

# Prise en compte du Facteur Humain

Bruno Monsuez & Adriana Tapus

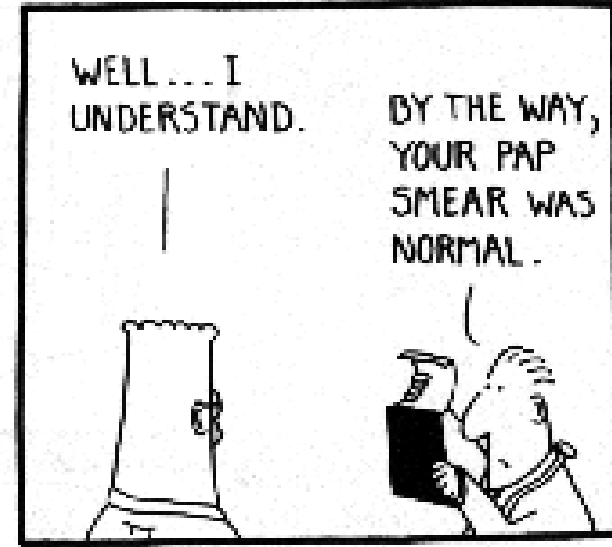
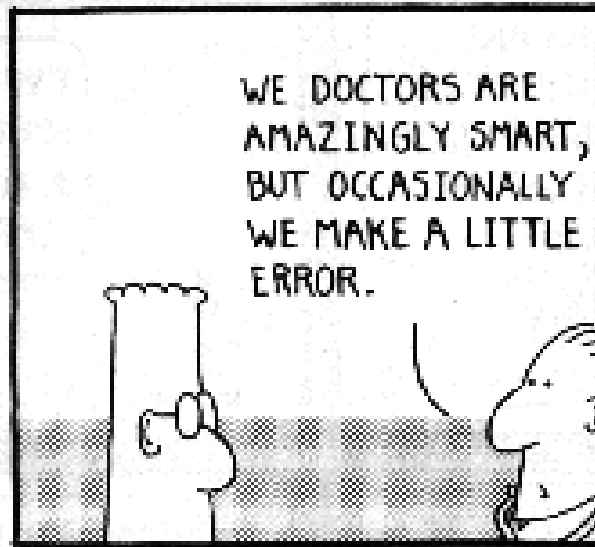
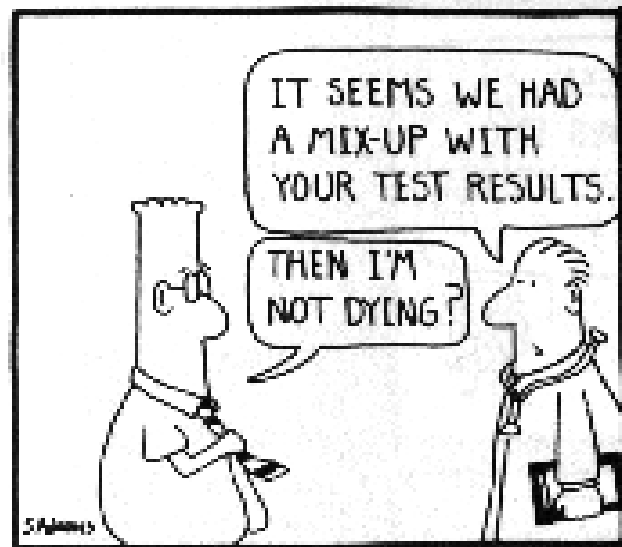
ENSTA Paris

MS IRVEA

# Contenu

1. Problématique et Définitions
2. Modèles pour Quantifier l'Erreur Humaine
3. Modèles Généraux pour Modéliser l'Humain dans la Conduite
4. « Human centered design processes » pour des systèmes interactifs
5. Des Modèles Cognitifs aux Modèles Computationnels
6. Exemples
7. Défis des Integrated Vehicle-Based Safety Systems (IVBSS)
8. Conclusions

# Problématiques & Définitions



# C'est quoi le facteur humain?

- Le facteur humain est une discipline qui porte sur la **compréhension d'interactions entre l'humain et les autres éléments d'un système**, et il se focalise sur différentes théories, principes, données et méthodologies pour optimiser la performance du système.
- Le facteur humain est aussi un corps de connaissances issues de différentes sciences humaines et techniques qui permettent l'adéquation entre l'homme et sa tâche.
- La fiabilité humaine est l'aptitude d'une entité (individu ou équipe) à effectuer ses tâches de façon sûre, dans les délais et les exigences attendus.

# Pourquoi avons-nous besoin de la prise en charge du facteur humain?

## Sécurité :

- S'il y a 50 ans et avant les accidents étaient produits à cause de la défaillance des systèmes aujourd'hui ils sont produits principalement à cause des erreurs humaines
- Est-ce que cela veut dire que les humains sont devenus plus insouciants, distraits, inattentifs et téméraires?
- Pas vraiment, mais cela reflète le fait que les systèmes sont devenus à la fois plus complexes et plus fiables au cours des trois dernières décennies.

