

*Outils pour l'étude des comportements
des conducteurs, des véhicules et de
leurs sous-systèmes*

*ESPIÉ Stéphane
IFSTTAR (ex INRETS/LCPC)
TS2 / SIMU&MOTO*



IFSTTAR

Objectif général

- Répondre aux besoins sociétaux de la mobilité de demain
 - Hyper connectée
 - Électrique en majorité
 - Automatisée / Supervisée
 - Avec de nouveaux type de moyens de mobilité individuelle
... et une période transitoire ? (Trafic mixte)

- Avec un objectif de sécurité routière

- Réduction des morts et des blessés

Pour une population variée, dont vulnérable

→ besoins de fondements scientifiques, et donc d'outils et méthodes fiables pour la compréhension des usages et comportements ;
besoin de projets innovants (formation, entraînement, ré-entraînement..)



A - Identification du comportement des conducteurs pour les situations futures (équipés si système d'assistance / information), en situations réelles ou sur simulateur.

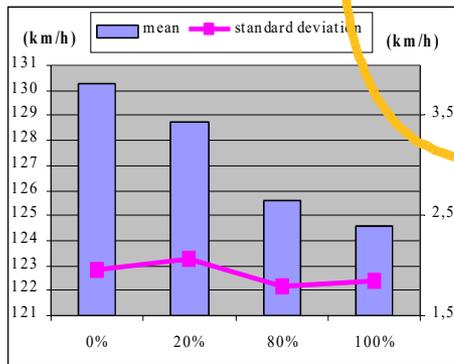


D - (étape optionnelle pour les systèmes embarqués) : Étude de la compatibilité entre conducteurs équipés / non-équipés.

APPROCHE SYSTÉMIQUE

B - Modélisation des comportements identifiés lors de l'étape A (hypothèses). Implémentation dans le modèle de trafic comportemental.

C - Simulation du trafic futur : étude d'impact capacité / sécurité (impact du taux de pénétration, analyse de sensibilité aux hypothèses...).



Recherches et applications

Modélisation et simulation de trafic

- ♦ Approche comportementale, fondé historiquement sur les travaux en psychologie de la conduite de F. Saad

- ♦ IAD (Intelligence Artificielle Distribuée), SMA (Systèmes Multi-Agents), émergence

Simulateurs de conduite (auto, piéton, 2RM, vélo) valides pour les études sur les comportements humains (+ formation et ré-entraînement), minimisant la survenue du « mal du simulateur »*

→ application pour la vigilance (collab. IRBA/APHP HD, CHU Bdx, GDR Sommeil)

→ applications pour l'étude des comportements de conduite (projets divers dont Européens)

Véhicules instrumentées (moto, vers le vélo et le piéton...) dédiées aux études sur les comportement de conduite et sur la dynamique véhicule*

- ♦ → moto : gilets « airbags », formation à la conduite, expérimentation remontée de file... mais aussi proposition nouvelles solutions d'éclairage moto
- ♦ → auto : prototype (piste) pour l'étude des situations critiques

Démarche

- Itérative : mise au point des outils pose la question de la connaissance des comportements ; connaissance des comportements pose la question des outils de mesure / extraction des connaissances
- Raisonnée : question de la validité des simulateurs et des modèles utilisés ; question des performances équivalentes réalisées avec des mécanismes sous-jacents non comparables...
- Pluri-disciplinaire : apport croisé des connaissances et savoir-faire des disciplines, notamment entre STIC et Sciences du Vivant pour la conception et la validation d'outils et méthodes permettant l'étude des comportements humains.
- Au niveau de SATIE : fédération d'un ensemble de chercheurs / enseignant-chercheurs, et au-delà d'un ensemble de chercheurs « STAPS » (FedDeV) et/ou milieu Médical pour conduire des recherches sur des questions liées à la mobilité des personnes

*Modélisation comportementale de trafic ...
... de la compréhension des comportements
de conduite à la simulation du trafic*

