

**Institut français des sciences et technologies
des transports, de l'aménagement et des réseaux**

**Nouveaux enjeux de recherche en
sécurité routière liés à
l'automatisation des véhicules :
conséquences sur l'activité de
conduite**

Tattegrain Hélène, directrice du LESCOT
Veizin Philippe, directeur du LBMC



IFSTTAR

Contours de la présentation

- Enjeux de sécurité routière
 - Activité de conduite
 - Niveaux d'automatisation

=> changements prévisibles et conséquences
- Autres enjeux non traités ici
 - Acceptabilité et confiance
 - Problèmes technologiques
 - Problèmes juridiques



Introduction

- Activité de conduite
 - Basée sur un ensemble de connaissances liées au contexte
 - Prise d'information dans un univers complexe
 - Anticipation de l'évolution des comportements des autres usagers de la route
 - Décision sous contrainte temporelle forte

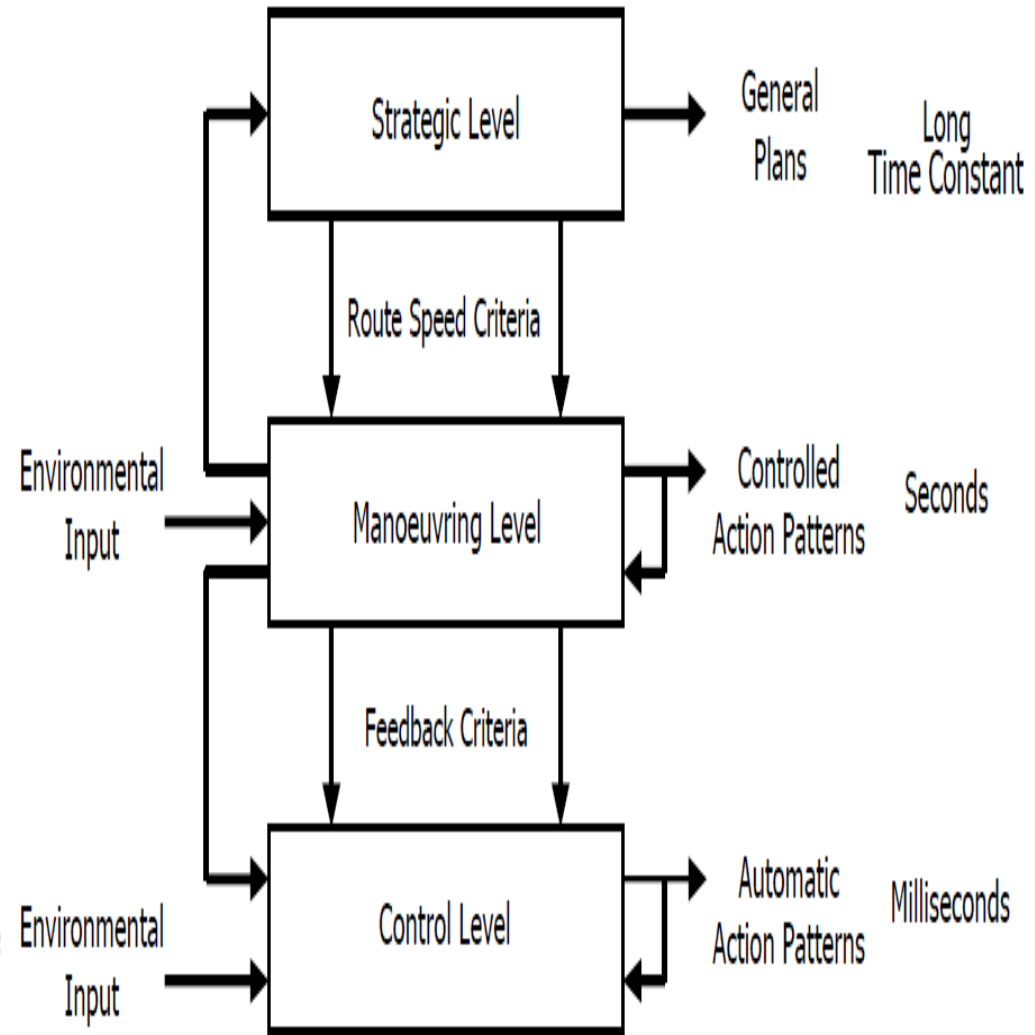
Le conducteur ne raisonne pas sur la situation réelle mais sur une représentation qu'il se fait de cette situation

