

Towards autonomous vehicles

Brigitte d'Andréa-Novel in collaboration with Michel Fliess (1), Dominique Gruyer (2),
Hugues Mounier (3), Lghani Menhour (4) and also

Previous PhD students : Clément Boussard , Sung-Woo Choi, Jorge Villagra

(1) École Polytechnique
Palaiseau, France

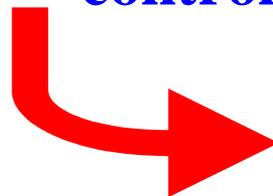
(2) IFSTTAR – LIVIC
Versailles

(3) LSS – Supelec
Gif-sur-Yvette

(4) CRESTIC – Université
de Reims

RESEARCH ACTIVITIES of the CENTRE for ROBOTICS of MINES ParisTech

**Estimation and control for wheeled mobile robots : automotive
control**

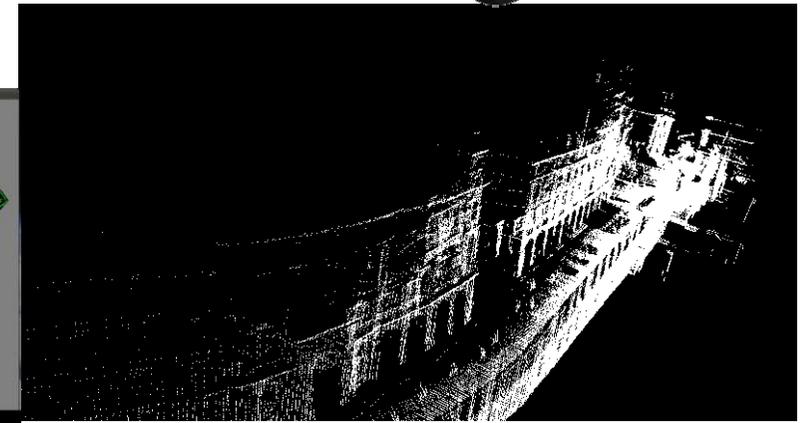
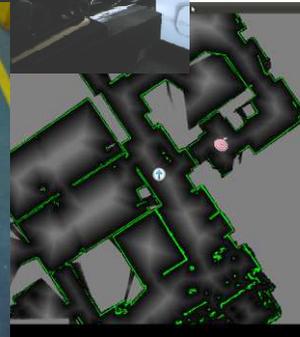


**Collaborations with
PSA-Peugeot-
Citroën and VALEO**

Centre of Robotics



Director : Arnaud de La Fortelle



MINES ParisTech encompasses all fields of scientific knowledge thanks to 18 innovative research centres exploring five major fields :

- Earth Sciences and Environment
- Energy and Processes
- Mechanical and Materials Engineering
- Mathematics and Systems
- Economics, Management, Society

30 Million Euros in research contracts per year.

200 industrial partners

A centre of the « Mathematics and Systems » department

Study of robotic systems from a theoretical and practical point of view with real-time applications and strong relation with industry and especially automotive industry : Renault, PSA Peugeot-Citroën, Valeo ...

The research is developed through 6 main areas :

1. Systems control theory (modeling, estimation and control)
2. Virtual and augmented reality
3. Logistics (supply chain management)
4. 3D Modeling (instrumented vehicle for 3D modeling of urban environments)
5. Mobile robots (wheeled mobile robots for in-door cartography)
6. Perception and learning (traffic sign recognition, classification ...)

Motivations

Aujourd'hui 4 problèmes fondamentaux interpellent nos sociétés:

- 1. L'énergie : en moins d'un siècle, l'homme a quasiment épuisé les ressources fossiles de la planète.**
- 2. La pollution : 1 Md de voitures roulent sur la terre dont 60% en Amérique du Nord, Europe et Asie du Sud-Est (i.e. 15% de la population). Ces voitures produisent des gaz à effet de serre.**
- 3. La sécurité: on compte 1,2 Million de morts par an dont 10% dans les pays riches et 95% des accidents sont dûs à des défaillances conducteur.**
- 4. La congestion: déséquilibre entre l'offre et la demande de surface circulante => améliorer, réguler l'usage des routes.**

Motivations

L'intérêt est donc clair pour le développement de nouvelles technologies à destination des voitures autonomes, ou plus généralement des systèmes de transport intelligents.

En Europe, le programme Eureka PROMETHEUS (PROgramM for a European Traffic of Highest Efficiency and Unprecedented Safety) a débuté en 1985 et s'est achevé en 1994, date du 1^{er} congrès ITS à Paris. Ce congrès international est organisé chaque année dans divers pays du monde et de nombreux programmes ont été conduits depuis au niveau européen, mais aussi aux USA (program PATH en Californie), au Japon, en Corée et désormais en Chine.

En Chine: plus de 20 Millions de voitures produites en 2014, en France la production a été divisée par deux en dix ans (35 Millions de voitures pour 65 Millions d'habitants). Montée en puissance du BRICS mais PSA et Renault se sont déployés à l'étranger.

Motivations

Nouvelles technologies : Systèmes de navigation

1. **SIG : cartes numériques**
2. **Logiciels de routage : utilisent les cartes numériques et les capteurs de localisation pour le Map Matching.**
3. **Géo-localisation : système GPS**
4. **Interfaces homme/machine**

ADAS : Advanced Driving Assistance Systems

1. **Sécurité passive : ceinture, airbags ...**
2. **Sécurité active : ABS (obligatoires depuis 2004), ESP, LDW**
3. **Park Assist (Park4U de Valeo)**
4. **Appel d'urgence**
5. **Détection de vigilance**

Contrôle longitudinal

Capteurs :

1. Lasers : problème de diffusion du faisceau en cas de mauvaise visibilité, peu coûteux
2. Radars : hautes fréquences, plus robustes, plus chers

Régulateurs de vitesse :

1. CC (Cruise Control) n'utilisent pas le frein (mais frein moteur)
2. ACC (Adaptive Cruise Control) s'adapte à la vitesse du leader
3. Stop&Go : ACC et garantie de la distance de sécurité (estimation de la vitesse du leader ...)