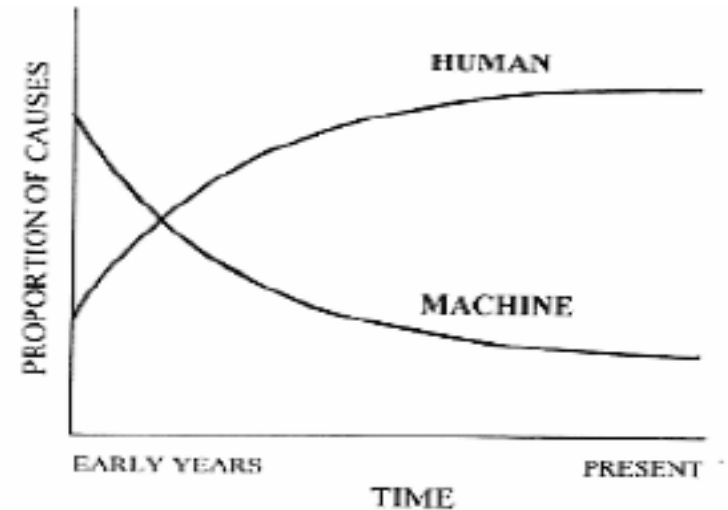
## Performance:

Confort

Automatisation

Ergonomie

Complexité

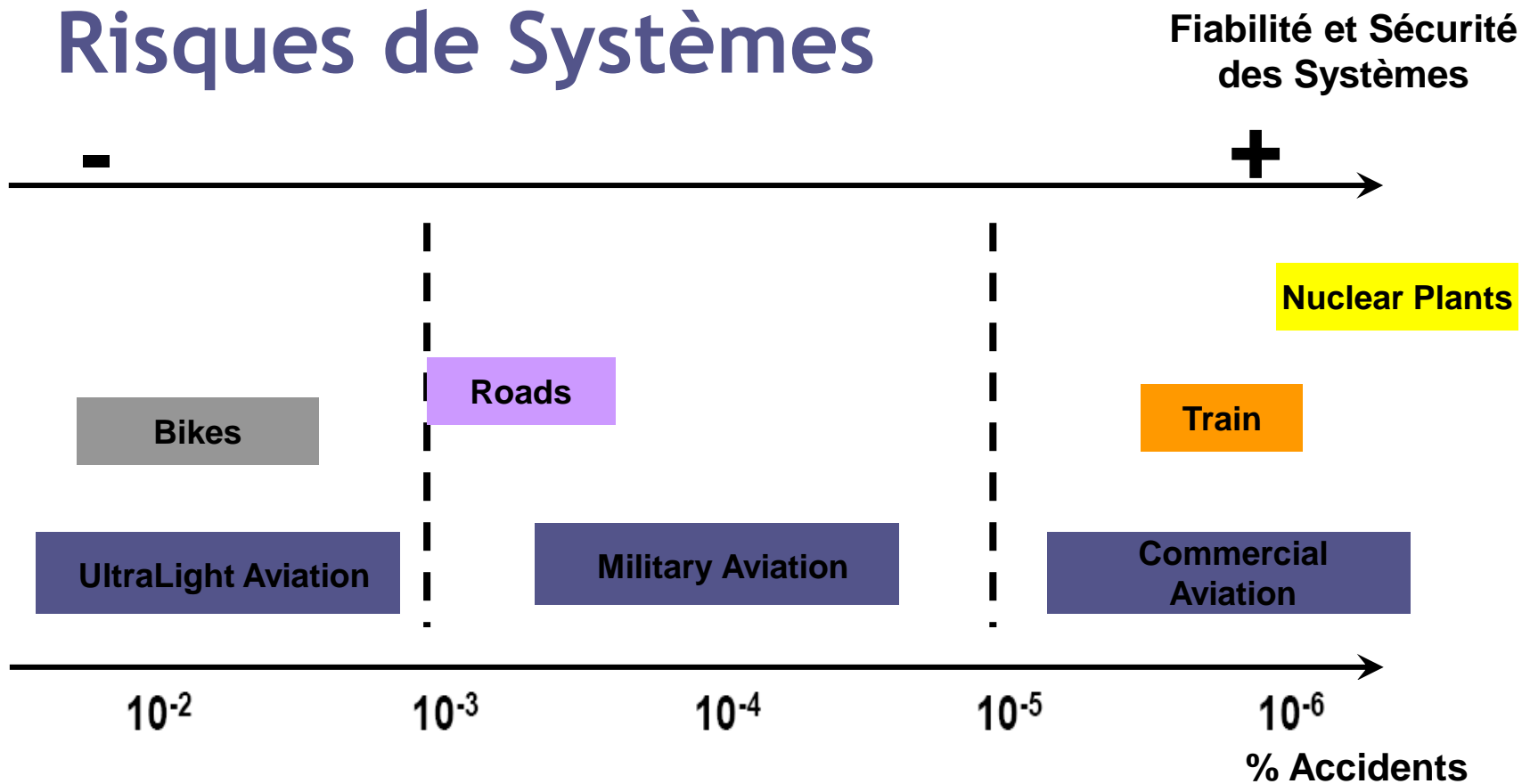


# Quelle stratégie pour la sécurité, aujourd'hui ?

**L'amélioration de la sécurité repose, depuis 50 ans, dans tous les domaines industriels (aviation, nucléaire, chimie, ferroviaire ...)**  
**sur :**

- Anticipation de toutes les situations de travail
  - Spécification dans le détail de tous les “bons” comportements
  - Sélection des “bons” profils (par ex., la personnalité)
  - Apprentissage aux opérateurs à appliquer les procédures
  - Sanctionne des déviants, récompense des obéissants
  - Automatisation de tout ce qui peut l'être
- 
- **Ça a fait ses preuves mais ...**

# Risques de Systèmes



- ❖ *Les erreurs ne sont pas qu'une question de négligence : tous les humains sont faillibles*
- ❖ *Le lien entre l'erreur individuelle et l'accident est plus intuitif que factuel*
- ❖ *La sécurité ne peut pas être réduite aux seuls règlements et procédures*

# Des erreurs individuelles aux conséquences pour la sécurité

- Aucune défaillance de la performance (accident, défaut, retard, etc.) ne peut s'expliquer par la seule présence de l'opérateur, le système entier est en cause !
- L'erreur humaine n'est pas une explication à un accident
- Les vraies questions sont:
  - Pourquoi y a-t-il eu erreur?
  - S'agit-il d'une erreur de conception ou de l'opérateur?
  - Pourquoi l'opérateur n'a-t-il pas pu anticiper les conséquences de ses choix sur l'évolution du système?
  - Quels sont les éléments du contexte qui ont favorisé la production de l'erreur?
  - etc.