- Elaborée à partir des informations qu'il perçoit dans l'environnement
- De ses connaissances propres sur la conduite
- De l'attention qu'il y consacre



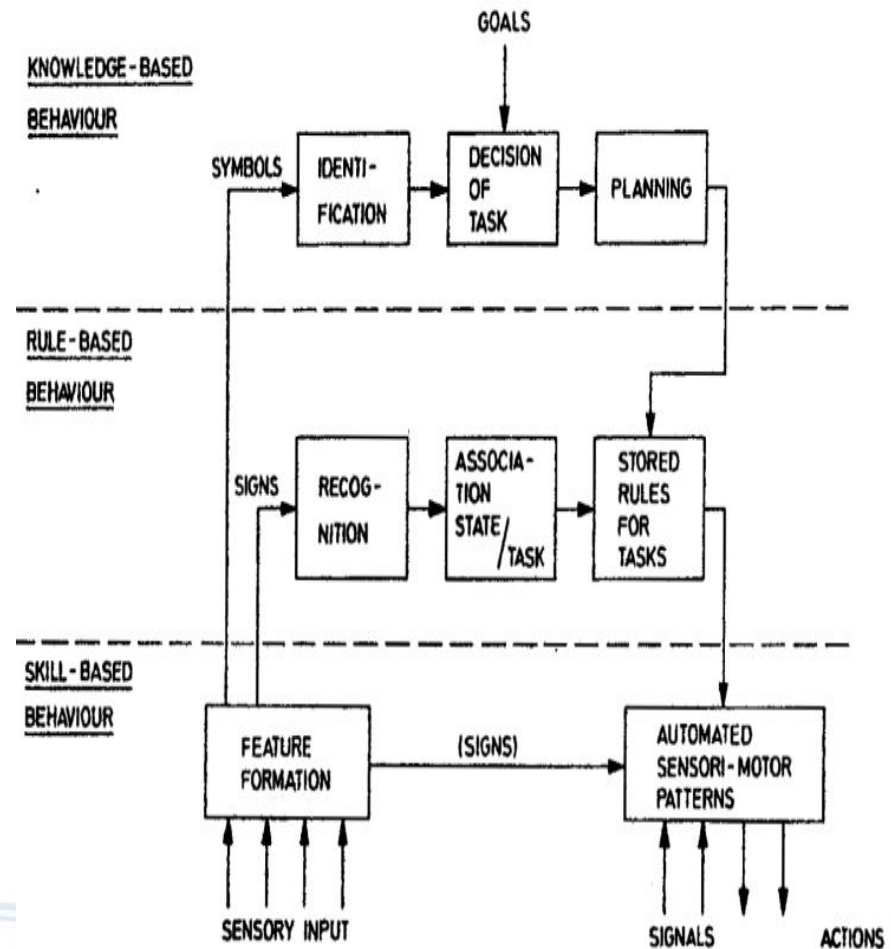
Activité de conduite

- Plusieurs types de tâches
 - Horizons temporels différents
- Niveau des tâches
 - Stratégiques :
 - gestion de l'itinéraire
 - Tactiques :
 - gestion de la situation courante
 - Opérationnelles :
 - gestion des actions de conduite