Le contrôle longitudinal améliore la sécurité, la fluidité du trafic, le confort, la consommation et permet de réduire les distances de sécurité donc accroît la surface circulante et le débit.

Contrôle latéral

Capteurs :

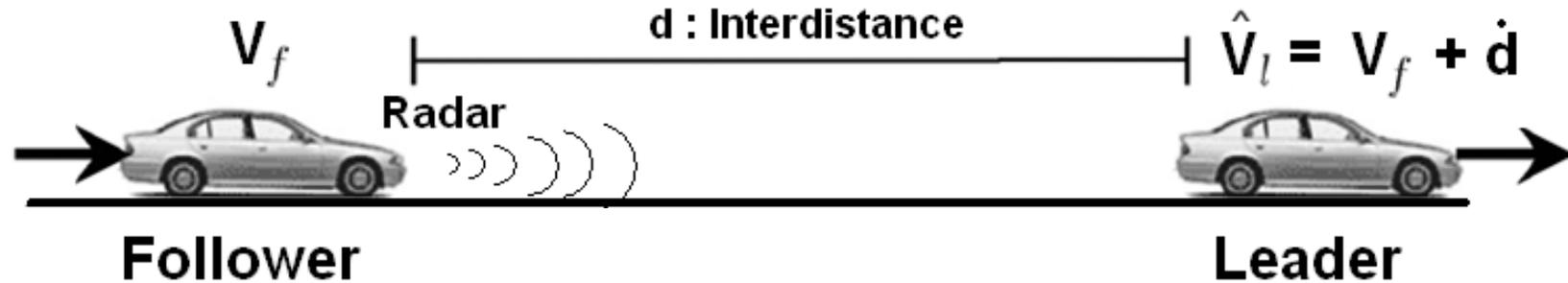
1. **Capteurs magnétiques (aimants dans la chaussée, ou rubans magnétiques)**
2. **Vision artificielle : caméra mais manque de robustesse en fonction des conditions d'éclairage d'où l'intérêt de fusionner avec des données GPS, des capteurs proprioceptifs (odomètres, gyromètres, accéléromètres ...)**
3. **Logiciels de fusion de données : RT MAPS développé au centre de robotique et commercialisé par la société INTEMPORA (utilisé par les constructeurs, les instituts de recherche en France et à l'étranger : USA, Japon, Corée, Chine, Australie, Turquie, Allemagne, Italie, Angleterre, Suède).**

Contrôle :

1. **Angle volant**

Le contrôle latéral améliore la sécurité et le trafic.

Stop and Go Control



- The control is based on the inter-distance measurement and the leader's velocity estimation.
- The feedforward part is based on a mass/damping model developed in [\[Martinez and Canudas-de-Wit, 2007\]](#).
- The feedback part is realized from a grey-box approach to compute the engine and braking torques, and also the low level physical controls, i.e. the braking pressure at each wheel and the throttle angle.

[\[Choi, B. d'A-N, Boussard, Fliess, Mounier, Villagra, 2008-2010\]](#)

Simulation results with SIVIC



Stop and Go validation on Cycabs



Global Chassis Control

- To increase safety and fluidity, many controllers have developed in the last few decades: ABS, ESP and lateral control, ACC or Stop and Go and longitudinal control, and also GCC strategies.

Hsin Chou, B. d'Andréa-Novel *Global vehicle control using differential braking torques and active suspension forces*,
Vehicle Systems Dynamics, Vol. 43, No. 4, April 2005.

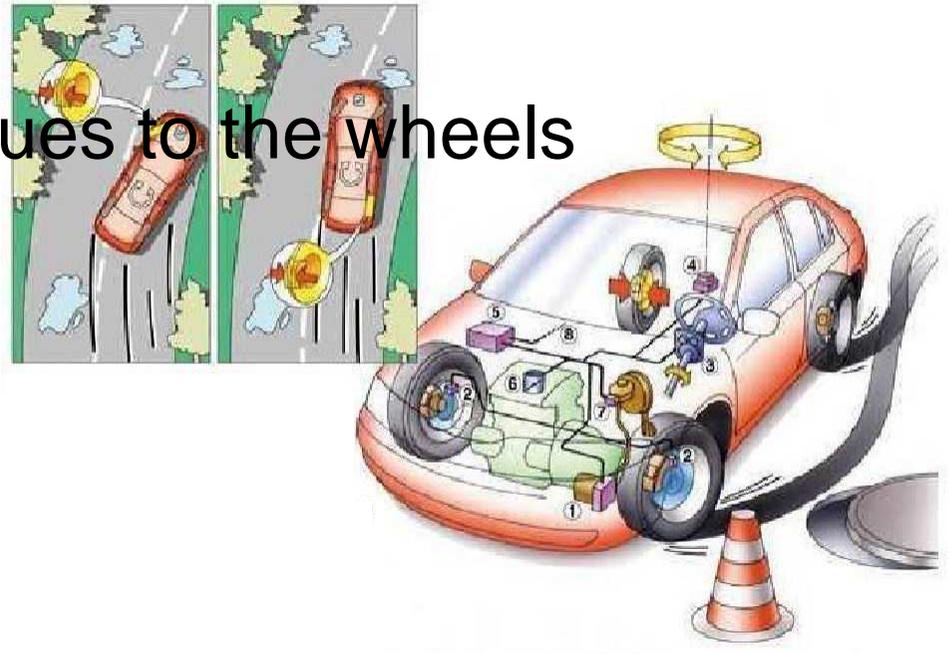
Jorge Villagra, B. d'Andréa-Novel, H. Mounier, M. Pengov :
Flatness based vehicle steering control strategy with SDRE feedback gains tuned via a sensitivity approach,
IEEE transactions on Control Systems Technology, Vol. 15, No. 3, May 2007.