Les erreurs individuelles n'ont pas de conséquences 'per se'

Les conséquences résultent de la vulnérabilité du système



# Pourquoi faire appel aux Facteurs Humains ?

Les règlements et les procédures de sécurité ... .. **ne peuvent pas anticiper toutes les situations (*incomplétude*)**

- ... **ne peuvent décrire tous les détails des actions (*granulométrie*)**
- ... **sont trop souvent incompatibles avec les objectifs opérationnels (*cohérence*)**

**→ En fait les règles ne sont qu'un élément cadrant le travail.**

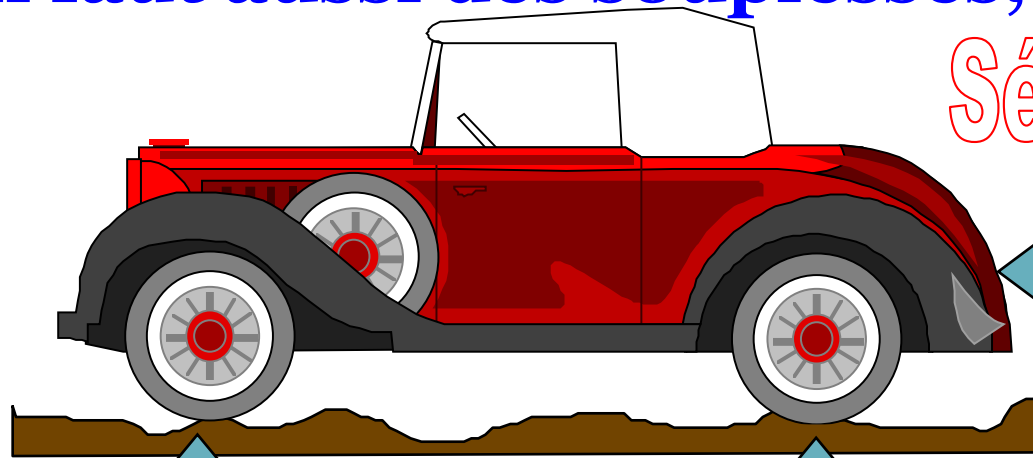
**Dans le travail, la priorité n'est pas l'élimination des écarts ... mais *l'atteinte de l'objectif* dans des conditions acceptables par l'institution et l'individu ou le collectif.**

**Donc : *régulation par les acteurs.***

# Conclusion : il faut des règles et des marges

**Il faut des règles, pas question de le nier**

**Il faut aussi des souplesses, des marges !**



Sécurité normative

**Un châssis rigide**  
compréhensible par les acteurs

**Liaisons flexibles** encadrées

**Sécurité pro-active**

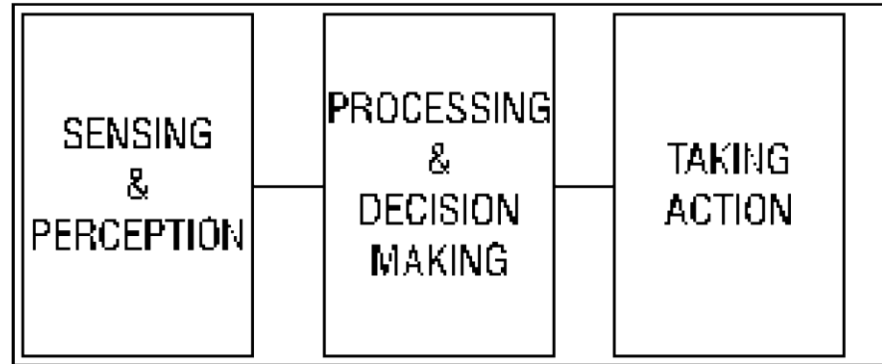
Exemple de la  
conduite d'un vélo

# Facteurs humains : Récapitulation

- Les facteurs humains sont l'ensemble des éléments :
  - *relatifs aux hommes*
  - *ainsi qu'aux interactions qu'ils ont entre eux*
  - *et avec les systèmes auxquels ils sont intégrés.*
- L'intervention humaine ne peut s'envisager que dans le contexte de la **situation examinée**. Elle ne peut se résumer à la seule application de règles, l'homme n'est pas une machine ni un robot.
- Il faut donc tenir compte de tout ce qui caractérise cette situation aussi bien en **ce qui concerne l'individu ou les individus** (fatigue, préparation, habitude du travail, calme ou inquiétude, ...) que **le travail à faire, les règles correspondantes, l'heure, la place dans le temps de travail, le temps qu'il fait ...**, situation normale, dégradée, transitoire ...