ARCHISIM

*ARCHI*tecture parallèle multi-acteurs pour la
*SIM*ulation du trafic

Modèles de trafic et usages

- Approche « historique » : mesures avec capteurs ; régressions ; identification de lois de trafic (poursuite) ; simulation
- Approche « IAD » : mesures et verbalisations ; extraction de règles de comportement, des motifs sous-jacents aux prises de décisions, et des éléments de contexte pris en compte → approche émergente
- Approche « IA apprentissage » : mesures avec capteurs ; régressions ; classification... reconnaissance de situations

→ Problème de l'extrapolation aux situations nouvelles... comment simuler les comportements de demain sur la base de comportements et scénarios d'hier et d'aujourd'hui ?

→ Problème de la simulation de situations réalistes (du point de vue de l'humain, donc contextuelles)... comment simuler un trafic complexe (donc interactif) , utilisable sur simulateurs de conduite ?

ARCHISIM exemple d'usage

Projet DIATS (4th EU-FP)

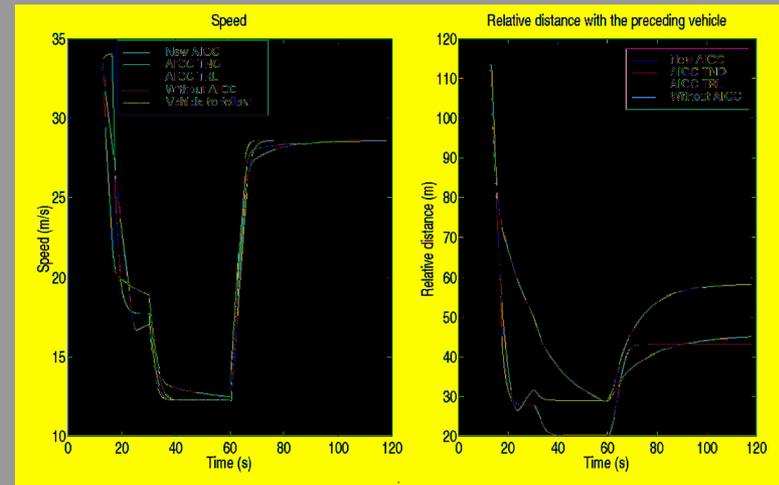
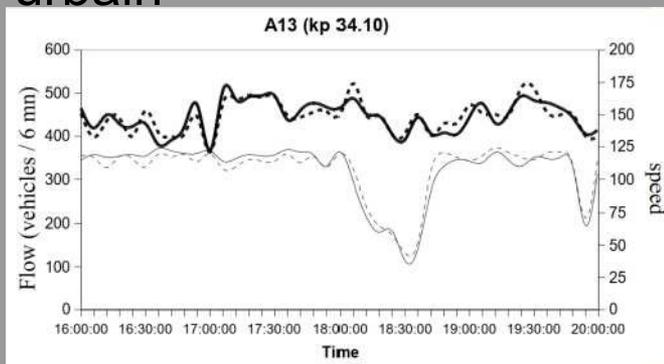
- Étude de l'impact *AID*, *RM*, *VSL*, *AICC* sur autoroute

Projets COFIROUTE/AIDA ; SAM(PREDIT)

- Étude de l'impact *V2V*, *V2I*
- Pour SAM simulation de la propagation électromagnétique (EADS)

Projet STARDUST (5th EU-FP)