Global Chassis Control

Safety and Comfort

Independent braking torques to the wheels

Active suspension forces



Time-scale decomposition

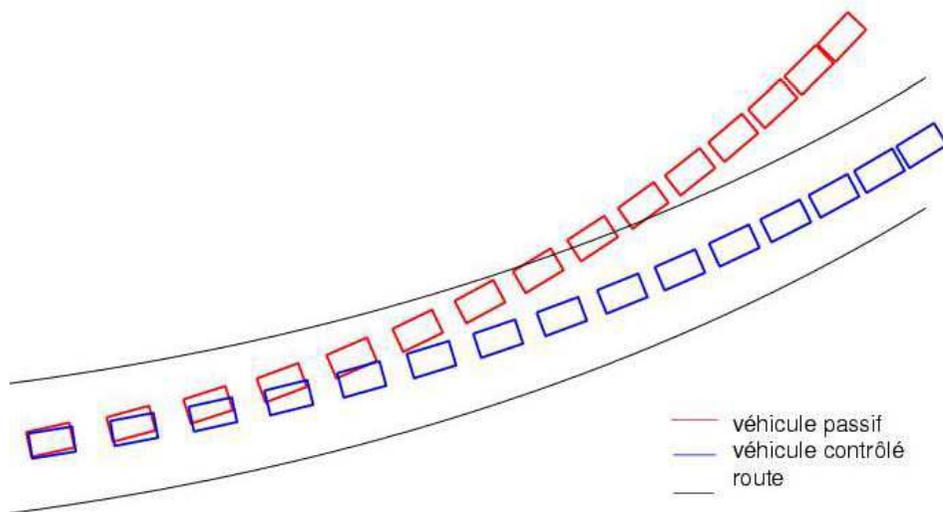
Simple for a real-time implementation

Singular perturbation approach

Global Chassis Control

When braking in a turn, can we compute the braking and suspension control laws to maintain the car on a secure trajectory ?

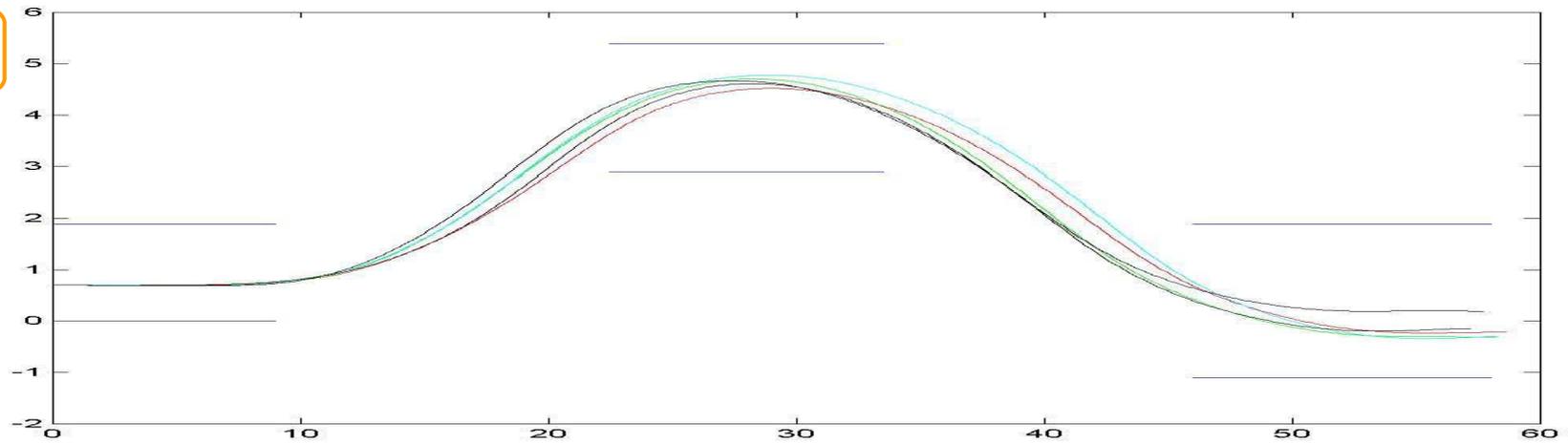
and to regulate the pitch, roll and vertical velocities ?



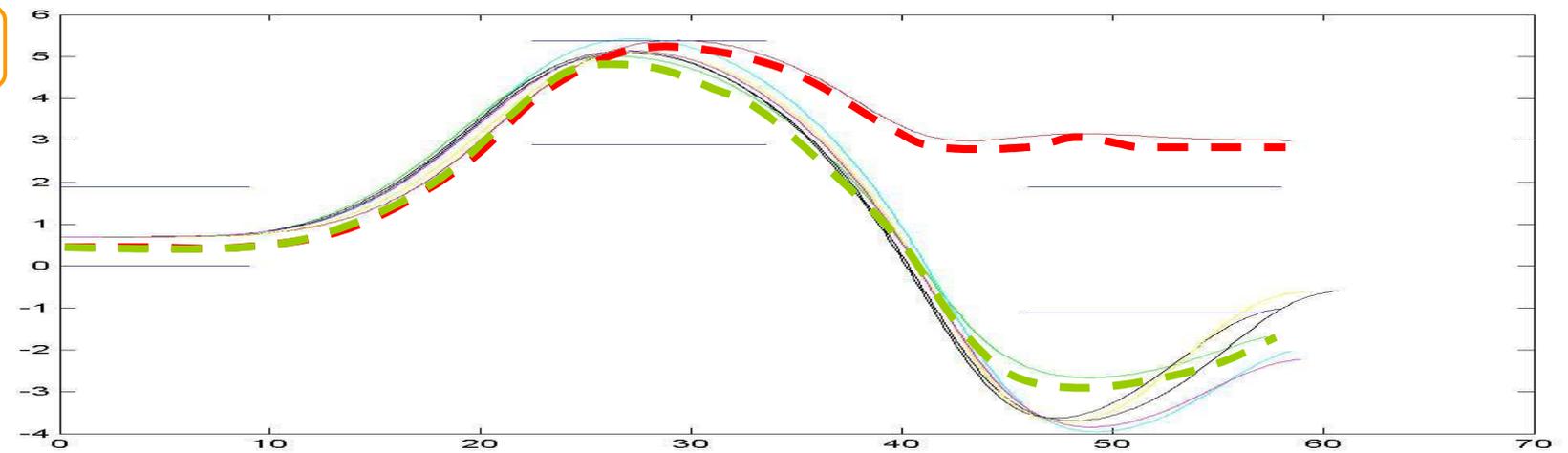
Hsin Chou, B. d'Andréa-Novel
Global vehicle control using differential braking torques and active suspension forces,
Vehicle Systems Dynamics, Vol. 43, No. 4, April 2005