# Modèles pour Quantifier l'Erreur Humaine

# Modèle Général pour la Performance Humaine

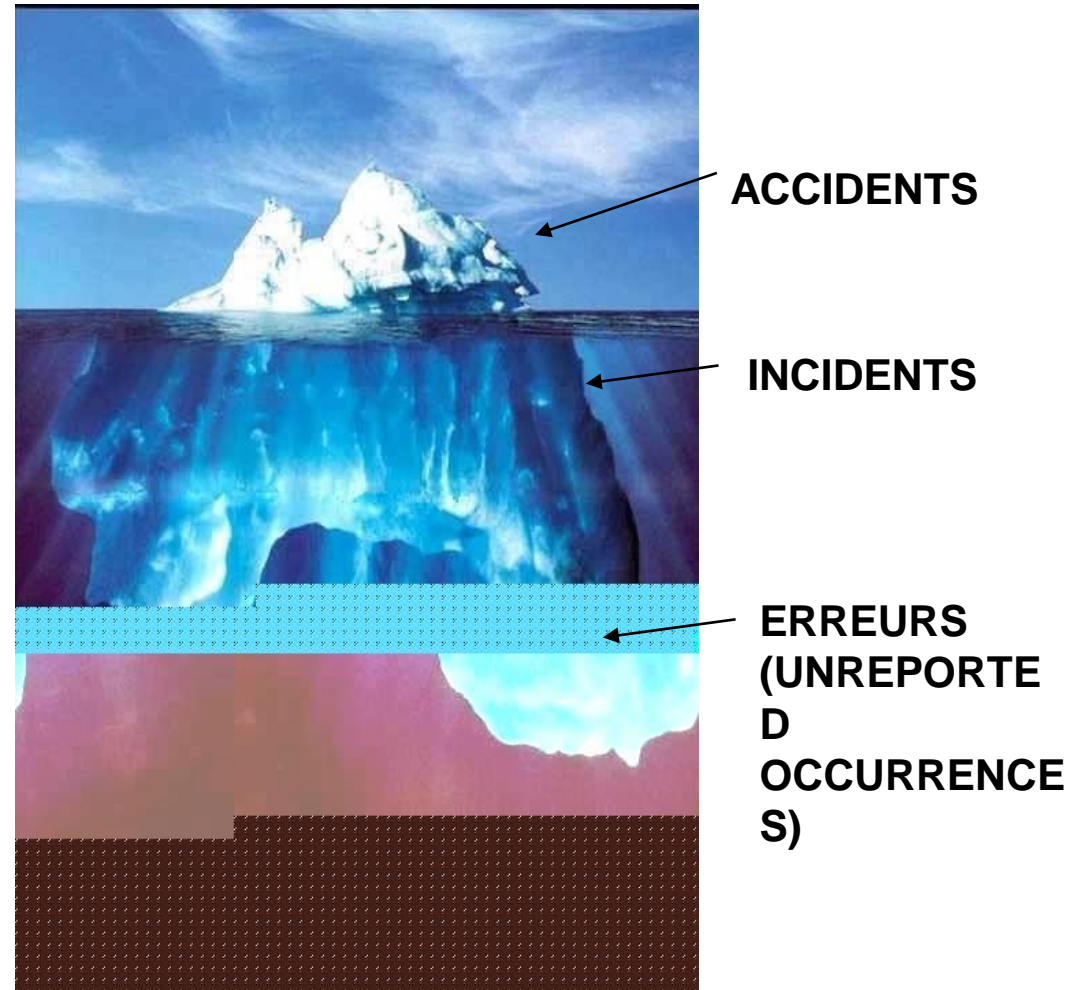


## Perception – Décision – Action

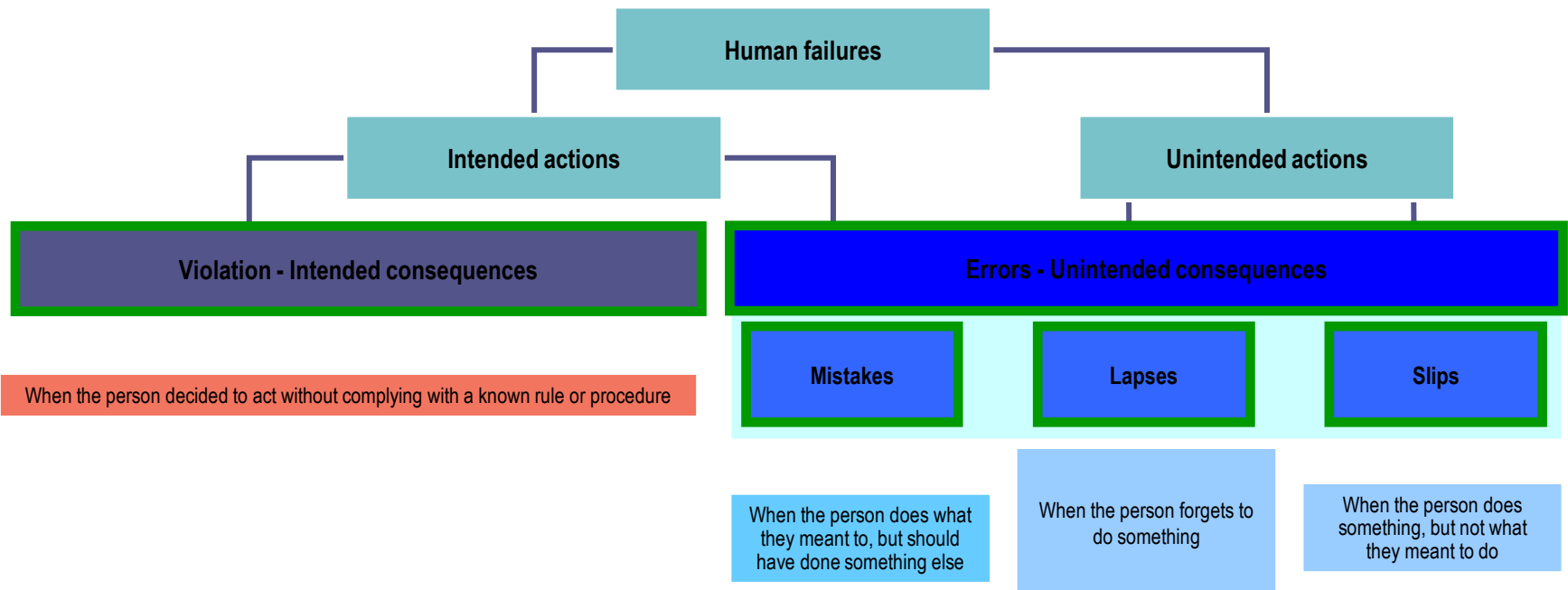
- Les causes des erreurs et les méthodes utilisées pour réduire les erreurs de manière efficace varient
  1. Par exemple, les erreurs de perception peuvent être causées par une mauvaise conception de l'espace de travail, trop de bruit, mauvaise qualité des documents imprimés, etc.
  2. Des erreurs dans la prise de décision pourraient être dues à des facteurs tels que la fatigue, le manque de formation et le stress du temps.
  3. Des erreurs dans la réalisation d'une action pourraient être causées par l'absence de procédures adéquates, des distractions et les lieux de travail (température  $\uparrow\downarrow$ )

# Modèle de l'Iceberg pour la Modélisation des Accidents et Erreurs

- Au-dessus de l'eau = les erreurs qui causent des dommages importants
- Au-dessous de l'eau = les événements qui ne causent pas de mal ou des événements qui causent des dommages mineurs
- Parfois, la seule chose qui sépare une erreur qui ne provoque pas de dommages et une erreur qui cause un préjudice majeur est la pure chance ou la nature robuste de la physiologie humaine.



