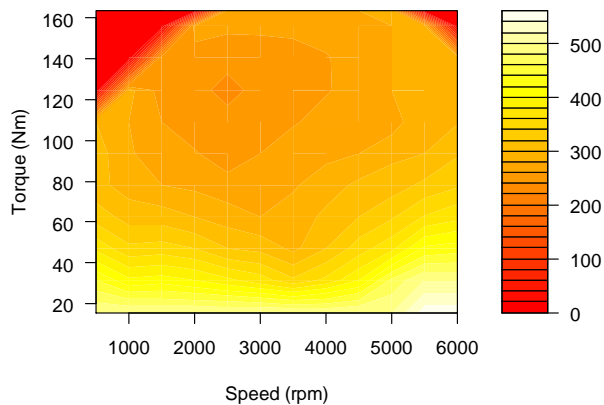
<http://vislab.it/automotive/>

<http://www.darpa.mil/>

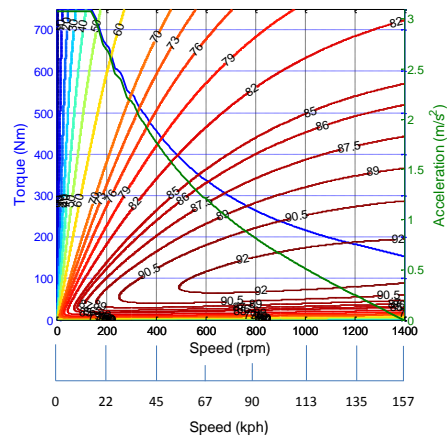
<http://technicity.daimler.com/en/autonomous-driving-in-the-tracks-of-bertha-benz/>

Economie d'énergie Actuellement...

Green
Energy



ICE $\eta = 0-30\%$



eMotor $\eta = 70-95\%$



Oil : 16 km/kg*

Energy
density



Battery: 0.7 km/kg*

*Approximate Estimation

Economie d'énergie

Actuellement...