The double line change : a difficult benchmark

60 km/h



70 km/h



The bicycle model

$$\dot{V}_y = \frac{-(K_1 + K_2)}{MV_x} V_y + \left(\frac{-L_1 K_1 + L_2 K_2}{MV_x} - V_x \right) \dot{\psi} + \frac{K_1}{M} \alpha_v$$

$$\dot{\psi} = \frac{L_2 K_2 - L_1 K_1}{I_z V_x} V_y - \left(\frac{L_1^2 K_1 + L_2^2 K_2}{I_z V_x} \right) \dot{\psi} + \frac{L_1 K_1}{I_z} \alpha_v$$

$$V_x(t) = V_{x0}, \forall t$$

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}u$$

$$\mathbf{x} = [V_y, \psi]^T, \mathbf{A} = \{a_{ij}\}_{t_0} = \{a_{ij}\}_t, \mathbf{B} = \{b_j\}_{t_0} = \{b_j\}_t$$

$$M = 1783 \text{ kg}$$

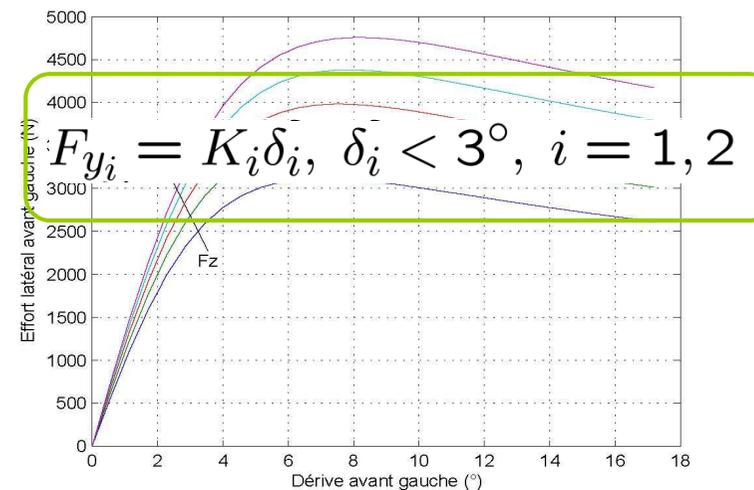
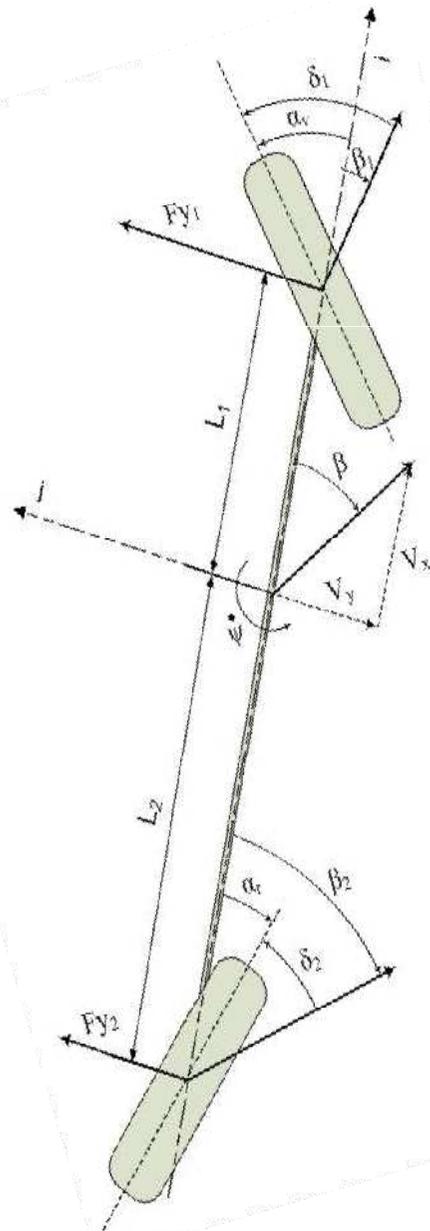
$$K_1 = 1309 \text{ N/}^\circ$$

$$K_2 = 1182 \text{ N/}^\circ$$

$$L_1 = 1.20 \text{ m}$$

$$L_2 = 1.49 \text{ m}$$

$$I_z = 3015 \text{ Kg}\cdot\text{m}^2/\text{rad}$$



The double line change

An extended bicycle model which takes into account the longitudinal dynamics

and nonlinear effects for the interaction forces between the wheels and the ground



Jorge Villagra, B. d'Andréa-Novel, H. Mounier, M. Pengov :
*Flatness based vehicle steering control strategy with SDRE feedback gains
tuned via a sensitivity approach,*
IEEE transactions on Control Systems Technology, Vol. 15, No. 3, May
2007.

Estimations : ALIEN technics

- **Estimation theory is based on operational calculus.**
- **The signal is approximated as a polynomial Taylor expansion w.r.t. time in small windows.**
- **There is no need of statistical knowledge on the signal and the noise.**
- **We use the same approach for stationary or time-varying systems.**
- **This leads to Real-time and robust estimators.**

ALIEN: basic principles

- **Aim** : find an estimate of the first derivative of a signal

$$y(t) = a_0 + a_1 t, \quad t \geq 0, \quad a_0, a_1 \in \mathbb{R}$$

$$Y(s) = \frac{a_0}{s} + \frac{a_1}{s^2}$$

Use powers of s and derivatives w.r.t. s

$$sY(s) = a_0 + \frac{a_1}{s}$$

$$\frac{d}{ds}(sY(s)) = -\frac{a_1}{s^2} \iff Y(s) + s \frac{dY(s)}{ds} = -\frac{a_1}{s^2}$$