# Taxonomie de la Défaillance Humaine



# Erreur: Définition

- Une défaillance/erreur peut arriver
  - A partir d'une action non souhaitée
  - A partir d'un plan d'action qui n'est pas adéquat
- Slips & Lapses (compétences)
  - Peuvent apparaître dans les phases de Perception ou d'Action (erreurs de mémoire ou d'attention)
- Mistakes (connaissance)
  - Peut apparaître au niveau de la Décision (les erreurs de planification)

*(Reason, 1990)*



# Les erreurs humaines

- **Slip**
  - **Quand un individu effectue une action, mais le résultat n'est pas celui planifié**
- **Lapse**
  - **Quand un individu oublie d'effectuer une action**

Les deux sont des actions non intentionnées avec des conséquences non planifiées

# Exemple de slip - Emirates EK407

- Emirates Flight EK407 – vol de Melbourne à Dubai
- Les calculs pour le décollage effectués avant le vol ont été basés sur une mauvaise masse de l'appareil pour le décollage (262 tonnes au lieu de 362 tonnes)
- Cette différence de 100 tonnes était l'équivalent d'un autre appareil ayant un supplément de 20 éléphants d'Afrique à bord, ou une baleine bleue adulte.
- Cela signifiait que la vitesse de décollage (recalculée) n'aurait jamais levé l'appareil du sol si le capitaine n'était pas intervenu à la dernière seconde pour commander la puissance maximale.

# Exemple de slip - Emirates EK407

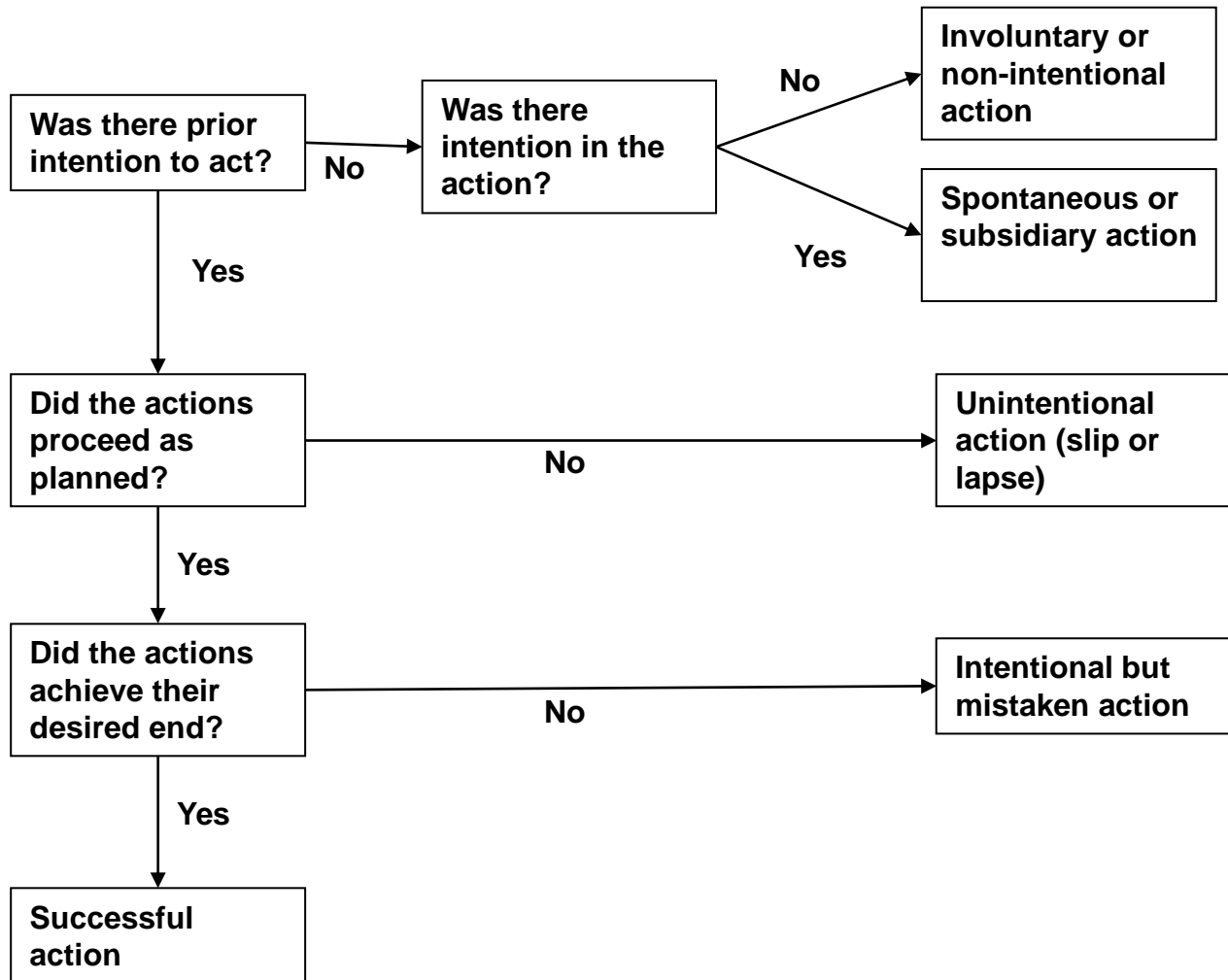


- En raison de cette erreur, il a fallu près de 300 mètres après la fin de la piste avant que l'appareil se lève du sol.
- L'appareil est monté à 7000 pieds et a vidé du carburant sur Port Phillip Bay pour réduire son poids à un niveau plus sûr pour l'atterrissage.

