



Solutions pour une Exploitation de la Route Respectueuse de l'Environnement et de la Sécurité  
Opération de recherche Cerema / Ifstar

## Action 5 :

### Écoconduite : sobriété et sécurité

Conception et évaluation d'un système  
d'aide à l'éco-conduite sûr et efficace

Felicitas Mensing (LTE/Ampère Insa Lyon)

Rochdi Trigui (LTE)

Hélène Tattegrain (LESCOT)

Eric Bideaux (Ampère Insa Lyon)

Bruno Jeanneret (LTE)

Daniel Ndiaye (LEPSIS)



# Les constats

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

- Des règles d'éco-conduites existent et des formations sont proposées
- Elles ne concernent le plus souvent que les véhicules **conventionnels**
- Ce sont souvent des règles de « bon sens » et pas nécessairement appuyées sur des notions d'**optimisation**
- Des études rapportent que des conducteurs formés à l'éco-conduite reprennent leurs reflexes habituels au bout de quelques mois
- Le potentiel et donc l'enjeu est souvent mal cerné (selon le véhicule, les conditions de conduite, ...)
- Les systèmes installés dans les véhicules aujourd'hui sont sommaires (souvent limité à un conseil de changement de rapport de boîte)



# Les travaux LTE-LESCOT-LEPSIS

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

## Objectifs :

- Evaluer le potentiel de l'éco-conduite pour différentes motorisations (conventionnelles **électriques et hybrides**) en tenant compte des contraintes temps, pollution et trafic
- Développer et évaluer un système d'aide à l'éco-conduite pour approcher ce potentiel

## Méthodes :

- Modélisation du véhicule et de ses composants par modèle énergétique inverse
- Recherche de la trajectoire idéale en utilisant la programmation dynamique
- Introduction des contraintes pollution et trafic dans l'algorithme d'optimisation
- Conception d'un système d'aide efficace et sûr et évaluation sur simulateur de conduite

## Cadre :

- Projet VERONESE et Opération SERRE interne IFSTTAR
- Thèse de F. Mensing cofinancée par l'ADEME
- Collaboration 3 laboratoires de IFSTTAR (LTE/LESCOT/LEPSIS) et INSA de Lyon