- Étude de l'impact *ACC*, *S&G*, *LK* en urbain



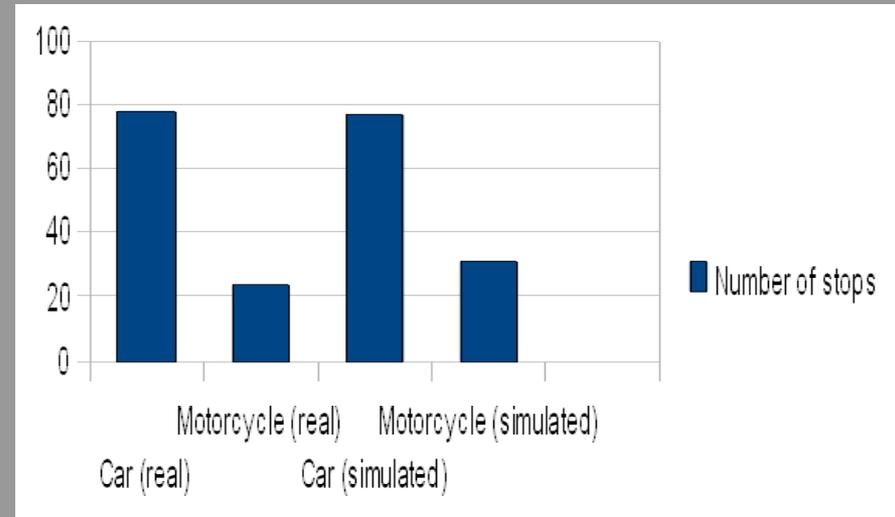
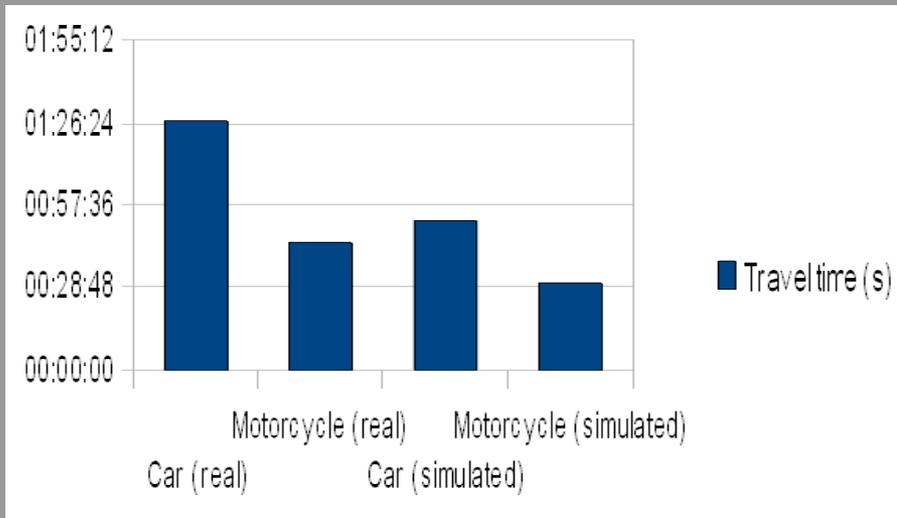
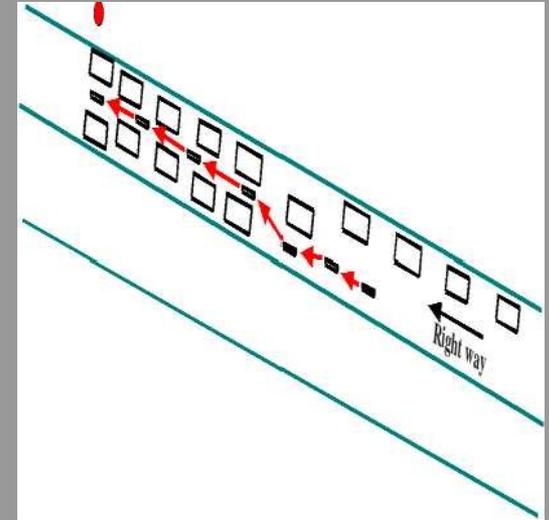
Projet SETRA/NOR

- Étude de l'impact d'un nouvel objet routier
- Projet « Flins » (SRILOG pour SAPN)
- Étude des causes d'un bouchon récurrent
- Projet « freinage d'urgence »
- Étude de l'impact de l'hétérogénéité des véhicules dans un peloton