# Exemple de slip - Emirates EK407

- L'investigation ATSB a révélé:
  - Le pilote avait effectué 99 heures de vol dans le mois (1 heure sous le maximum autorisé)
  - Il n'avait dormi que 3,5 heures dans les 24 heures avant le vol
  - Un système complexe pour le calcul de la vitesse de décollage
  - Pas de système automatique de vérification

# How to identify un Slip, Lapse ou a Mistake



# Que faire ?

- Identifier les comportements significatifs
- Analyser les comportements
- Comprendre les erreurs
- Identifier des mesures efficaces pour prévenir leur réapparition

# Costa Concordia Boat - Italian Mediterranean Coast 2012



# Costa Concordia Boat - Italian Mediterranean Coast 2012





# Pourquoi les humains font des choses dangereuses/inappropriées?

- Charge de travail excessive
- L'effort physique et cognitif impliqué dans l'exécution des tâches.
- Le manque de connaissance de la situation (« situation awareness »)
- Que se passe-t-il?
- Qu'est-ce qui est susceptible de se passer ensuite?
- Comment l'état du système changera après une action particulière?
- Stress excessif, fatigue, incertitude, etc.
- Impacts sur la performance sensori-motrice, la prise de décision, etc.
- Diminution de l'attention
- Trop de tâches à exécuter à la fois (surcharge)
- Trop peu de tâches à exécuter sur de longues périodes de temps (sous charge)
- Mauvais travail d'équipe et de la communication

# Modèles Généraux pour la Modélisation de l'Humain dans la Conduite

# L'adaptation du comportement humain

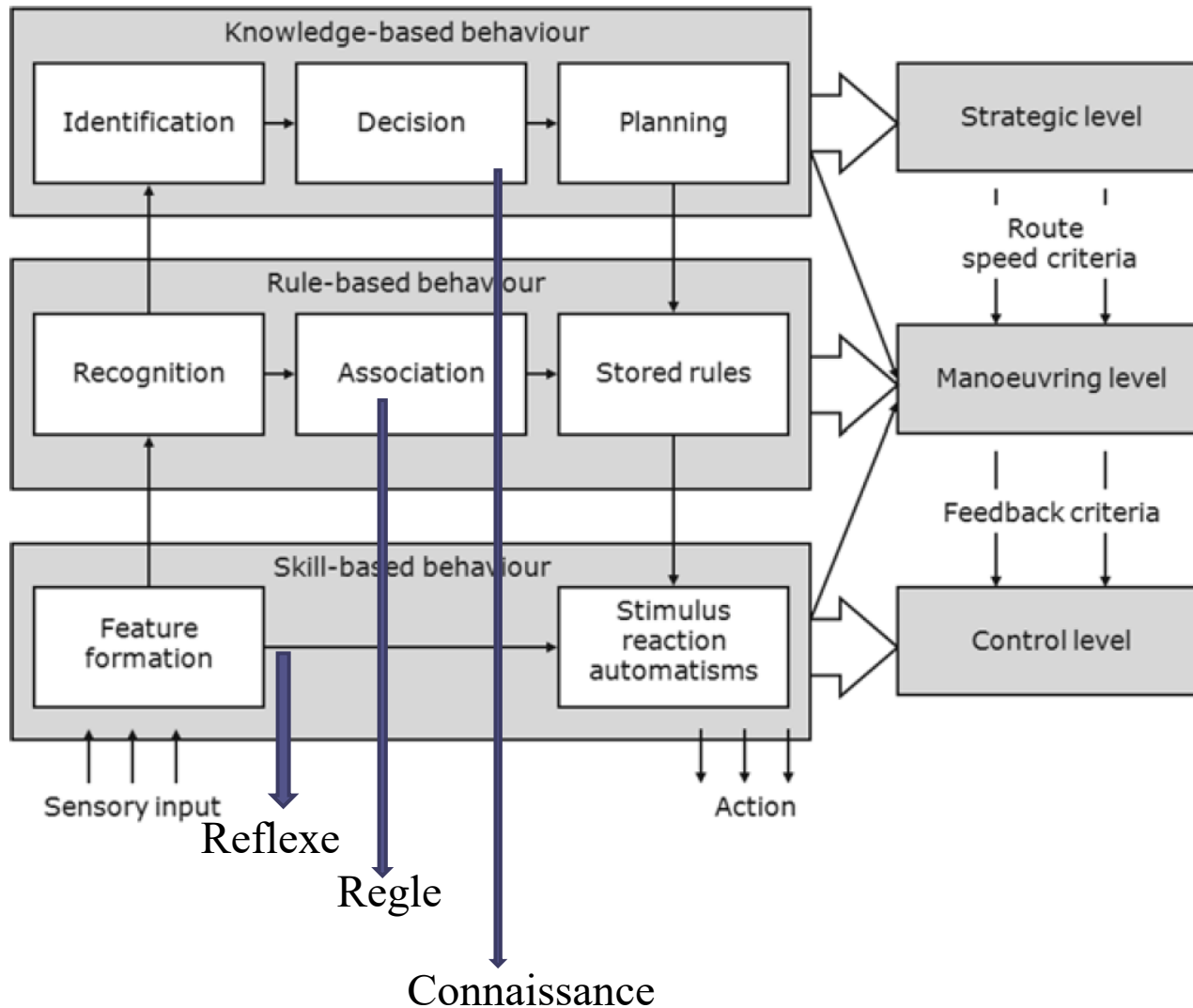
**L'adaptation du comportement** décrit le phénomène dans lequel les humains adaptent leur comportement à des situations changeantes ou qui évoluent dans le temps.