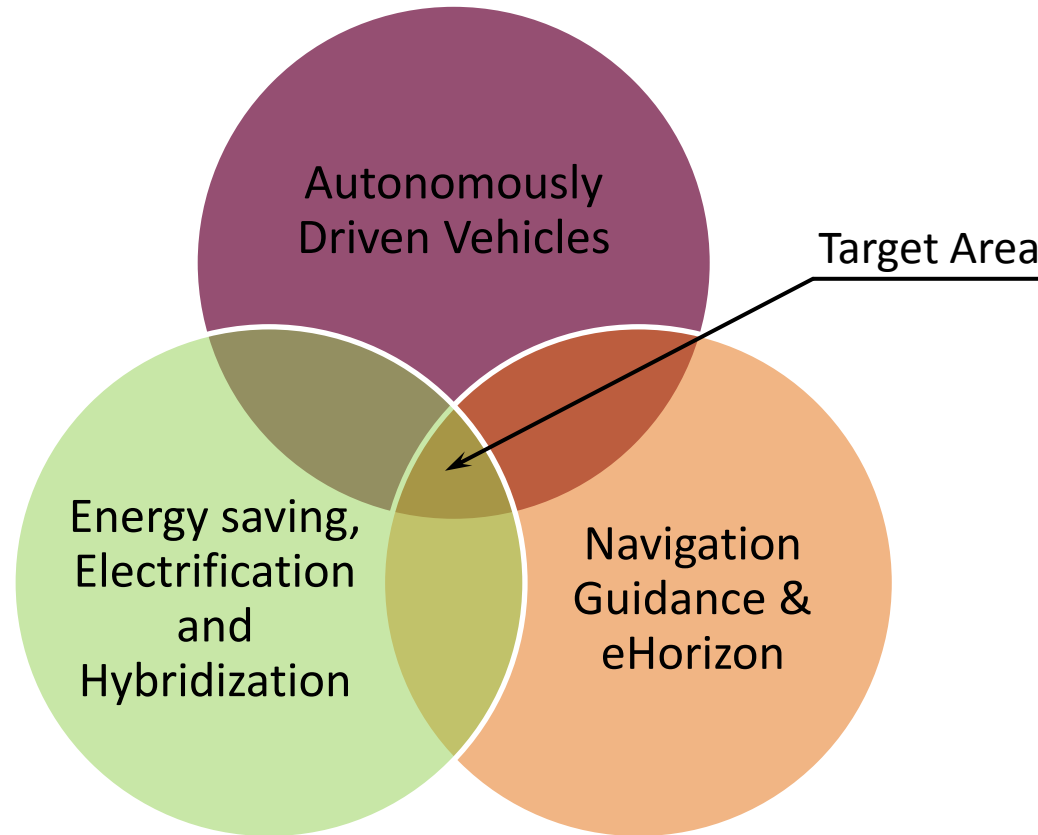
Navigation
&
Guidance

- ICT Information Communication systems
- ITS Intelligent Transportation systems
- V2V Vehicle to vehicle communication
- V2I Vehicle to infrastructure communication



Economie d'énergie

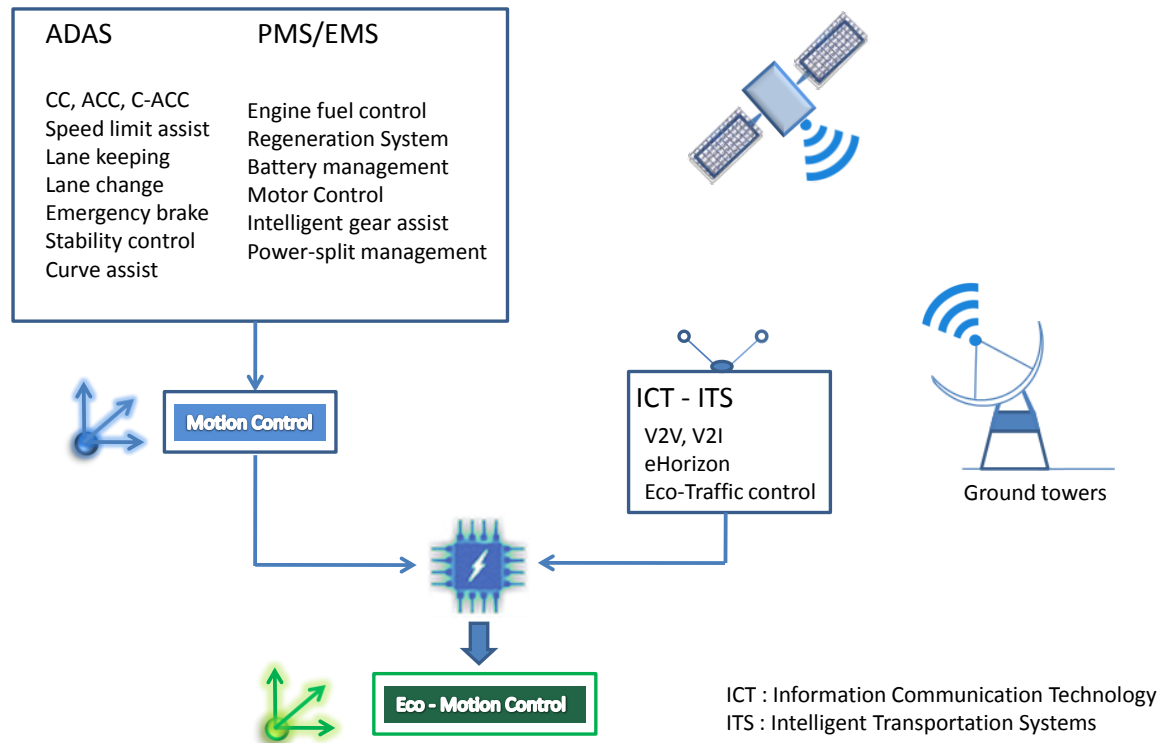
Dans le Futur...