ARCHISIM

Thèses

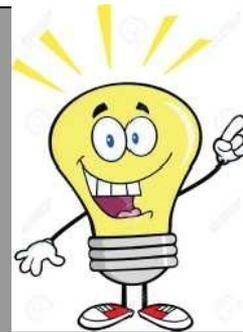
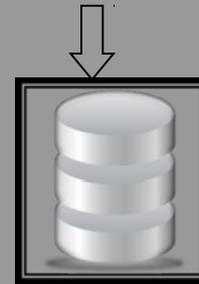
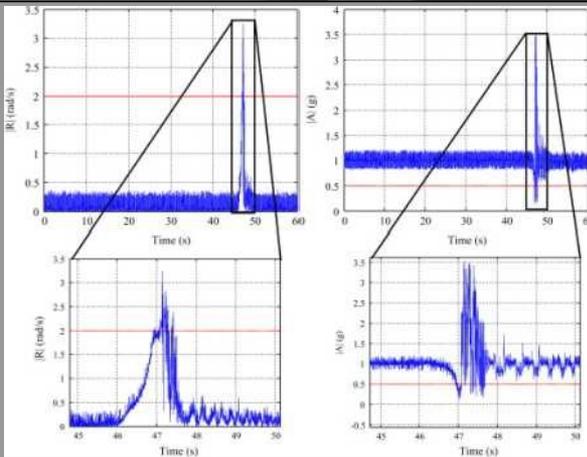
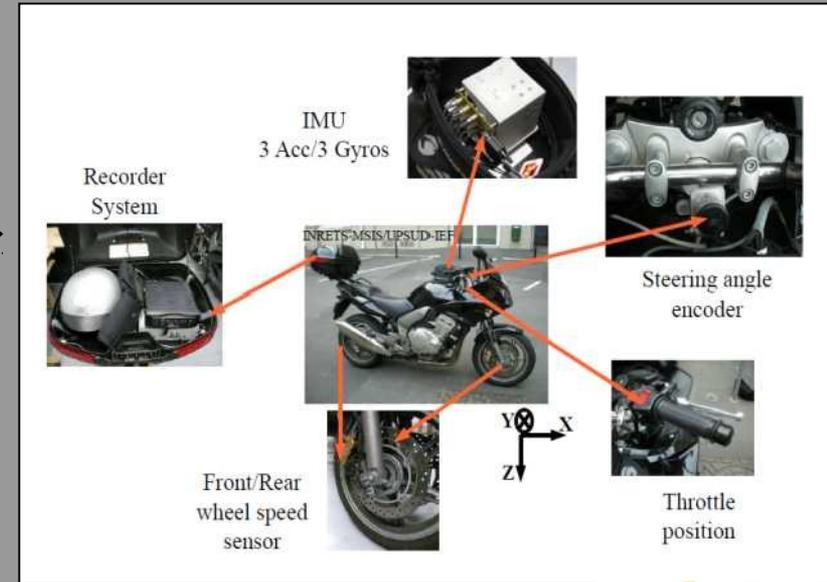
- El Hadouaj, Champion, Doniec (autoroute puis carrefour)
- L. Bonte (2RM, voies virtuelles)
- F. Ksontini (voies virtuelles, auto/moto dont véhicules d'urgences...)



*De la compréhension des comportements à la
conception de contre-mesures pour la sécurité
routière...*

Le cas des 2RM

DAMOTO apport de l'analyse de donnée dans l'étude et la compréhension des comportements des 2RMs





DAMOTO

Un gilet gonflable « sans fil », sur le marché depuis 2010

Une base de donnée de situations :

situations crashes, chutes, « aux limites » et « naturelles »

Des motos instrumentées (V2), un modèle numérique (crash),
un système de rejeu « sur table »...



*Comprendre le système de formation
initial à la conduite moto et les
difficultés des conducteurs novices...*

*...vers de nouveaux curricula de
formation (initiale et continue)*

le projet SIM2CO+

SIM2CO (2011/13) - ANR



Principal objectif : *améliorer la formation initiale*



Comment ?