L'OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (1990) définit l'adaptation comme:

“ (...) those behaviours which may occur following the introduction of changes to the road vehicle-user system and which were not intended by the initiators of the change; behavioural adaptations occur as road users respond to changes in the road transport system, such that their personal needs are achieved as a result; they create a continuum of effects ranging from a positive increase in safety to a decrease in safety. (p. 23)

“

# La conduite comme un problème hiérarchique (Rasmussen + Michon)



Les décisions sur le voyage comme ou aller, quand aller, quels chemins à prendre. Les décisions sont assez rares et prennent longtemps.

Les manœuvres typiques sont le dépassement, ou l'écart. Le comportement au niveau de la manœuvre est influencé par deux facteurs de motivation et de la situation.

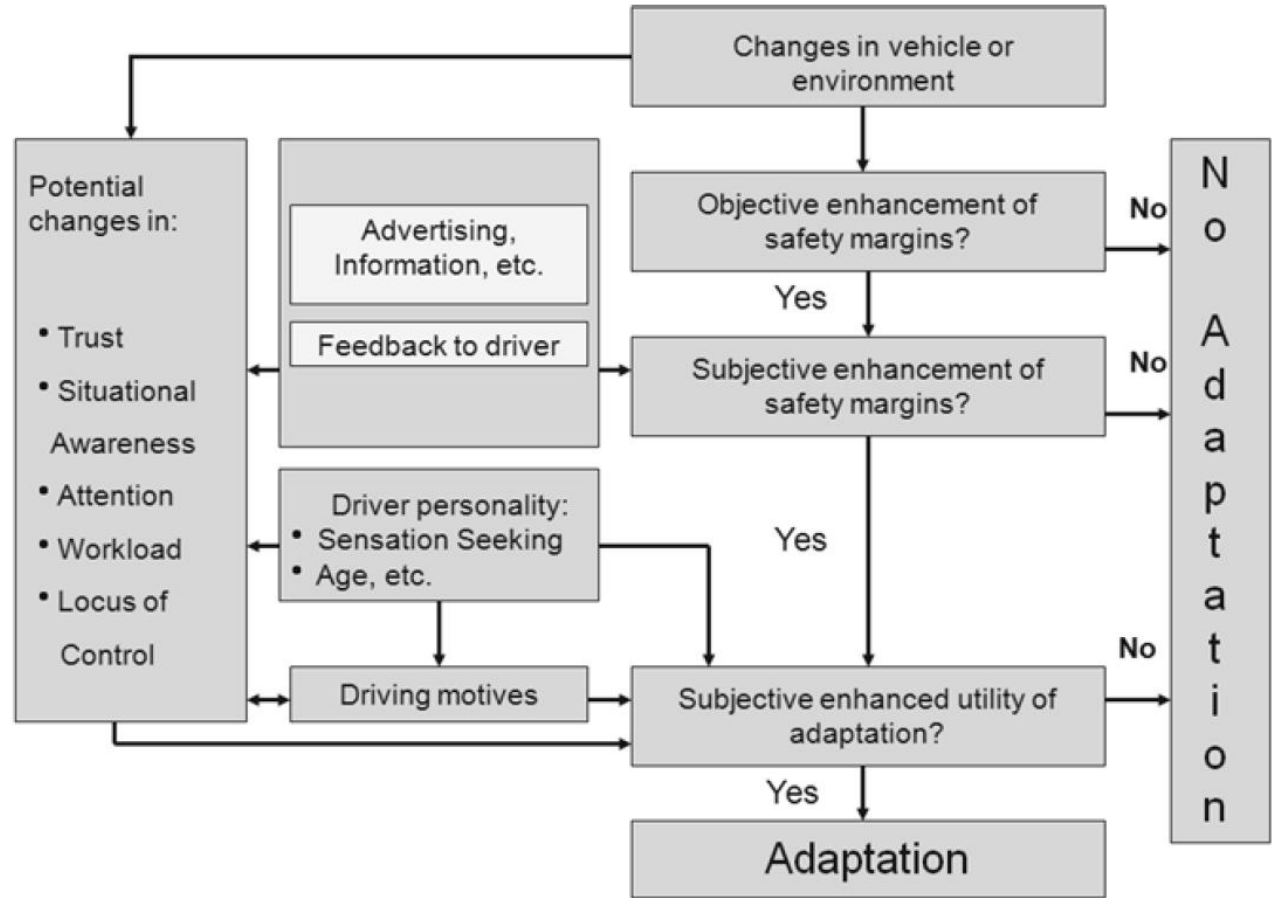
Les décisions au niveau de la commande sont effectuées dans un délai très court. Des tâches typiques sont : le changement de vitesse et suivi de la voie.

# L'impact de la temporalité

Table 8.2: Temporal Characteristics of Different Domains

Process type/domain	Number of process variables	Frequency of operator actions	Time allowed for operator actions
Cycling	2 (speed, direction)	1/second (manoeuvring) 1/minute (coasting)	Direct
Car driving	< 10	1/second (heavy traffic) 1/minute (light traffic)	Direct
Steel rolling mills	< 100	1/second	Direct
Aviation	100 - 300	1/minute (landing) 2-3/hour (cruising) 1/second (manual flight)	Direct
Electronic trading	~500 – 5,000	1-4/minute	<< 1 minute
Process industries	2,000 – 10,000	5-6/hour (sometimes clustered)	< 1 minute
Nuclear power generating stations	10,000 – 20,000	1/hour (usually clustered)	1-30 minutes