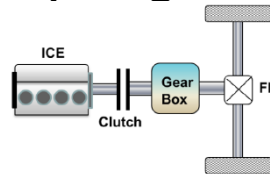


# Modélisation des véhicules sous VEHLIB du LTE

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

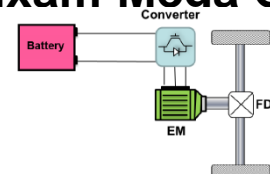
## • Modélisation inverse

### • Véhicule conventionnel (Peugeot 308)



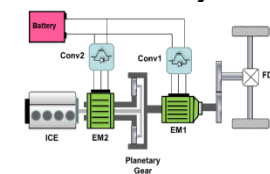
$$\dot{m}_{carb} = f(v, a)$$

### • Véhicule électrique (Aixam Meqa City)



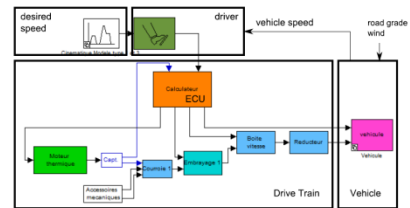
$$P_{batt} = f(v, a)$$

### • Véhicule hybride (Toyota Prius)



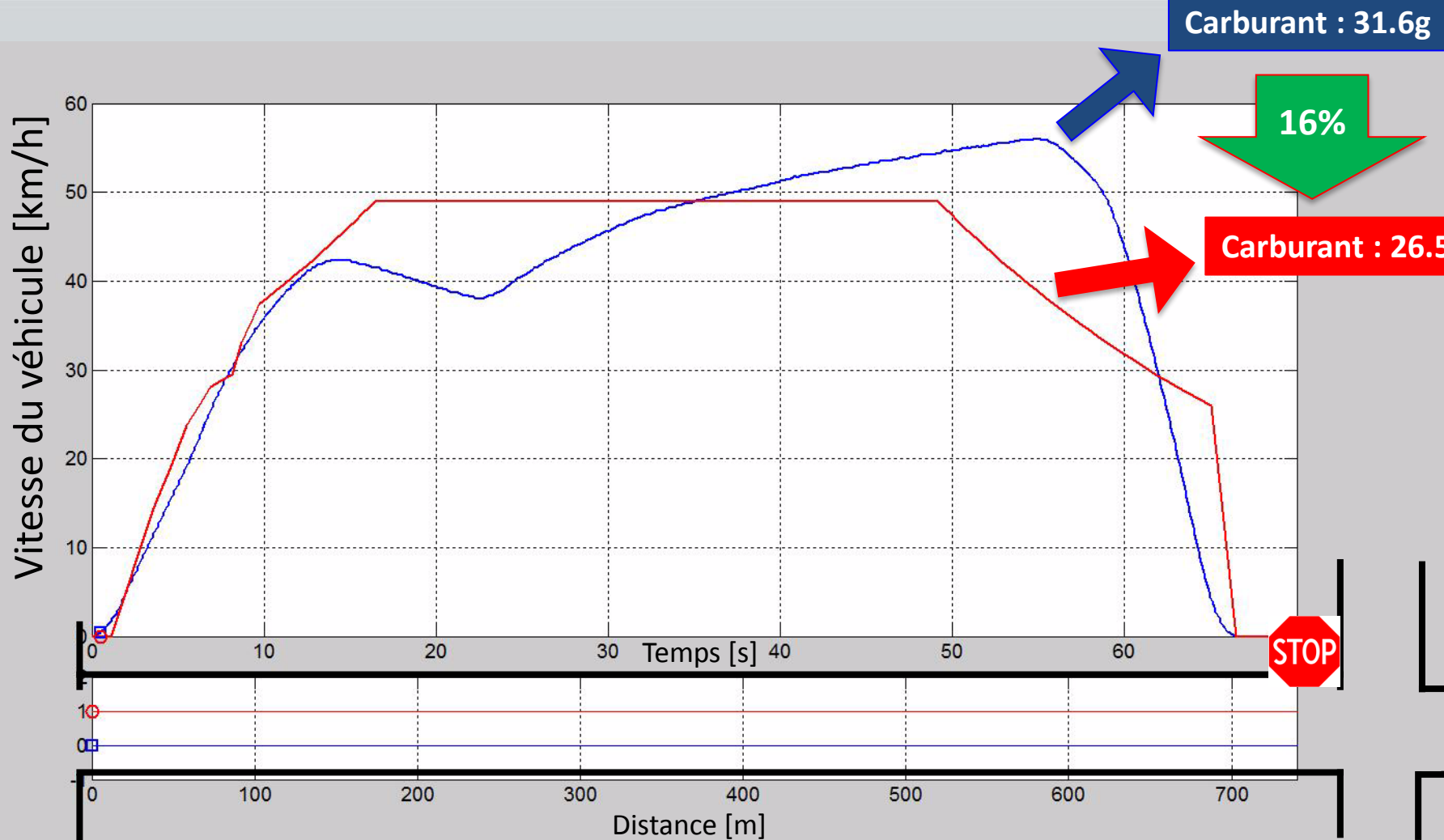
$$\dot{m}_{carb} = f(v, a, SOC)$$

## • Simulation dynamique directe



# Profil de vitesse idéal pour un véhicule conventionnel

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion



# La notion de cycle «éco»

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

## Résultats:

- Rapport plus haut possible (moteur à haut couple bas régime)



## Facteurs importants:

- Vitesse stabilisée la plus basse possible
- Accélération forte pour atteindre la vitesse stabilisée rapidement
- Phase de décélération: Première phase 'coasting', deuxième phase freinage fort (réduction de temps de décélération)