- *Identifier les situations à “risque” vécues par les novices*
 - *Pas seulement accidents (ce qui est dans les bases) → iNRS*
- *Modifier la formation pour inclure les compétences manquantes*



Entretiens d'auto-confrontation

*Vidéos des épisodes
de conduite*

chercheur

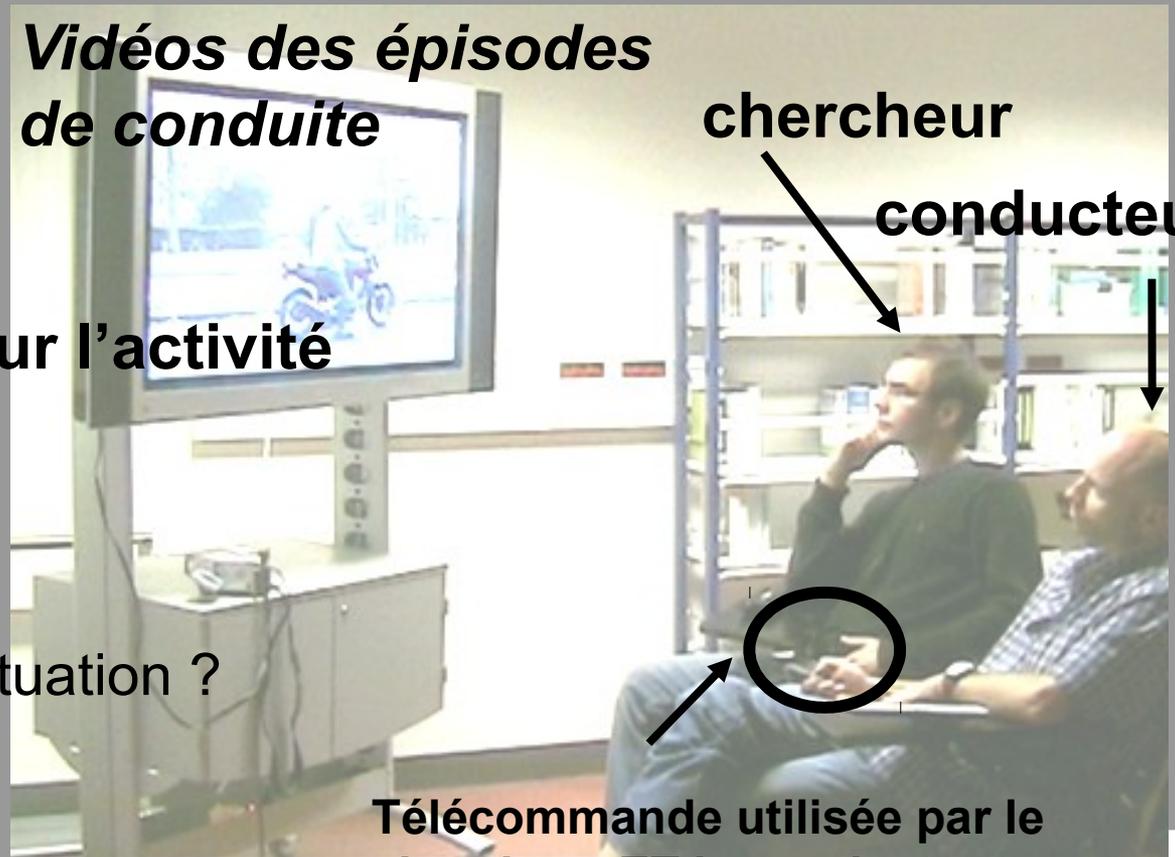
conducteur

Questions centrées sur l'activité

qu'est-ce que tu fais là ?
sur quoi tu te focalises ?
comment tu ressens la situation ?