Définir les propriétés/critères pour la future génération de contrôle de véhicule...

Economie d'énergie Dans le Futur...


- Compromis Sécurité – Consommation d'énergie



Economie d'énergie

Dans le Futur...

- Les systèmes actuels ne suffisent pas :
 - La plupart des systèmes existants considèrent l'aspect sécuritaire
 - L'Affichage de la consommation est peu utile :
 - Variations très rapides des valeurs instantanées, souvent plus liée à l'infrastructure variable qu'au style de conduite
- Tendance des conducteurs à arrêter d'accélérer en voyant la consommation augmenter, les menant à choisir un rapport de boîte moins efficace.
- Outil non pédagogique pour apprendre à écoconduire (aucun historique, pas d'indicateur)

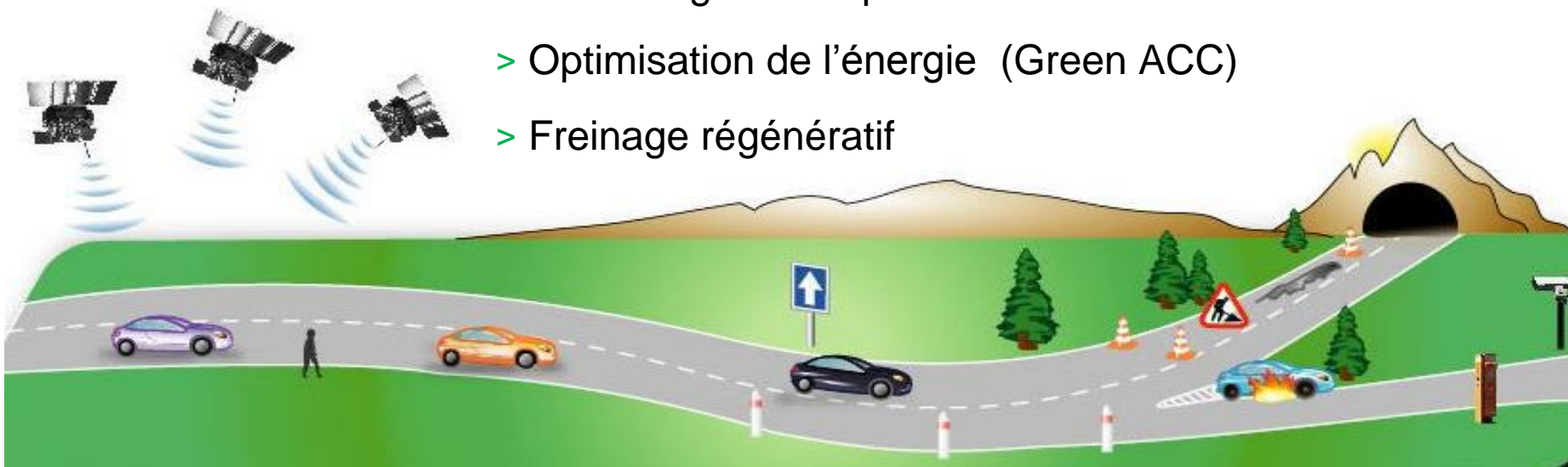
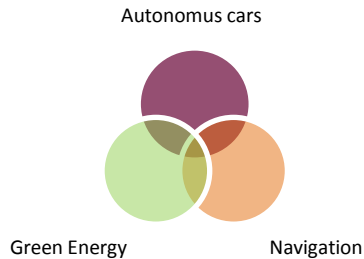
 Objectif : Concevoir un système qui aide à l'apprentissage du conducteur et au maintien d'un style de conduite efficace : EcoDriving Assistance System (EDAS).

Economie d'énergie

Dans le Futur...