Cycle original  
9.0L/100km

27.8  
%

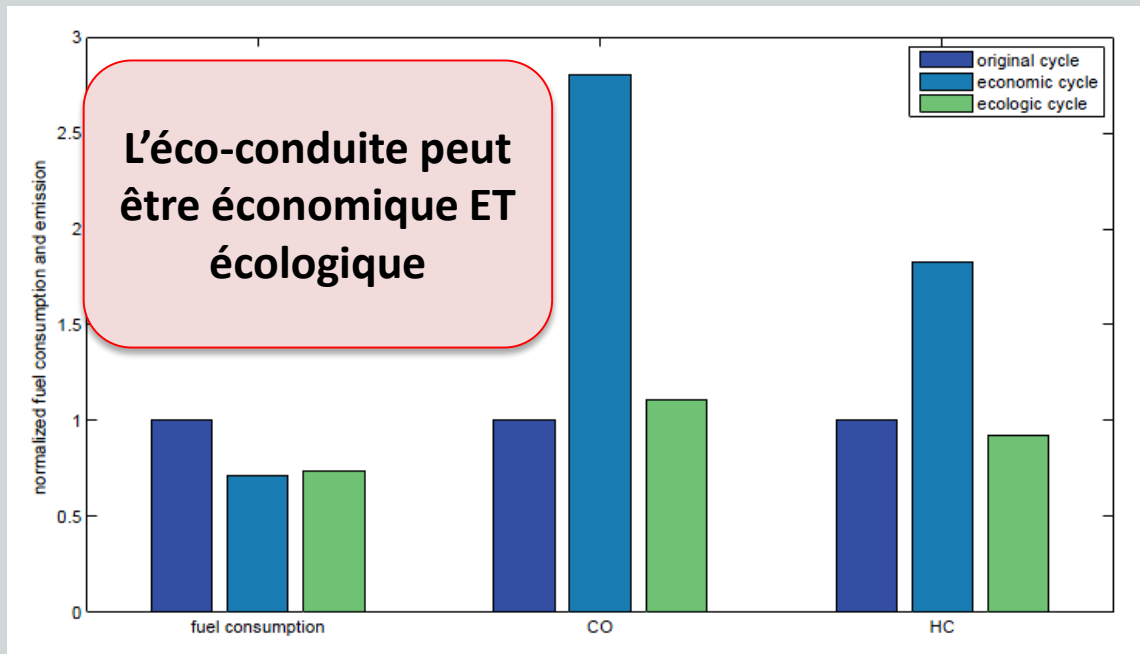
Profil optimal  
6.5L/100km



# Introduction des contraintes

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

## Contraintes environnementales : éco-conduite=économique ou/et écologique?



- Choix de vitesse/accélération → réduction de consommation
- Choix de rapport → réduction des émissions

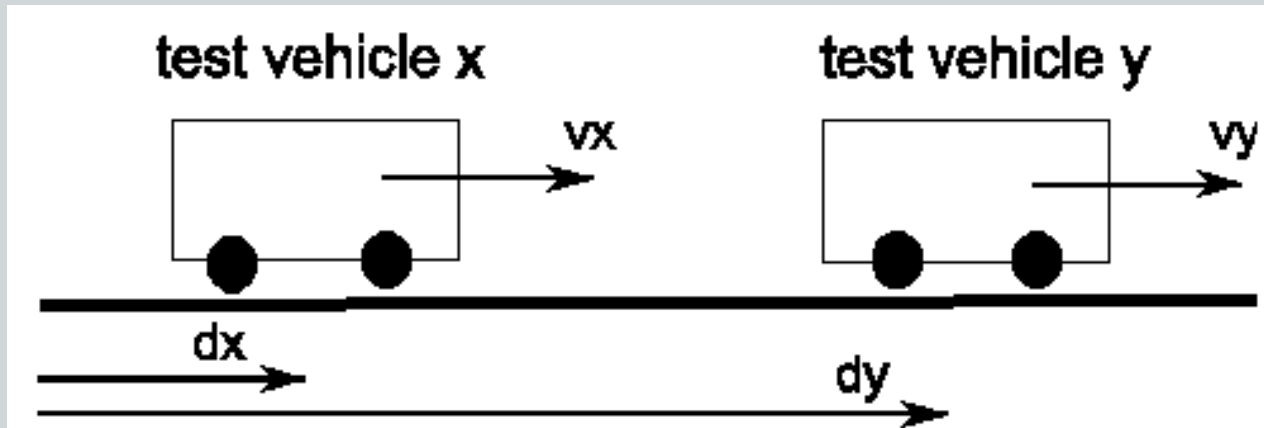
Emission in g/km	CO2	CO	NOx	HC	fuel consumption [l/100km]
Original Cycle	206.96	2.06	0.0055	0.068	9.0
Economic Cycle	140.96	5.78	0.0046	0.12	6.5
Ecologic Cycle	151.51	2.18	0.0025	0.063	6.7