Use negative powers of s to filter the signal

$$\frac{Y(s)}{s^2} + \frac{1}{s} \frac{dY(s)}{ds} = -\frac{a_1}{s^4}$$

ALIEN : basic principles

$$\frac{Y(s)}{s^2} + \frac{1}{s} \frac{dY(s)}{ds} = -\frac{a_1}{s^4}$$



- $\frac{c}{s^\alpha}, \alpha \geq 1, c \in \mathbb{C} \Rightarrow c \frac{t^{\alpha-1}}{(\alpha-1)!}, t > 0$
- $\frac{1}{s^\alpha} \frac{d^n y}{ds^n} \Rightarrow \int_0^t \int_0^{t_{\alpha-1}} \cdots \int_0^{t_1} (-1)^n \tau^n y(\tau) dt_{\alpha-1} \cdots dt_1 d\tau$
 $\Rightarrow \frac{(-1)^n}{(\alpha-1)!} \int_0^t (t-\tau)^{\alpha-1} \tau^n y(\tau) d\tau$

$$\hat{a}_1 = -\frac{3!}{T^3} \int_0^T (T-2\tau)y(\tau) d\tau$$

Application : estimation of the interdistance and its time derivative from the radar data

$$d_m(t) = d_0 + d_1 t, \quad t \geq 0, \quad d_0, d_1 \in \mathbb{R}$$

$$d_0 = \frac{2}{T^2} \int_0^T (2T - 3\tau) d_m(\tau) d\tau$$

$$d_1 = -\frac{6}{T^3} \int_0^T (T - 2\tau) d_m(\tau) d\tau$$

$d_0(t)$ is a natural filter of the measured signal $d_m(t)$

We have studied the properties of these numerical filters

[F. Garcia Collado, B. d'A-N, M. Fliess, H. Mounier, GRETSI, 2009]

ALIEN : Grey Box Control

$$y^{(n)} = F + \alpha u + \beta$$

I-PID:  $u = \frac{1}{\alpha} (\ddot{y}_r - \hat{F} - \beta + PID(e))$

Can be estimated thanks to the knowledge of u , α and of the estimate of $y^{(n)}$ and then compensated

[Fliess, Join, 2008]

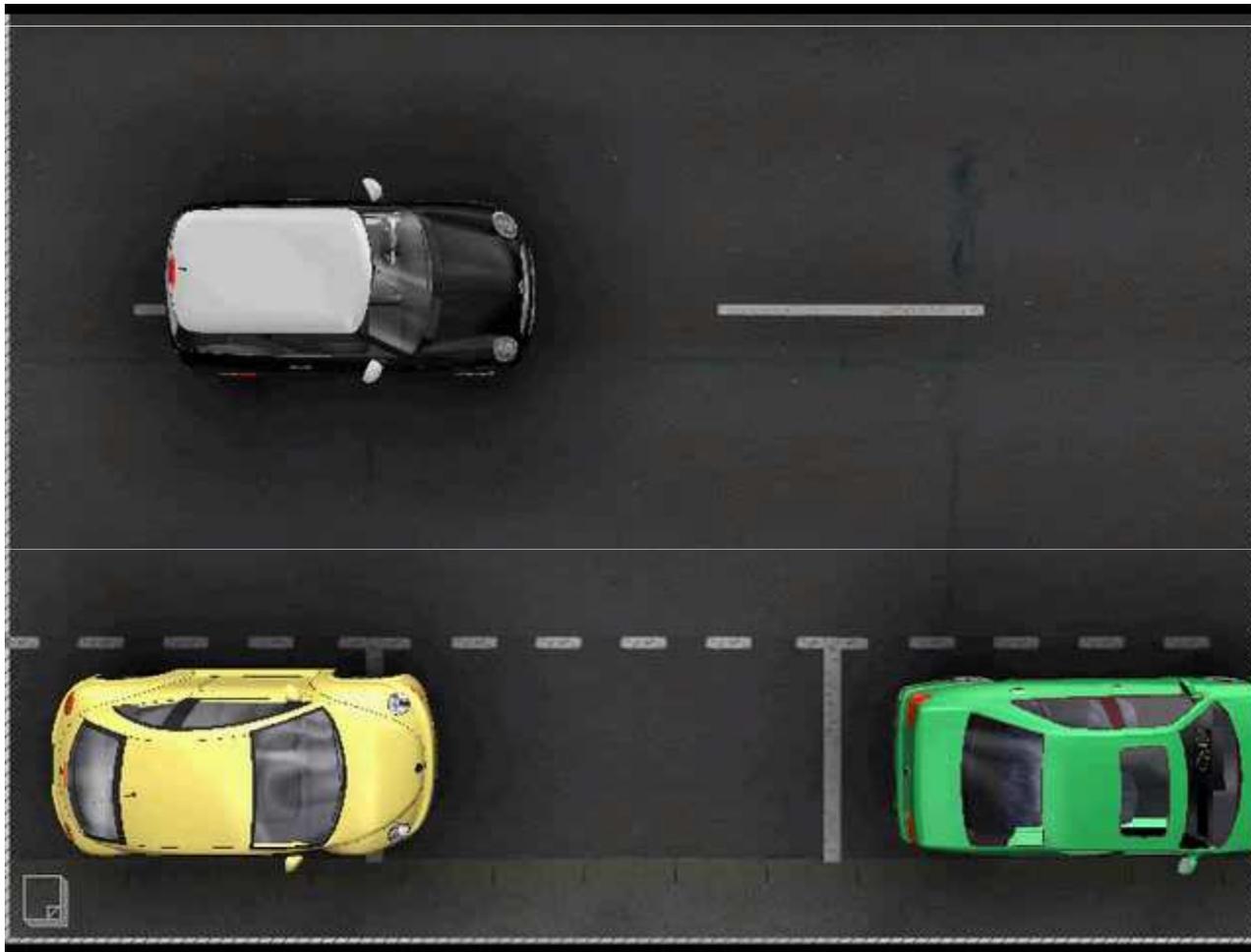
Application to the longitudinal dynamics of a vehicle

$$M\ddot{x} = F + \frac{1}{R}C - \frac{1}{R} \sum_{i=1}^4 I_i \dot{\omega}_i$$

Low-speed maneuvers

- We have proposed a geometric approach to solve the problem of automatic parallel parking.
- Our solution is based on a geometric approach. Our local planner can generate a geometric path consisting of circular arcs of minimum radius and straight lines for a parking space whose length is greater than the diagonal of the vehicle.
- Our method is independent of the initial position of the vehicle (parallel to the parking lot). An algorithm for geometric path planning of the parallel parking has then be developed.
- A theoretical study of the complexity of our method in terms of the number of maneuvers shows that it requires less maneuvers than classical methods in practical cases.
- VALEO studies the opportunity of taking out a patent on this subject of automatic parking.