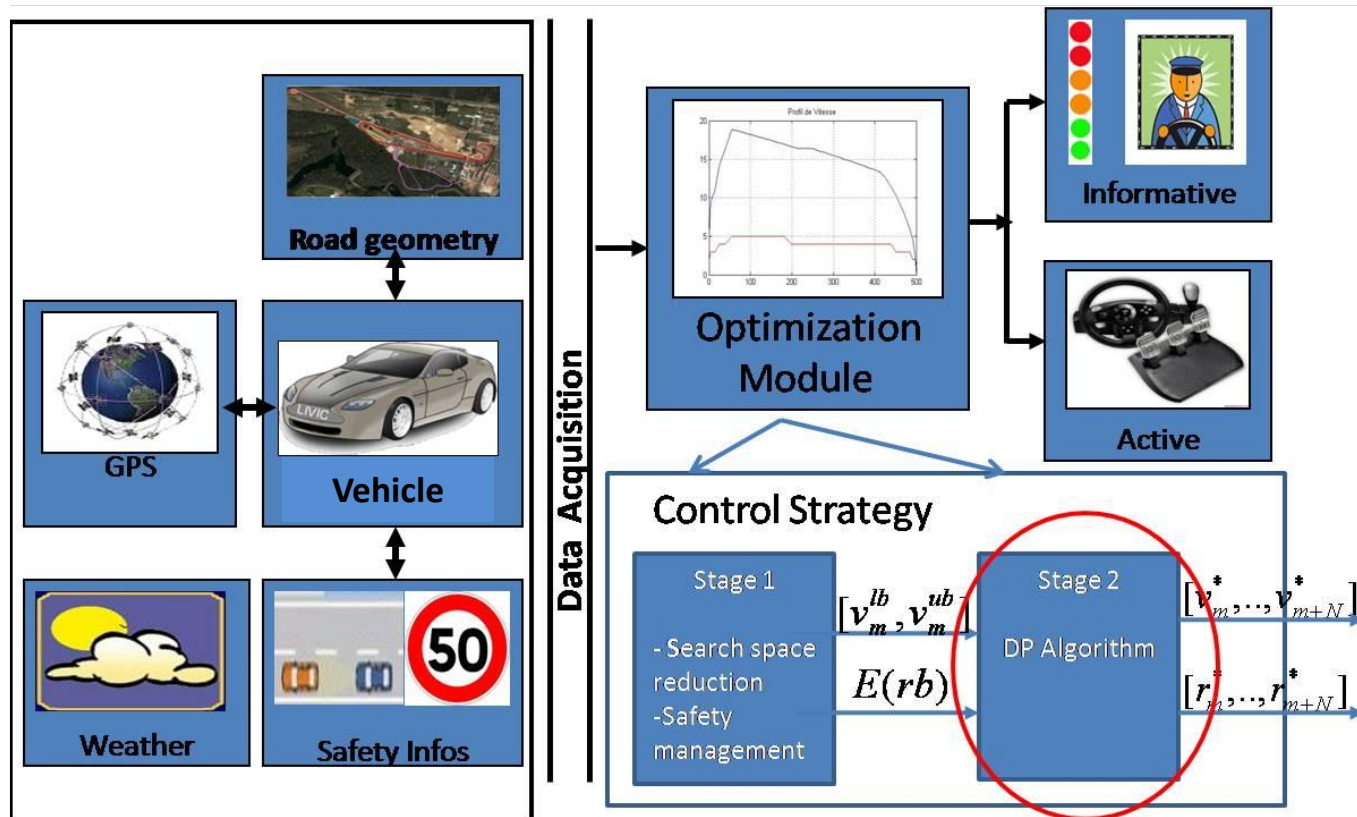
SAGA (Smart And Green ACC) : contrôle longitudinal de véhicule optimisant à la fois sécurité et consommation d'énergie sur **véhicule électrique**

- > E-Horizon
- > Inter-distances
- > Distance à destination, trafic, vitesse maximale autorisée...
- > Attributs géométriques de la route...
- > Optimisation de l'énergie (Green ACC)
- > Freinage régénératif



Economie d'énergie Dans le Futur...