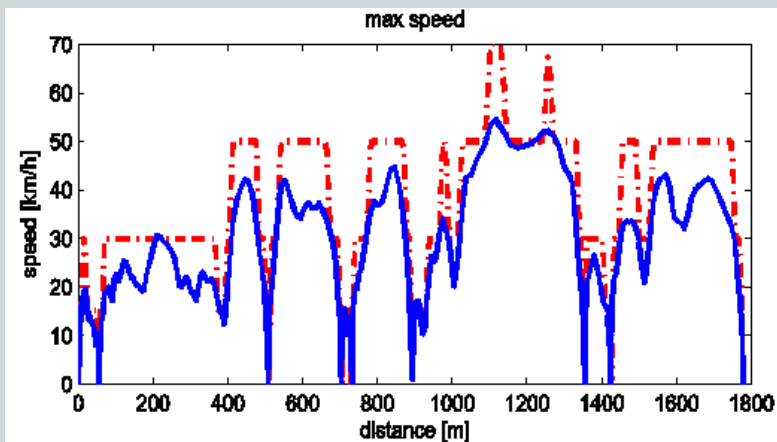
# Introduction des contraintes

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

## Contrainte trafic/sécurité :



## Données expérimentales d'un trajet urbain:



Données enregistrées:  $t, v_x, \Delta v_{xy}$

Données calculées:

$$v_y = v_x + \Delta v_{xy}$$
$$d_y = \sum_{t=0}^{t=t_f} v_y(t) \Delta t$$

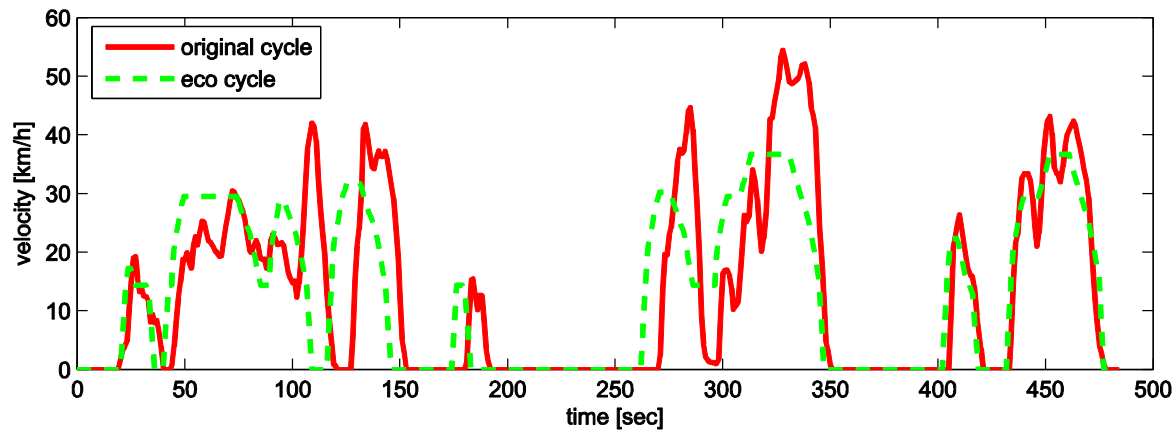




# Les contraintes

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- **Les contraintes**
- Le système ADAS
- Conclusion