Simulation results with SIVIC





Experimental results



Liens infrastructure - véhicules

- Télépéage à barrière matérialisée, existe sur nombre d'autoroutes sur le principe de la DSRC (Dedicated Short Range Communication, 5.8 à 5.9 GHz).
- Vers un péage dématérialisé, géolocalisé utilisant un OBU comportant un GPS, un GSM/GPRS et une carte grise électronique. Cela permettrait un gain de plus d'un million de tonnes de CO2 par an et la suppression des barrières de péage qui dénaturent l'environnement...
- Les informations Trafic collectées par le CNIR et les CRICR (boucles magnétiques, capteurs de forces, caméras ...) permettent de déterminer le nombre de véhicules, leurs vitesses, leurs poids. La vision artificielle permet aussi la détection d'obstacles, d'embouteillage, d'incendie sur la voie, la détection des panneaux routiers (par exemple de limitation de vitesse autorisée)...
- Une alternative est celle des véhicules traceurs géo-localisés.
- Diffusion des informations par PMV, GSM, Internet Wifi, Radio...

Jusqu'où aller dans l'automatisation

- **Niveau 0** : le conducteur est seul acteur.
- **Niveau 1** : le conducteur a le contrôle, mais le véhicule est équipé d'ADAS basiques (LDW, ABS, ESP).
- **Niveau 2** : automatisation d'au moins 2 fonctions utilisant les contrôles primaires (frein, accélération, direction) : Park Assist, Stop&Go...
- **Niveau 3** : le véhicule permet au conducteur de lui céder toutes les fonctions primaires dans certaines situations de vie et l'informe de changements.
- **Niveau 4** : le véhicule assure seul la conduite.

Jusqu'où aller dans l'automatisation

- Accident sans gravité de la Google car, le 14 février 2016 : <http://www.tf1.fr/tf1/auto-moto/news/l-accident-entre-google-bus-video-1177258.html>

Le chauffeur de bus roulait d'une main en mangeant un sandwich ... Google a reconnu l'erreur d'interprétation => Pb d'interprétation de la scène et d'anticipation de la réaction des autres voitures ...

Jusqu'où aller dans l'automatisation

- Accident mortel en Californie du conducteur d'une Tesla en pilote automatique :

<http://www.lefigaro.fr/flash-actu/2016/07/01/97001-20160701FILWWW00063-usa-1e-accident-d-une-voiture-automatique.php>

sur une autoroute à double sens, un camion en position perpendiculaire à la voie de circulation de la voiture n'a pas été détecté ... => Pb. de la vision artificielle ...

- 1^{er} accident mortel sur qqs 200 millions de kms parcourus en mode automatique.

Jusqu'où aller dans l'automatisation

- À la fin du XIXème et jusqu'au milieu XXème, la révolution industrielle a permis le passage de l'hippo-mobilité à l'auto-mobilité : cohabitation des deux sur 1/2 siècle => idem pour le passage de l'auto-mobilité à la cyber-mobilité ?
- La massification des données, l'IoT vont engendrer de nouvelles formes de mobilité : co-voiturage, auto-partage, mobilité multi-modale => l'évolution des formes de mobilité peut-être plus que l'automatisation transformera le paysage ...
- VEDECOM : institut français de recherche partenariale public/privé et de formation, dédié à la mobilité individuelle décarbonée et durable (PIA).



Le véhicule autonome

Hôtel des Ingénieurs Arts & Métiers, Avenue d'Iéna Paris

11 juillet 2016

Jean-Baptiste le Dall

Avocat à la Cour

Docteur en Droit

Les premiers textes

- Nevada : Assembly Bill n°511 « Committee on Transportation : law authorizing autonomous (driverless) vehicles » du 25 juin 2011
- Floride : Senate Bill 52 du 29 mai 2013
- Californie : Senate Bill n°1298 Chapter 570 du 25 septembre 2012.
- Michigan : Senate Bill no. 169 du 7 février 2013
- District de Colombie : Autonomous Vehicule Act of 2102

Les premiers textes

- Washington, D.C :DC Bill 19-0931du 23 avril 2013.
- Louisiane : LA House Bill 1143 du 2 juin 2016
- Dakota du Nord : ND House Bill 1065 du 20 mars 2015
- Tennessee : TN Senate Bill 2333 du 22 mars 2016
- Utah : UT House Bill 280 du 23 mars 2016.

Les 5 niveaux d'autonomie

- National Highway Traffic Safety Administration



- **Niveau 0** : Aucun automatisme. Contrôle exclusif par le conducteur. Aucun système n'intervient sur le freinage, la direction ou une autre fonction de conduite.
- **Niveau 1** : Certaines fonctions assistent le conducteur : ABS, ESP ou régulateur de vitesse par exemple. Toutes les voitures neuves rentrent, a minima, dans cette catégorie.
- **Niveau 2** : Le véhicule possède au moins deux assistances à la conduite fonctionnant simultanément. Le régulateur de vitesse adaptatif et l'AFIL par exemple. De plus en plus répandu.

- **Niveau 3** : Le véhicule est partiellement autonome, le conducteur peut lui transférer le contrôle complet sous réserve de certaines conditions de circulation et météorologiques (Google Car ou prototypes PSA).
- **Niveau 4** : Le véhicule est conçu pour fonctionner en permanence sans l'intervention de son utilisateur. Le passager ne fait qu'indiquer où il souhaite se rendre. Peut circuler sans passager.