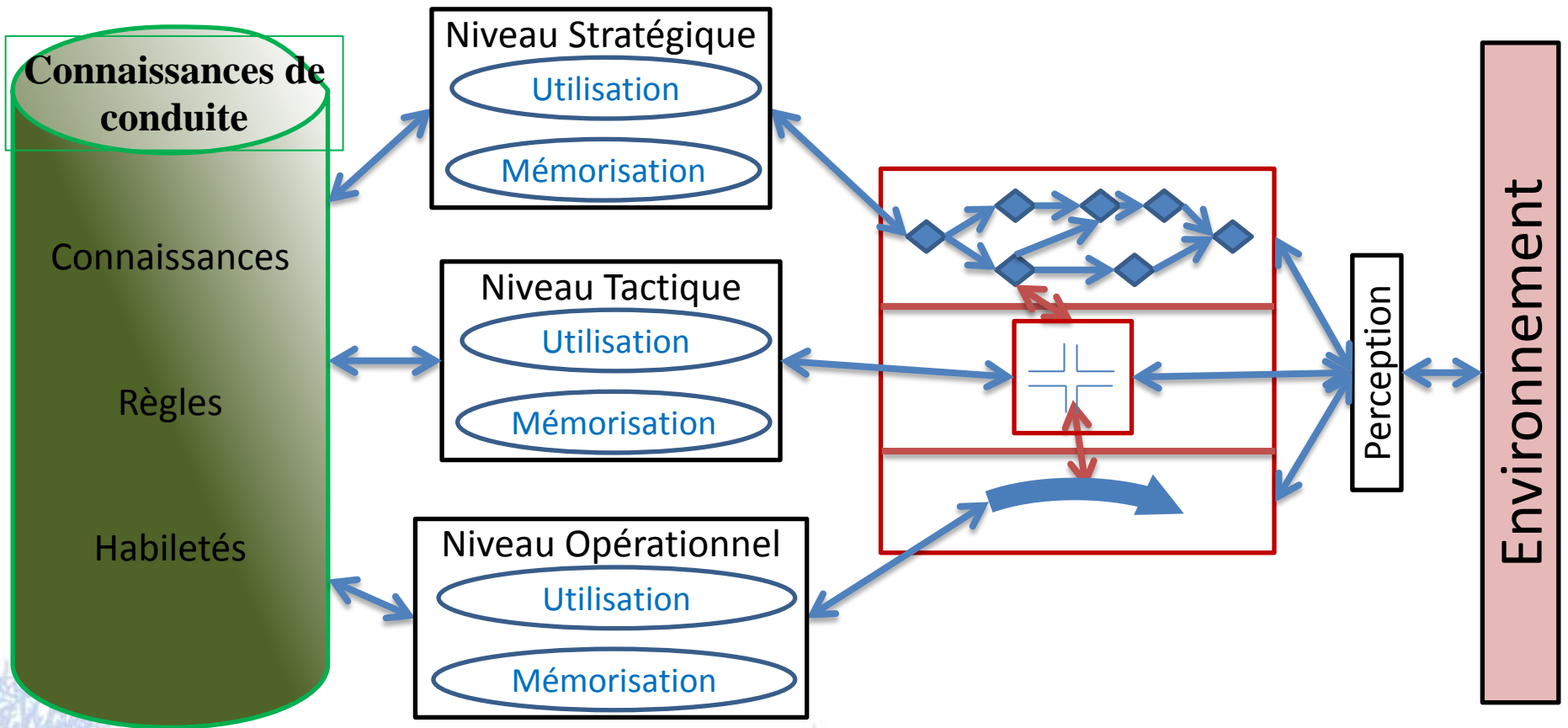


Activité de conduite

- Contraintes temporelles fortes
 - Beaucoup d'information dans la scène routière
 - Peu de temps pour prendre une décision
- Niveau de performances
 - Habilités (Skills):
 - Procédures routinières inconscientes
 - Règles (Rules):
 - Procédures routinières conscientes
 - Connaissances (Knowledge):
 - Raisonnements