## Contrainte trafic/sécurité :

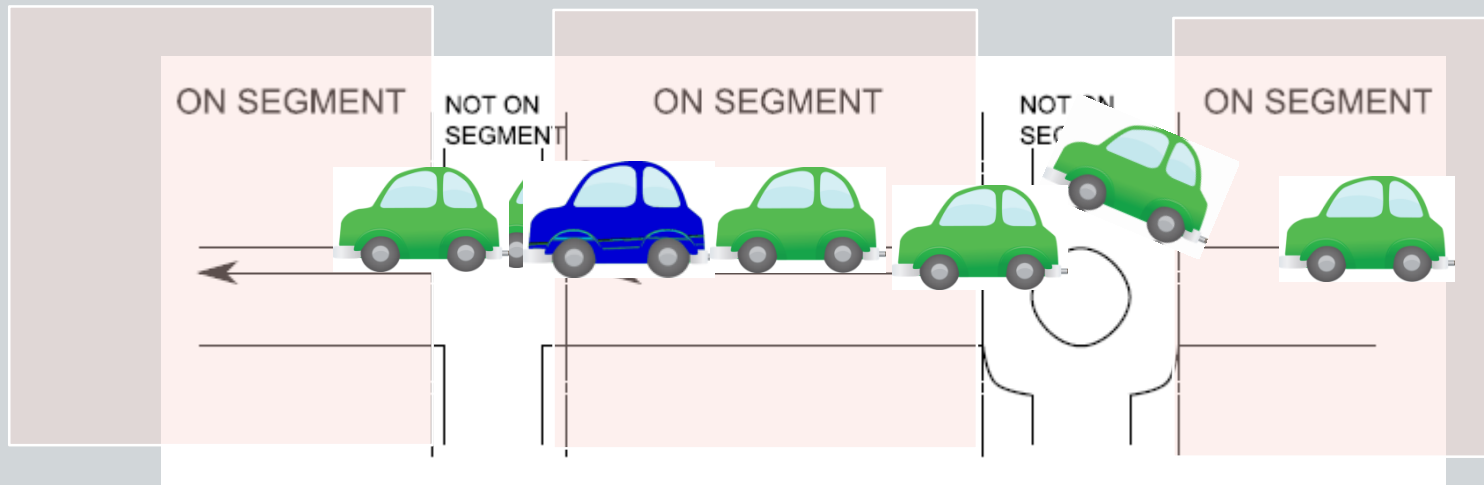
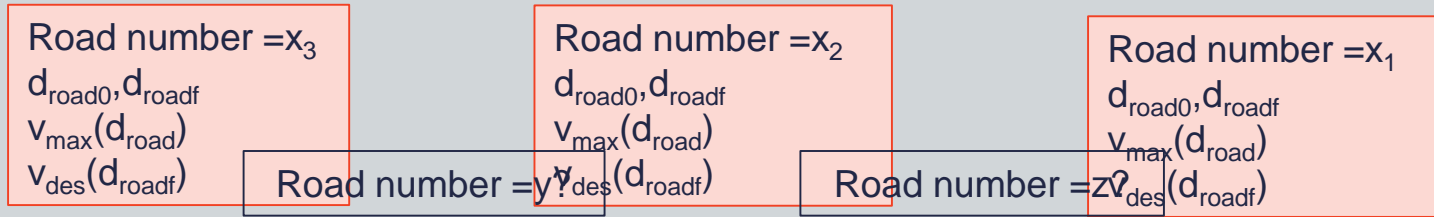


Cycle	Contrainte	Consommation [g]	gain
Cycle Original	Conducteur	97.36	-
Cycle éco	-	64.10	34 %
Cycle éco	TTC=2 seconds	69.62	27 %
Cycle éco	TTC=4 seconds	82.30	15 %