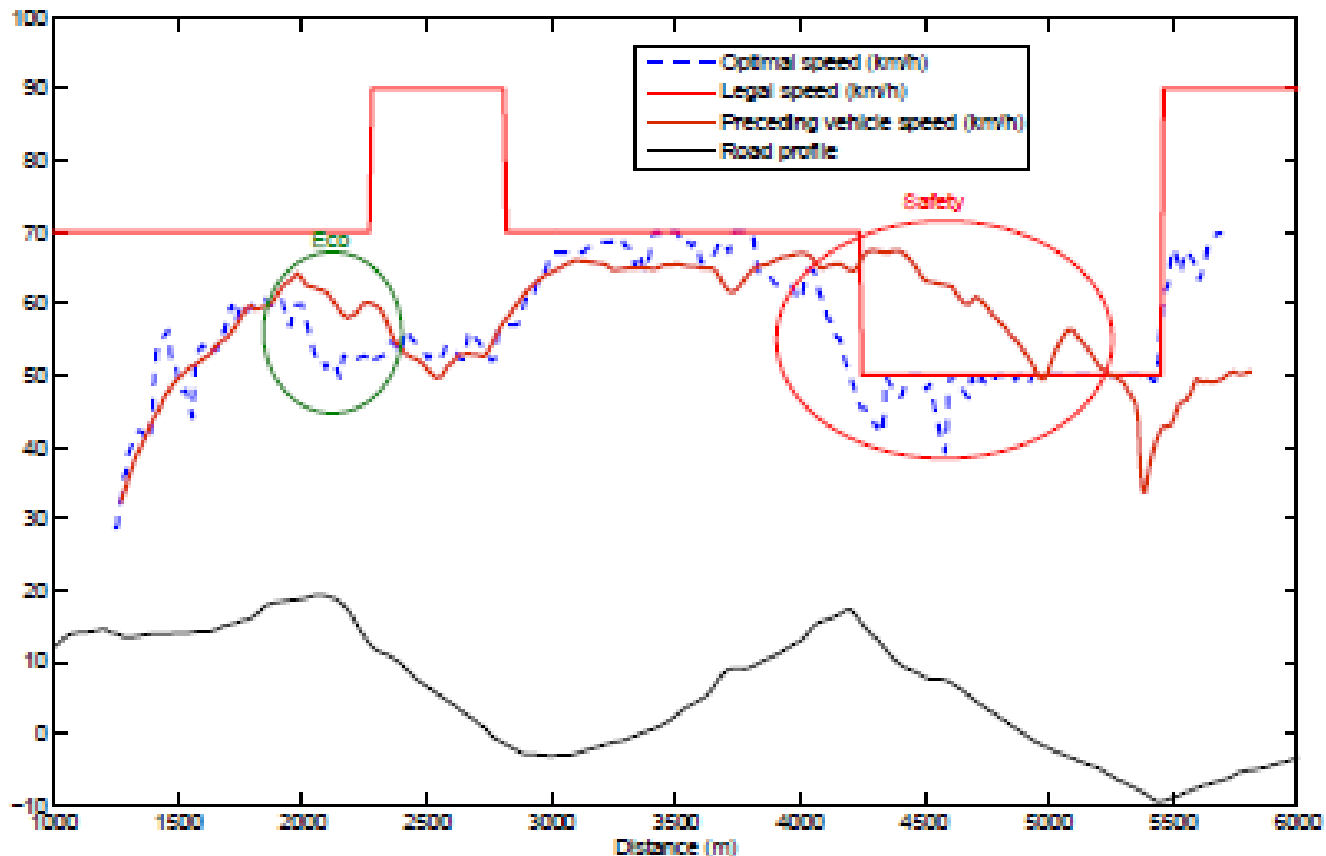
- Sur véhicule conventionnel



Analyse des résultats

- Etude du comportement du conducteur

➔ Le caractère anticipatif du système permet de mettre le conducteur dans les bonnes conditions pour appliquer les consignes d'éco-conduite.