Modèle simplifié de l'activité de conduite



Niveau automatisatation

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of <i>Dynamic Driving Task</i>	System Capability (<i>Driving Modes</i>)
Human driver monitors the driving environment						
0	no Automation	the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	Driver Assistance	the <i>driving mode</i> -specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	Partial Automation	the <i>driving mode</i> -specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/ deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	System	Human driver	Human driver	Some driving modes

Copyright © 2014 SAE International. The summary table may be freely copied and distributed provided SAE International and J3016 are acknowledged as the source and must be reproduced AS-IS.

www.ifsttar.fr

Niveau automatisatation

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
3	Conditional Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	Human driver	Some driving modes
4	high Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	System	Some driving modes
5	full Automation	the full-time performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	All driving modes

Copyright © 2014 SAE International. The summary table may be freely copied and distributed provided SAE International and J3016 are acknowledged as the source and must be reproduced AS-IS.

Niveau 1 : Assistance au conducteur

- Actions du système
 - Contrôle latéral (angle volant) et longitudinal (accélération, freinage) par le conducteur **ET** le système
 - Sous supervision du conducteur
 - Reprise par le conducteur sur demande du système
 - Dans des situations de conduite spécifiques
- Modifications de la tâche de conduite
 - Modification des tâches de contrôle
 - Comment mesurer les changements de compétences du conducteur ?
 - Modification des prises d'information,
 - Modification des actions de commande
 - Partage des tâches entre système et conducteur
 - Comment ne pas générer d'usages inadaptés ?
 - Distraction , doubles tâches
 - Comment s'assurer que le conducteur connaît le fonctionnement du système et l'utilise bien ?
 - Interaction homme-machine
 - Uniquement sur certaines situations
 - Comment s'assurer que le conducteur n'utilise pas ses nouveaux processus de contrôle dans d'autres conditions ?
 - Modification des habiletés

Niveau 2 : Automatisation partielle

- Actions du système
 - Contrôle latéral (angle volant) et longitudinal (accélération, freinage)
 - Sous supervision du conducteur
 - Reprise par le conducteur sur demande du système
 - Dans des situations de conduite spécifiques
- Modifications de la tâche de conduite
 - Suppression des actions de contrôle de la trajectoire
 - Comment s'assurer que le conducteur garde ses compétences ?
 - Perte des habiletés
 - Uniquement de la supervision
 - Comment s'assurer que le conducteur reste attentif ?
 - Inattention, vigilance
 - N'exécute pas d'autres tâches ?
 - Effets pervers : endormissement, distraction, double tâche
 - Reprise en main sur demande
 - Comment s'assurer que le conducteur ait une représentation de la situation à jour ?
 - Conscience de la situation adéquate
 - Comment gérer les phases de transitions entre mode manuel et automatique ?
 - Coopération homme machine
 - Comment éviter les confusions sur l'état du système ?

Niveau 3 : Automatisation conditionnelle

- Actions du système
 - Contrôle latéral (angle volant) et longitudinal (accélération, freinage)
 - **Sans supervision du conducteur**
 - Reprise par le conducteur sur demande du système
 - Dans des situations de conduite spécifiques
- Modifications de la tâche de conduite
 - Sans supervision
 - Comment s'assurer que le conducteur reste capable de reprendre les commandes ?
 - Tâche de vie à bord, Postures,
 - Reprise en main sur demande
 - Question fréquente : Combien de temps est-il nécessaire pour cette reprise ?
 - État du conducteur
 - Comment construire et transmettre une bonne représentation de la situation ?
 - Conscience de la situation à créer
 - Uniquement sur certaines situations
 - Comment gérer les phases de transitions entre mode manuel et automatique ?
 - Coopération homme machine
 - , Comment le conducteur connaît l'état du système ?
 - Meta connaissances sur le fonctionnement du système

Niveau 4 : Haute automatisation et 5 : Automatisation complète

- Actions du système
 - Contrôle latéral (angle volant) et longitudinal (accélération, freinage)
 - Sans supervision du conducteur
 - **Pas de reprise par le conducteur sur demande du système**
 - **Niveau 4 : Dans des situations de conduite spécifiques**
 - **Niveau 5 : Dans toutes les situations de conduite**
- Modifications de la tâche de conduite
 - Uniquement sur certaines situations
 - Comment gérer les phases de transition entre mode manuel et automatique ?
 - Comment s'assurer que le conducteur garde ses compétences ?
 - Dans toutes les situations de conduite
 - Taxi
 - Sans supervision, ni reprise en main
 - Comment s'assurer que le conducteur reste protégé en cas d'accident ?