Une préoccupation mondiale

- De nouveaux textes en Grande Bretagne, en Italie, en Suisse, en Allemagne...
- Des tests en Chine
- La modification de la Convention de Vienne
- Convention sur la circulation routière du 8 novembre 1968 dans le cadre de la Conférence sur la circulation routière du Conseil économique et social des Nations unies (7/10/1968 – 8/11/1968)

Liste des Parties contractantes à la Convention de Vienne de 1968

Albania, Armenia, Austria, Azerbaijan, Bahamas, Bahrain, Belarus, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Brazil, Bulgaria, Central African Republic, Côte d'Ivoire, Croatia, Cuba, Czech Republic, Democratic Republic of the Congo, Denmark, Estonia, Finland, France, Georgia, Germany, Greece, Guyana, Hungary, Iran (Islamic Republic of), Israel, Italy, Kazakhstan, Kenya, Kuwait, Kyrgyzstan, Latvia, Liberia, Lithuania, Luxembourg, Monaco, Mongolia, Montenegro, Morocco, Netherlands, Niger, Norway, Pakistan, Peru, Philippines, Poland, Portugal, Qatar, Republic of Moldova, Romania, Russian Federation, San Marino, Saudi Arabia, Senegal, Serbia, Seychelles, Slovakia, Slovenia, South Africa, Sweden, Switzerland, Tajikistan, the former Yugoslav Republic of Macedonia, Tunisia, Turkey, Turkmenistan, Ukraine, United Arab Emirates, Uruguay, Uzbekistan, Viet Nam, Zimbabwe.

Convention de Vienne - art.8

- 1. Tout véhicule en mouvement ou tout ensemble de véhicules en mouvement doit avoir un conducteur.
- 2. Il est recommandé que les législations nationales prévoient que les bêtes de charge, les bêtes de trait ou de selle et, sauf éventuellement dans les zones spécialement signalées à l'entrée, les bestiaux isolés ou en troupeaux doivent avoir un conducteur.
- 3. Tout conducteur doit posséder les qualités physiques et psychiques nécessaires et être en état physique et mental de conduire.
- 4. Tout conducteur de véhicule à moteur doit avoir les connaissances et l'habileté nécessaires à la conduite du véhicule; cette disposition ne fait pas obstacle, toutefois, à l'apprentissage de la conduite selon la législation nationale.
- 5. Tout conducteur doit constamment avoir le contrôle de son véhicule ou pouvoir guider ses animaux

Convention de Vienne - art.13

- Tout conducteur de véhicule doit rester, en toutes circonstances, maître de son véhicule, de façon à pouvoir se conformer aux exigences de la prudence et à être constamment en mesure d'effectuer toutes les manœuvres qui lui incombent.

L'amendement du 23/03/2016

- L'article 13 est conservé , mais l'article 8 (§5) est complété:
- « Les systèmes embarqués ayant une incidence sur la conduite du véhicule sont réputés conformes au par. 5 du présent article et au premier paragraphe de l'art. 13 s'ils sont conformes aux prescriptions en matière de construction, de montage et d'utilisation énoncées dans les instruments juridiques internationaux relatifs aux véhicules à roues et aux équipements et pièces susceptibles d'être montés et/ou utilisés sur un véhicule à roues. »

- « Les systèmes embarqués ayant une incidence sur la conduite d'un véhicule qui ne sont pas conformes aux prescriptions en matière de construction, de montage et d'utilisation susmentionnées sont réputés conformes au par. 5 du présent article et au premier paragraphe de l'art. 13 pour autant qu'ils puissent être neutralisés ou désactivés par le conducteur. »

« La UNECE ouvre la voie à la conduite automatisée en modifiant la Convention de Vienne sur la circulation routière »

CP UNECE du 23 mars 2016

« A compter de ce jour, les systèmes de conduite automatisée seront explicitement autorisés sur les routes, à condition qu'ils soient conformes aux règlements des Nations Unies sur les véhicules ou qu'ils puissent être contrôlés voir désactivés par le conducteur. »

Convention de Vienne, la suite

- La limitation imposée aux fonctions de pilotage automatique au-dessous de 10km/h (Règlement No. 79 de l'ONU) va être révisée
- Achèvement des travaux préparatoires en septembre 2016
- Harmonisation des Règlements concernant les véhicules prévue pour 2017.

Le droit positif national

- Un principe d'interdiction
- Une nécessaire levée des barrières
- La Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

- Article 37 IX.- Dans les conditions prévues à l'article 38 de la Constitution, **le Gouvernement est autorisé à prendre par ordonnance toute mesure relevant du domaine de la loi afin de permettre la circulation sur la voie publique de véhicules à délégation partielle ou totale de conduite**, qu'il s'agisse de voitures particulières, de véhicules de transport de marchandises ou de véhicules de transport de personnes, à des fins expérimentales, dans des conditions assurant la sécurité de tous les usagers et en prévoyant, le cas échéant, un régime de responsabilité approprié. La circulation des véhicules à délégation partielle ou totale de conduite ne peut être autorisée sur les voies réservées aux transports collectifs, sauf s'il s'agit de véhicules affectés à un transport public de personnes.

L'exigence du conducteur

- **Article R.412-6 du Code de la route**
- I.- Tout véhicule en mouvement ou tout ensemble de véhicules en mouvement doit avoir un conducteur. Celui-ci doit, à tout moment, adopter un comportement prudent et respectueux envers les autres usagers des voies ouvertes à la circulation. Il doit notamment faire preuve d'une prudence accrue à l'égard des usagers les plus vulnérables.
- II.- Tout conducteur doit se tenir constamment en état et en position d'exécuter commodément et sans délai toutes les manœuvres qui lui incombent. Ses possibilités de mouvement et son champ de vision ne doivent pas être réduits par le nombre ou la position des passagers, par les objets transportés ou par l'apposition d'objets non transparents sur les vitres.