# Développement d'un système d'aide à l'éco-conduite

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion



**Gear optimization**

**Pre-segment optimization**

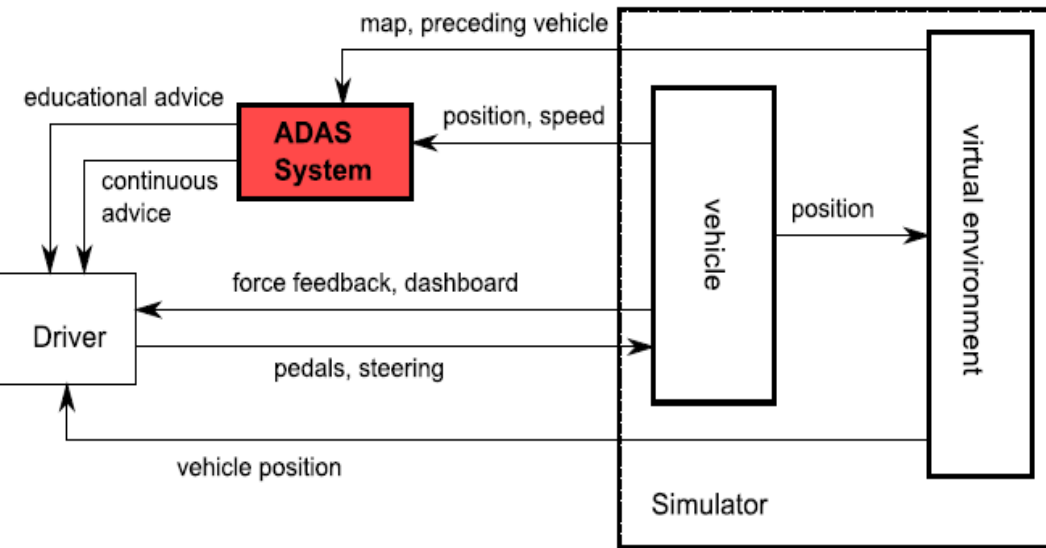
**Pre-segment optimization**

**Post-segment optimization**



# Expérimentation sur simulateur de conduite

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

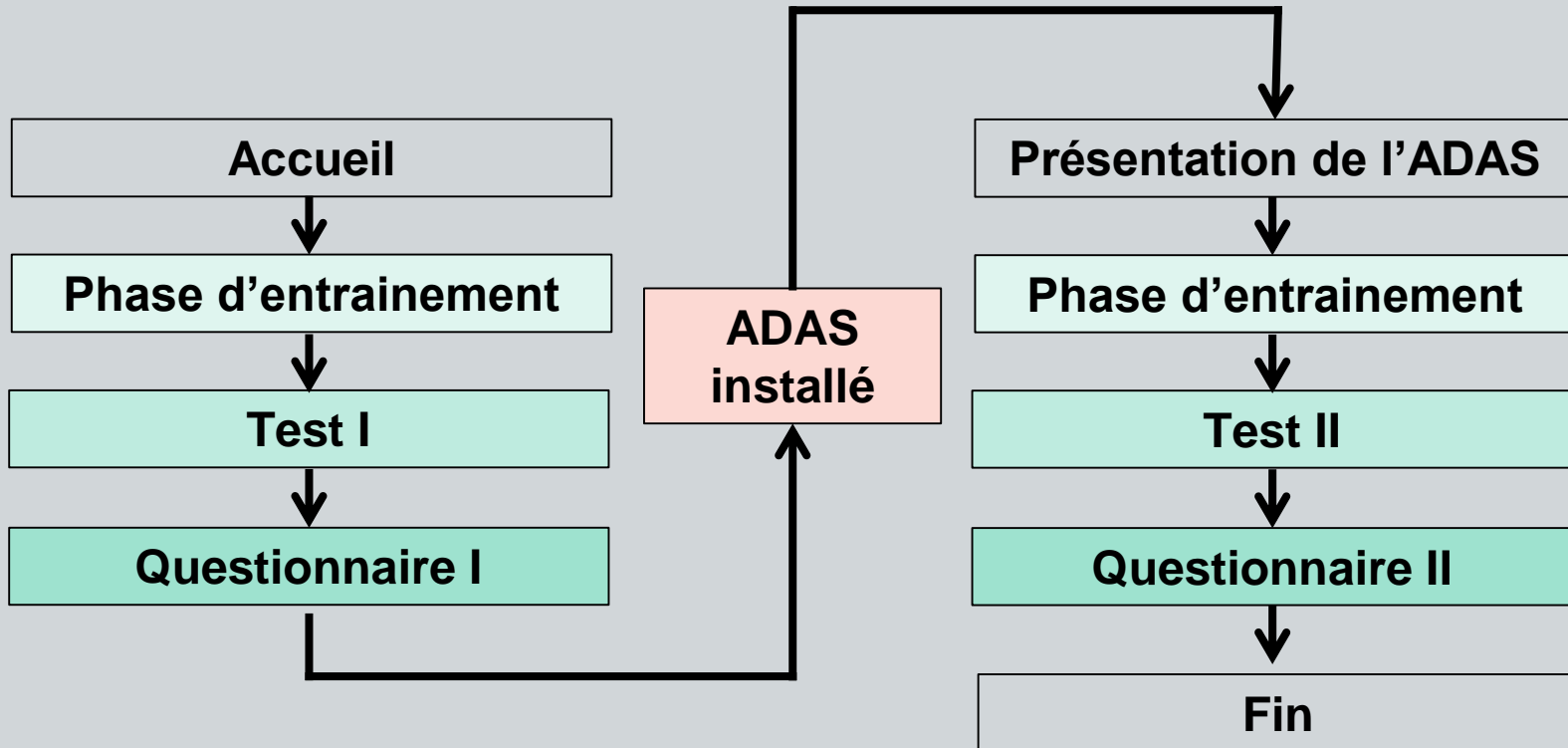


# Déroulement de l'expérimentation

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

**Sujets:** 20 (hommes et femmes)

**Procédure de test :**



# Résultats

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- **Le système ADAS**
- Conclusion

Gain moyen : **11%**



Gain:

**8.74%**

**15.25%**



# Conclusion

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

- L'éco-conduite a un potentiel assez important pour réduire la consommation d'énergie des véhicules
- Des contraintes d'émissions peuvent être prises en compte  
→ l'éco-conduite peut être économique et écologique
- Prenant en compte des contraintes de trafic et de sécurité des résultats plus réalistes peuvent être calculés.
- Le développement puis l'implémentation sur simulateur de conduite d'un système d'aide a permis d'appréhender la complexité de la mise en œuvre (coté technique et humain)
- Travail de collaboration interdisciplinaire SHS - SPI



# Perspectives

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

- Implémentation et test pour les autres types de véhicules (VE, VH, VHR)