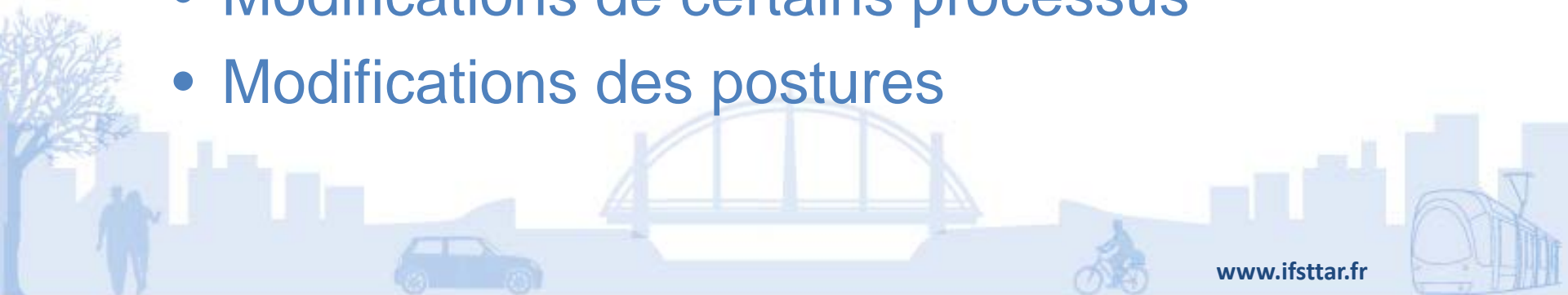
Interactions avec les autres usagers

- Cohabitation usagers de la route
 - Comment s'assurer que les autres usagers puissent anticiper le déplacement du véhicule autonome ?
 - Interaction conducteur/conducteur
 - Interaction conducteur/usagers vulnérables
 - Communication véhicule/extérieur ?
 - Mimétisme du comportement humains ?
 - Comment éviter les comportements dangereux vis-à-vis d'un véhicule autonome ?
 - Agressivité, jeux
 - Signalisation ou non ?



Enjeux liés à l'activité

- Souvent réflexion sur scénarios d'usage
 - Reprise en main, Supervision, Interaction
- Ne pas oublier d'identifier les conséquences sur les autres situations
 - Moins de pratique de certaines tâches de conduite
 - Modifications de certains processus
 - Modifications des postures



Automatisation de véhicules et situation d'urgence

Contexte et problématiques

- L'introduction massive de fonctions de sécurité active et plus largement l'automatisation offrent des opportunités en termes de sécurité.
- Un certain nombre d'**accidents** pourront être **évités**, ou à défaut, leur **gravité** pourrait être **réduite**.
- L'introduction de stratégies efficaces et automatisées dans la **phase de pré-crash** doit être envisagée avec toutes ses conséquences et dans toutes ses phases depuis le risque de perte de contrôle (qui accroîtrait le risque d'accident) **jusqu'aux conséquences du crash** s'il ne peut être évité.

Automatisation de véhicules et situation d'urgence

Effets sur les occupants

- La réduction de la vitesse de choc devrait généralement conduire à des améliorations importantes.
- Les conséquences des manœuvres d'urgence pourraient, **selon les réactions de l'occupant au risque perçu et aux accélérations subies**, conduire à une **protection dégradée** si l'occupant est hors position, et **améliorée** si le choc peut être « préparé/anticipé ».