EDAS



Conclusion

- L'automatique au cœur du véhicule autonome
- Plusieurs axes encore à développer :
 - Risque – Décision
 - Temps-réel
 - Diagnostic de défauts – Fiabilité
 - Files automatisées (platooning)
 - Compromis Sécurité – Energie
 - Acceptabilité
 - Low cost
 - Responsabilité
 - ...

Rayonnement Européen

- PREDIT-ANR ANGO (2006-2009)
 - Éco-conduite Bus citadin TEOR (EDAS)
- FP7 EU EuroFOT (2008-2012)
 - Fuel efficiency advisor
- FP7 EU eFuture (2010-2013)
 - Green and safe ACC for electric vehicles (EDAS)
- PREDIT-ANR ABV (2009-2013)
 - aide à l'éco-conduite VL
- PREDIT-ANR PARTAGE (2009-2012)
 - aide à l'éco-conduite VL
- FP7 EU ecoDriver (2011-2015)
 - Supporting the driver in conserving energy and reducing emissions / Acceptabilité des EDAS – comb. eng./electric/hybrid VL-PL
- FP7 EU HAVEit (2008-2011)
 - Highly automated driving
- FP6 EU PReVENT (2004-2008)
- PREDIT-ANR ARCoS (2003-2007)

Quelques références...

- [R4] B. Chretien, L. Nouvelière, N. Ait Oufroukh, S. Glaser, S. Mammar, M. Zhou and M. Korte, « A Vehicle Simulator for an Efficient Electronic and Electrical Architecture Design”, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems Magazine 4, 4 (2013) 1967-1982.
- [R3] S. Glaser, B. Vanholme, S. Mammar, D. Gruyer, L. Nouvelière, “Maneuver-Based Trajectory Planning for Highly Autonomous Vehicles on Real Road With Traffic and Driver Interaction”, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Volume 11, Issue 3, 589-606, ISSN N° 1524-9050, Oct. 2010.
- [R2] Nouvelière, L., et S. Mammar, Experimental vehicle longitudinal control using a second order sliding modes technique, Control Engineering Practice, Elsevier, Volume 15, Issue 8, pp. 943-954, ISSN No : 0967-0661, Aug. 2007.
- [R1] J. Sainte-Marie, S. Mammar, L. Nouvelière, V. Rouault, Suboptimal longitudinal control of road vehicles with capacity and safety considerations, Journal of Dynamics, Systems, Measures, Control, Transactions of the ASME, Volume 126, pp. 26-35, ISSN No: 0022-0434, Mar. 2004.
- [B6] Sagar Akhegaonkar, Sebastien Glaser, Lydie Nouveliere, Frederic Holzmann, “Smart and Green ACC: As Applied to a Through the Road Hybrid Electric Vehicle”, Advanced Microsystems for Automotive Applications 2014 - Smart Systems for Safe, Clean and Automated Vehicles, Springer International Publishing, pp 15-27, ISBN No: 978-3-319-08086-4, 2014.
- [B5] Sebastien Glaser, Sagar Akhegaonkar, Olivier Orfila, Lydie Nouveliere, Frederic Holzmann, “Smart And Green ACC, Safety and efficiency for a longitudinal driving assistance”, Advanced Microsystems for Automotive Applications 2013 - Smart Systems for Safe and Green Vehicles, pp 123-135, ISBN No: 978-3-319-00476-1, 2013.
- [B4] R. Potarusov, L. Nouvelière, O. Orfila, S. Glaser, “Smart and green adaptive cruise control for an electric vehicle: first results”, 7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control, Volume VII, Part I, pp 596-601 – ISBN No 978-3-902823-35-9, ISSN No 1474-6670, 2013.
- [B3] Lydie Nouveliere, Hong Tu Luu, Saïd Mammar, Qi Cheng, and Olivier Orfila, “Eco-Driving Assistance System: A New Way of How to Save Energy”, 2012 Proceedings of the ASME 11th Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis ESDA¹, Volume II, pp 575-582 - ISBN No: 978-0-7918-4485-4, 2012.