Fig.: situation d'entretien

Télécommande utilisée par le
chercheur ET le conducteur





Situations typiques d'incidents

N° scénario	Titre du scénario	Proportion	
		Occurrences	%
1	Non-respect de la priorité de la part de l'autre usager dans une intersection	52	11
2	Perte de contrôle en courbe accentuée	49	11
3	Mauvaise anticipation de l'évolution du trafic ayant pour conséquence une réduction de la distance de sécurité	46	10
4	Non-respect de la priorité de la part du motocycliste dans une intersection	42	9
5	Problème de cohabitation avec les autres usagers dans des ronds-points et places à forte densité	39	8
6	Perte de contrôle sur chaussée glissante (défaillance dans l'évaluation de l'adhérence de la chaussée)	35	8
7	Changement de voie non signalé d'un autre usager juste devant ou au niveau du motard se trouvant dans le même sens de circulation	28	6
8	Problème de gestion/régulation des différentiels de vitesse au cours d'un dépassement occasionnant des incidents avec les véhicules dans le même sens de circulation	26	6
9	Difficulté de contrôle du véhicule et prise d'informations lors de la traversée de plusieurs voies avec forte densité	25	5
10	Difficulté de contrôle du véhicule et prise d'informations dans une voie d'insertion courte avec trafic dense	22	5
11	Difficulté à anticiper le trafic dans le sens opposé lors d'un dépassement (souvent lors d'un blocage présent sur la voie du 2RM)	21	5
12	Problème d'interactions en inter-files avec un autre usager voulant tourner à gauche	18	4
... 21			
Total		462	100%

Clustering → classes de scénarios



- **Classe 1: anticiper le comportement des autres usagers**

- Evaluer le trafic devant
- Lire les manoeuvres de changement de voie
- Anticiper les jaillissements

scénarios: 1, 3, 4, 7, 8, 11, 13, 14, 18, 19, 20

- **Classe 2: combiner contrôle du véhicule et contrôle du trafic (statique & dynamique)**

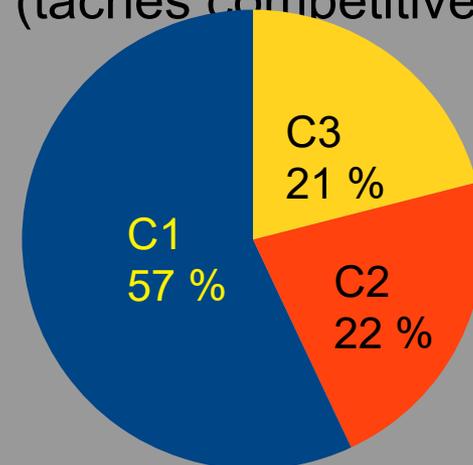
- Gestion des aspects temporels et spatiaux (tâches compétitives)

scénarios: 5, 9, 10, 15, 16

- **Classe 3: savoir lire l'infrastructure**

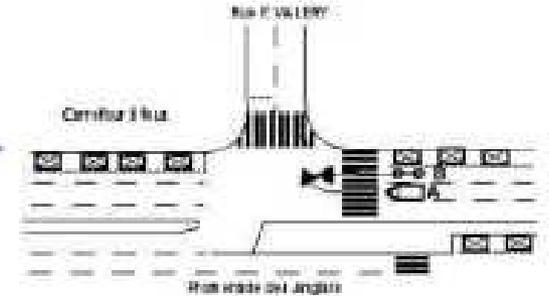
- Adhérence, trajectoires en courbe

scénarios: 2, 6, 17, 21



Les modules de formation

- **Tâche 4 : Définition du cahier des charges des scénarios à réaliser**
- **Tâche 6 : Conception des contenus éducatifs fondés sur les scénarios typiques à risque**



*Comprendre l'impact des paramètres
physiologiques sur la conduite...*

*...vers des campagnes de
sensibilisation et
des contre-mesures
de sécurité routière*

le projet VIGI2RM

VIGI2RM

fatigue et conduite moto



VIGI2RM

- Problématique

FATIGUE

Echelles visuelles analogiques

PVT

STRESS

Prélèvements salivaires

cortisol, testostérone,
alpha-amylase,
chromogranine-A, insuline.

PARAMÈTRES DE CONDUITE

Position latérale, vitesse,
respect des règles, chutes, ...

HYPOVIGILANCE

Mesures signaux électrophysiologiques

EEG/EOG/EMG/ECG

Comprendre les pratiques de prise de virage...