La responsabilité civile

- Des initiatives privées promettant une prise en charge : Volvo, Google...
- Un discours commercial ?
- Un bouleversement pour le secteur de l'assurance
- L'exemple de la voiture connectée

La responsabilité civile

- Loi n°85-677 du 5 juillet 1985 tendant à l'amélioration de la situation des victimes d'accidents de la circulation et à l'accélération des procédures d'indemnisation
- Une logique d'indemnisation
- Problème de la qualité de conducteur
- La victime-conducteur peut se voir opposer sa faute pour minorer l'indemnisation

La responsabilité civile

- Une indemnisation qui ne prive pas l'assureur ou le FGAO d'un éventuel recours
- Le contrat d'assurance
- La garantie d'un risque
- Existe-t-il encore un aléa en présence d'un robot aux capacités d'analyse surhumaines ?

Article R.211-10

du Code des assurances

- Le contrat d'assurance peut, sans qu'il soit contrevenu aux dispositions de l'article L. 211-1 comporter des clauses prévoyant une exclusion de garantie dans les cas suivants :
- 1° Lorsque au moment du sinistre, le conducteur n'a pas l'âge requis ou ne possède pas les certificats, en état de validité, exigés par la réglementation en vigueur pour la conduite du véhicule, sauf en cas de vol, de violence ou d'utilisation du véhicule à l'insu de l'assuré ;
- 2° En ce qui concerne les dommages subis par les personnes transportées, lorsque le transport n'est pas effectué dans les conditions suffisantes de sécurité fixées par un arrêté ...

L'entretien de la voiture autonome

- Clause d'exclusion pour défaut d'entretien, non écrite faute d'être énoncée de façon formelle et limitée (CA Paris, 8 mars 2007)
- Contrôle technique et assurance
- La question de la mise à jour du logiciel
- La notion d'alea
- Un cadre spécifique

Responsabilité du fait des produits défectueux

- La multiplicité des intervenants
- La question de la défectuosité
- Le dilemne du tramway
- La question des armes autonomes létales (LAWS pour Lethal autonomous weapons, ou SALA pour Systèmes d'armes létales autonomes)
- La subsistance d'un aléa

Responsabilité du fait des produits défectueux

- deux limites :
 - le défaut n'existait pas au moment où le produit a été mis en circulation, le défaut se crée postérieurement à la mise en circulation ;
 - l'état des connaissances scientifiques et techniques au moment de la mise en circulation ne permettait pas de déceler le défaut ou le risque.

À mettre en perspective avec la durée de vie du produit et la question de l'intelligence artificielle

Les projets de réforme

- Avant projet de réforme du droit de la responsabilité civile (inspiré du projet Catala)
- Consultation lancée par Jean-Jacques URVOAS, le 26 avril 2016
 - Loi de 1985
 - Produits défectueux
 - Amende civile, hybridation entre responsabilité civile et responsabilité pénale

La responsabilité pénale

- Principe d'une responsabilité personnelle
- Article 121-1 du Code pénal : « Nul n'est responsable pénalement que de son propre fait. »
- Plus le véhicule sera autonome plus la question de la responsabilité personnelle de celui que l'on pourra éventuellement qualifier de conducteur se posera avec acuité

La piste d'une responsabilité hybride

- Le mécanisme de l'article L.121-3 du Code de la route
- La condamnation à une amende civile
- La déconnexion accrue entre culpabilité et responsabilité (l'exemple du représentant légal)
- Pourquoi pas pour certaines infractions ?

Les infractions liées au conducteur

- La détention d'un permis de conduire?
- Un âge légal pour conduire
- L'alcool ou la prise de stupéfiants
- La question de la voiture sans passager
- Article R. 412-6 du Code de la route

Blessures et homicides non intentionnels

- La question de la faute du « conducteur » inactif
- Le droit positif et la personne physique
- La Loi n°2000-647 du 10 juillet 2000 tendant à préciser la définition des délits non intentionnels, dite Fauchon
- La mise en cause des professionnels comme cela peut être le cas aujourd'hui des garagistes, centres de contrôle technique, fabricants...

La force majeure

- Extérieure
- Imprévisible
- Insurmontable
- Difficilement acceptée par la jurisprudence (exemple : Crim., 6 novembre 2013, pour une panne de clignotants provoquée par une présence d'eau dans le commodo)

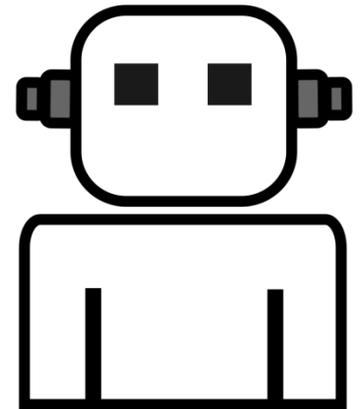
La force majeure

- CA Chambéry, 20 décembre 2007, n°07/00544

« ses actions tant sur la manette du régulateur que sur les pédales de frein et d'embrayage et sur le frein à main sont restées vaines, aucune de celles-ci n'a permis le ralentissement de son véhicule en sorte qu'elle a franchi à grande vitesse les cabines de péage et qu'elle n'a pu éviter la collision avec un autre véhicule »

Le robot auteur

- Article 121-1 du Code pénal : « Nul n'est responsable pénalement que de son propre fait. »
- Le fait du robot doté d'une personnalité juridique
- De l'anticipation ou les prémices d'un futur droit des robots ?



Merci de votre attention

Jean-Baptiste le Dall

Avocat à la Cour
Docteur en Droit

www.maitreledall.com

 @maitreledall

 @ledall.avocats



Crédits

- Le véhicule autonome conférence du 11/07/2016
- Auteur du support de formation :
 - Jean-Baptiste le Dall
 - Reproduction interdite sauf autorisation préalable de l'auteur (contact : ledall@maitreledall.com)
- Crédits photos :
 - Cliché d'illustration en diapositive n°4 - véhicule Toyota: par Flickr user jurvetson (Steve Jurvetson). Trimmed and retouched with PS9 by Mariordo [CC BY-SA 2.0, via Wikimedia Commons, <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0>],
 - Dessin d'illustration en diapositive n°32 - robot : par Delphine Ménard (notafish) (Own work) [CC0], via Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AIcon_robot.svg)