Quelques références...

- [B2] S. Mammar, L. Nouvelière, N. Minoiu-Enache, S. Glaser, B. Lusetti, D. Gruyer, "Vehicle yaw motion control using Takagi-Sugeno modeling and quadratic boundedness via dynamic output feedback", 2010 Proceedings of the ASME 10th Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis ESDA², Volume III, ISBN No: 978-0-7918-4917-0, 2010.
- [C45] S. Mammar, N. Aitoufroukh, L. Nouveliere, D. Gruyer, Integrated Automated Vehicle String Longitudinal Control, Intelligent Vehicle Symposium IV'13, Brisbane, Australia, June 2013.
- [40] Lydie NOUVELIERE, Lamri NEHAOUA, Saïd MAMMAR, Paulo-Lopes RESENDE, Benoît LUSETTI, Low Speed Vehicle Control on a Safe Itinerary with a Human-Machine Shared Driving, International Symposium on Future Active Safety technologies – Towards zero accident FAST'13, Nagoya, Japan, Sept. 2013.
- [C37] Saïd Mammar, Naïma Ait Oufroukh, Zedjiga Yacine, Dalil Ichalal, Lydie Nouvelière, "Invariant Set Based Variable Headway Time Vehicle Longitudinal Control Assistance ", American Control Conference ACC12, Montreal, Canada, June 2012.

Quelques références...

- Saint Pierre G., Andrieu C. (2013), « *Statistique et sécurité routière : L'observation de la conduite en situation naturelle* », 45ème journées de Statistique, Mai 27-31, 2013, Toulouse, France.
- Andrieu C., Saint Pierre G. (2012), « *Comparing effects of ecodriving training and simple advices on driving behavior* », 15th meeting of the Euro Working Group on Transportation, EWGT2012, 10-13 septembre, Paris, France.
- Andrieu C., Saint Pierre G. (2012), « *Using statistical models to characterize eco-driving style with an aggregated indicator* », Intelligent Vehicles Symposium 2012, June 3-7, 2012, Alcalá de Henares, Spain.
- Benmimoun M., Ljung Aust M., Faber F., Saint Pierre G., Zlocki A., (2011), « *Safety analysis method for assessing the impacts of advanced driver assistance systems within the European large scale field test "euroFOT"* », European congress on intelligent transport systems, ITS2011, Lyon.
- Malta L., et al. (2012), « *Final results: Impacts on traffic safety* », livrable D6.4, 215 pages.
- Faber F., et al. (2012), « *Final results: Impacts on traffic efficiency and environment* », livrable D6.5 , 141 pages.
- Sanchez D. et al. (2012), « *Final results: User acceptance and user-related aspects* », livrable D6.3, 427 pages.
- Saint Pierre G. et al. (2010), « *Report of the results of adaptation, in-vehicle implementations and piloting* », livrable D2.2.
- Lydie Nouveliere, Hong Tu Luu, Saïd Mammam, Qi Cheng, and Olivier Orfila, "Eco-Driving Assistance System: A New Way of How to Save Energy", 2012 Proceedings of the ASME 11th Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis ESDA¹, Volume II, pp 575-582 - ISBN No: 978-0-7918-4485-4, 2012.
- « Sur nos territoires... l'éco-mobilité », Co-auteur de « Paroles de chercheurs » – 25 ans de recherche à l'INRETS – Volume II, Collections de l'INRETS, ISSN No: 0768-9756 – ISBN No: 978-2-85782-668-2, nov. 2009.
- R. Potarusov, L. Nouveliere, O. Orfila, S. Glaser, Smart and Green Adaptive Cruise Control for an Electric Vehicle: first results, IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM'13, Saint Petersburg, Russie, June 2013.
- S. Glaser, O. Orfila, L. NOUVELIERE, Roman Potarusov, Sagar Akhegaonkar, Frédéric Holzmann, Volker Scheuch, "Smart and Green ACC, adaptation of the ACC strategy for electric vehicle with regenerative capacity", Intelligent Vehicle Symposium IV'13, Brisbane, Australia, June 2013.
- Qi Cheng, Lydie Nouvelière and Olivier Orfila, "A Piecewise Vehicle Fuel Consumption Model for Eco-Driving Assistance System", IAVSD 2013.
- Qi Cheng, Lydie Nouvelière and Olivier Orfila, "A New Eco-Driving Assistance System For a Light Vehicle : Energy Management and Speed Optimization", Intelligent Vehicle Symposium IV'13, Brisbane, Australia, June 2013.
- Sébastien GLASER, Olivier ORFILA, Roman POTARUSOV, Lydie NOUVELIERE, Speed profile optimization for electric vehicle with regenerative capacity, International Symposium on Future Active Safety technologies – Towards zero accident FAST'13, Nagoya, Japan, Sept. 2013.
- Sébastien Glaser, Sagar Akhegaonkar, Olivier Orfila, Lydie Nouveliere, Frederic Holzmann, Smart And Green ACC, Safety and efficiency for a longitudinal driving assistance, AMAA'13.
- S. Akhegaonkar, L. Nouvelière, R. Potarusov, V. Scheuch, F. Holzman, S. Glaser, "Electric Vehicle Modeling for energy optimization : an eFuture project result". IEEE International Symposium on Advanced Vehicles AVEC12, Seoul, Korea, Sept. 2012.
- L. Nouvelière, H.T. Luu, S. Mammam, « Aide à la conduite sûre et écologique : analyse expérimentale », IEEE Conférence Internationale Francophone d'Automatique CIFA12, Grenoble, France, Jul. 2012.