En conséquence

- Accroissement de l'usage des dispositifs de sécurité active, que ce soit dans des conditions d'automatisation totale ou partielle
⇒ **optimisation des conditions des situations d'urgence.**
- Cependant, la capacité des occupants à se maintenir dans **une posture optimale de sécurité** et à garder la maîtrise du véhicule si besoin, doit être assurée.

Automatisation de véhicules et situation d'urgence

Éléments influençant la posture

- Survenue probable d'un événement indésirable
- Manœuvres de mitigation (freinage d'urgence/d'évitement) déclenchées automatiquement, probablement à l'insu de l'occupant.
 - ⇒ **Réaction de l'occupant** : raidissement, réflexe de protection, ...
- **Diversité des occupants** (anthropométrie, âge, capacités fonctionnelles...) doit être aussi prise en compte.

Ex: **capacités fonctionnelles** d'un occupant âgé à maintenir sa posture lors d'un freinage d'urgence, et ainsi de se trouver en situation défavorable si l'accident ne pouvait être évité.
- La sécurité des occupants du véhicule du futur passe par l'acquisition de **connaissances des phénomènes pré-crash, actifs ou passifs**.
- Et donc l'observation du comportement de sujets volontaires, en situation de crash virtuel ou de décélérations modérées.

Automatisation de véhicules et situation d'urgence

Accidents Piétons : aide au choix de stratégies de protection

- Circulation de véhicules automatisés en environnements urbains : **Quelles interactions avec les piétons et cyclistes ?**
- Dans un environnement dense, les réactions sont parfois difficiles à anticiper, et les véhicules automatisés devront agir rapidement dès la détection d'une situation accidentogène.
- Les stratégies telles que le freinage d'urgence ou l'évitement devraient prendre en compte la réaction du piéton (ou cycliste) au danger imminent, pour une meilleur efficacité.
- *Ex: Il est possible de **détecter relativement tôt la stratégie du piéton** en analysant l'évolution de la vitesse de marche.*

Automatisation de véhicules et situation d'urgence

Accidents Piétons : aide au choix de stratégies de protection

- La **détection** pourrait alors **aider à sélectionner la stratégie** répondant le mieux à la réaction la plus probable
- Ainsi, dans le futur, une approche consisterait à aider :
 - à la mise au point de stratégies de protection (ex : comment alerter le piéton pour essayer d'influer sa réaction ?),
 - à la mise au point d'algorithmes de sélection de stratégies en situation d'urgence (ex : direction d'évitement, détection des faux positifs)
 - à l'évaluation des rapports coût bénéfice (en comparaison avec des stratégies de sécurité passive).



Automatisation de véhicules et situation d'urgence

Outils pour la simulation des interactions avec les personnes depuis la détection jusqu'au crash

- Face à la complexité et la diversité des phénomènes en jeu (**depuis la réaction volontaires jusqu'à la réponse au choc**), l'utilisation d'outils de simulations décrivant toutes les phases et leur variabilité semble indispensable.
- Une approche possible consisterait à coupler différent types de modèles (biomécanique voire cognitif) permettant de :
 - décrire les réactions aux risques perçus et aux faibles phases de décélérations
 - d'appliquer la posture en fin de pré-crash à des modèles humains afin de simuler le crash et évaluer ses conséquences (lésions).
- Une **chaîne complète de simulation** pourrait être mise en œuvre pour **aider à la conception** de solutions complètes de protection et **évaluer leur performance** (en termes de bénéfices à attendre par rapport aux coûts associés).

Conclusion

- Beaucoup de questions dépendantes des niveaux d'automatisation
- Attention aux transitions
 - Cohabitation véhicules équipés et non
 - Conduite autonome / non autonome suivant les situations
 - Positions de conduite plus diverses
- Anticiper les problèmes
 - Virtual Testing



Merci de votre attention

contacts :

helene.tattegrain@ifsttar.fr

philippe.vezin@ifsttar.fr