- 2 projets en cours de montage : VE H2020 (coordination LEPSIS) et VH dans AMI 2I/100 (coordination LIVIC)
- Implémentation et test sur des véhicules réels



# Publications

- Introduction
- Le véhicule
- La trajectoire idéale
- Les contraintes
- Le système ADAS
- Conclusion

Felicitas Mensing, Eric Bideaux, Rochdi Trigui, Helene Tattegrain (2013). Trajectory optimization for eco-driving taking into account traffic constraints. *transportation research part D* 18 (2013) 55-61.

Felicitas Mensing, Rochdi Trigui, Eric Bideaux, (2013). Vehicle Trajectory Optimization for Application in Eco-Driving - Fuel Consumption Versus Trip Time. *International Journal of Vehicle Systems Modelling and Testing*. Vol8, N°4, 2013.

F. Mensing, R. Trigui, E. Bideaux (2011). Vehicle Trajectory Optimization for Application in Eco-Driving. *IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, September 2011, Chicago, Illinois.

F. Mensing, R. Trigui, E. Bideaux (2012). Vehicle Trajectory Optimization for Hybrid Vehicles Taking into Account Battery State-Of-Charge. *IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, October 2012, Seoul, Korea.

F. Mensing, R. Trigui, E. Bideaux (2012). Trajectory Optimization of Electric Vehicles for Eco-Driving Applications. *EEVC Conference*, Brussels, Belgium, November 19-22, 2012





# Merci pour votre attention

[rochdi.trigui@ifsttar.fr](mailto:rochdi.trigui@ifsttar.fr)

LTE/AME/IFSTTAR