Quelques références...

- L. Nouvelière, H.T. Luu, S. Mammar, «_Energy Saving and Safe Driving Assistance System for Light Vehicles : Experimentation and Analysis», IEEE International Conference on Networks and Control Systems ICNSC12, Beijing, China, Apr. 2012.
- Luu, Hong Tu, Nouvelière, Lydie , Mammar, Said, Toward a safer ecological driver assistance system, ITS World Congress, Busan, Corea, Oct. 2010.
- Hong-Tu LUU, Lydie NOUVELIERE, Vincent HOARAU, Said MAMMAR, Vehicle Speed Control For A Safety-Economical-Ecological Compromise: Development Of A Driver Assistance System, AVEC10, Loughborough, UK, Aug. 2010.
- Luu, Hong Tu, Nouvelière, Lydie , Mammar, Said, Ecological and Safe Driving Assistance System : Design and Strategy, Intelligent Vehicle Symposium IV'10, Seattle, USA, Jul. 2010.
- Luu, Hong Tu, Nouvelière, Lydie , Mammar, Said, Dynamic Programming for fuel consumption optimization on light vehicle, IFAC-CCA 2010, Munich, Germany, June 2010.
- L. Nouvelière, H.T. Luu, F.R. Duval, B. Jacob, and S. Mammar. Eco-driving assistance system for low fuel consumption of a heavy vehicle : advisor system, HVT11 International Heavy Vehicle Symposium 2010, Melbourne, Australia, 2010.
- L. Nouveliere, L. Menhour, M. Braci, S. Mammar, Infrastructure based fuel consumption optimization of a vehicle, AVEC08, Kobé, Japan, Oct. 2008.
- L. Nouveliere, M. Braci, L. Menhour, H.T. Luu, Fuel consumption optimization for a city bus, UKACC CONTROL08, Manchester, England, Sept. 2008.

Contacts

Contributeurs :

Lydie NOUVELIERE (IFSTTAR-LIVIC et UEVE/IBISC)

lydie.nouveliere@ibisc.univ-evry.fr

Saïd MAMMAR (UEVE/IBISC)

said.mammar@ibisc.univ-evry.fr

Sébastien GLASER (IFSTTAR-LIVIC)

sebastien.glaser@ifsttar.fr

Dominique GRUYER (IFSTTAR-LIVIC)

dominique.gruyer@ifsttar.fr