...vers des campagnes de sensibilisation et des contre-mesures de sécurité routière (formation)

- *le projet VIROLO++*

VIROLO++ : Étude de la prise de virage en moto : applications à la formation et aux STI (Systèmes de Transport Intelligent)



Design/tuning of "top of the range" riding simulators

Trajectories reconstruction

Modelling of the rider and rider/PTW interactions

PTW instrumentation

Design of an assessment tools, design of training modules on "low cost" simulators

Design of an ITS riding aid device for taking bends (novices and returning riders)

« bend risk function »

Partenaires : Ifsttar, UPSud, IRCCyN, UEVE, ENPC Ed., GN/CNFSR



VIROLO++



Exemple de moto instrumentée

Comprendre les pratiques en situations critiques...

...pour la prise en compte des facteurs humains dans la conception de systèmes robotisés

- *le projet INVAHSIV*

INVAHSIV



Prototype UPsud

Rejeu sur piste de situations critiques (reprise de contrôle sous contraintes temporelles)

- Mesure des interactions opérateur/passager et véhicule (autonome)

Simulation de conduite... quelques questionnements pour l'étude des comportements humains ou pour la formation (1/2)

La question que l'on doit se poser concerne la « transférabilité » des résultats acquis sur simulateur vers les situations réelles !

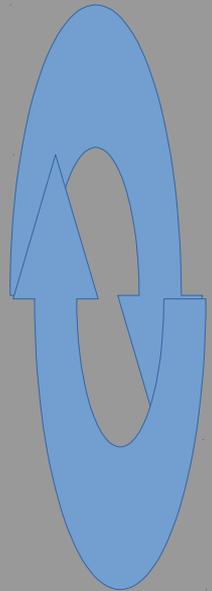
AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none">• Absence de risques• Reproductibilité des situations (si elles sont simples)• Capacité à étudier des situations non existantes (par ex. des infrastructures, des interfaces homme-machine, des “machines” qui n’existent pas encore mais peuvent être modélisées et simulées)• Coût (en exploitation)• Temps à publication réduit	<ul style="list-style-type: none">• Absence de risques (en effet, pas de risque objectif... mais cela permet il d’observer des situations « à risque » ?)• Les situations sont reproductibles si elles sont simples (simplistes ?), dans ce cas sont elles “réalistes” ? Jusqu’à quelle point sont elles transposables dans la réalité ?• Quid de l’immersion, le simulateur est il considéré comme un jeu ?• Mal du simulateur... biais dans la population pouvant être testée ; pb critique pour simulateurs vh « autonomes »• Temps à publication... mais... quid de la validité ?

Simulation de conduite... quelques questionnements pour l'étude des comportements humains ou pour la formation (2/2)

- Un simulateur de conduite est un outil pour étudier les comportements... encore faut il qu'il ne les modifie pas !
- Un simulateur de conduite permet d'obtenir des données... la question est de savoir si ces dernières sont consistantes, et donc jusqu'à quel point on peut se fier au résultats obtenus sur simulateur
 - analogie avec un oscilloscope... si la sonde est mal calibrée on mesure toujours quelque chose... et on obtient des données...
 - nécessité de vérifier si les processus et les règles de décisions sont
 - “identiques” en virtuel et en réel (questionnement par un psychologue par exemple)
 - vérifier, par exemple grâce à des techniques de double tâches (psychologie), si le niveau de charge mentale est équivalente
 - ...

Outils pour l'étude des comportements... de l'Homme au système... du système à l'Homme

- Des outils pour la recherche... eux même objets de recherche
- _x0001_ la mise au point d'outils de mesure permet d'observer (et comprendre ?) des phénomènes puis de les modéliser et les simuler...
- _x0001_ la modélisation puis la simulation permettent (parfois...) de reproduire les phénomènes observés
- l'étude des inconsistances entre résultats (simulés vs phénomènes réels) met en évidence des manques de connaissances sur les pratiques (hors erreur de codage...) qui doivent être creusées... et posent (parfois) la question de leur mesure...





Merci pour votre attention
stephane.espie@ifsttar.fr