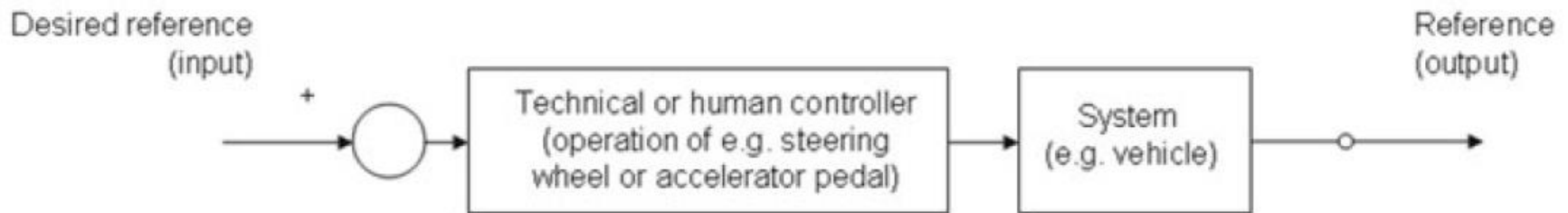
# Process model of behavioural adaptation (Weller & Schlag, 2004)



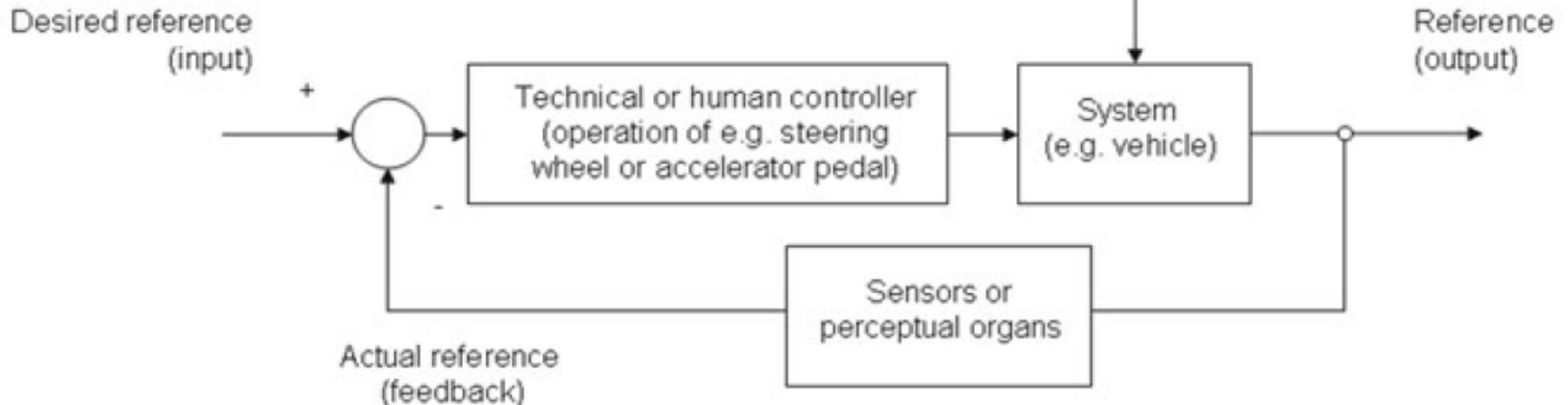
Weller, G., & Schlag, B (2004). Behavioural adaptation following the introduction of driver assistance systems, In B. Schlag (Ed.), Traffic psychology. Mobility safety driving assistance, (pp.351–370). Lengerich: Pabst Science Publ.

# Théorie de la commande pour l'adaptation du comportement

## Système en Commande en Boucle Ouverte



## Système en Commande en Boucle Fermée



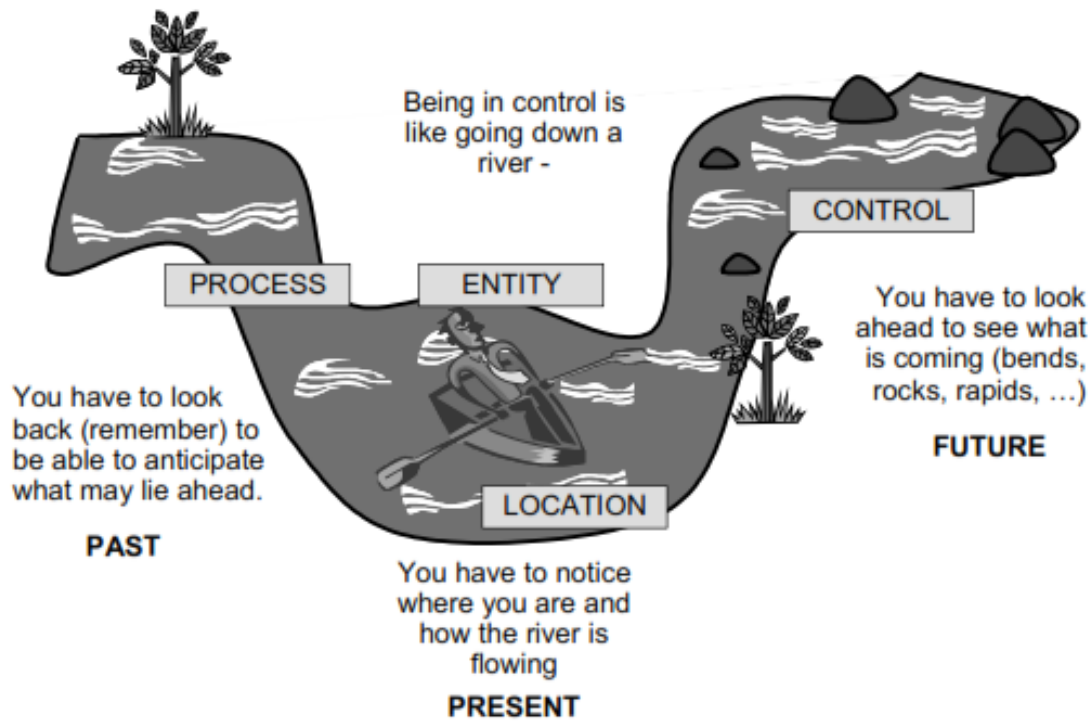
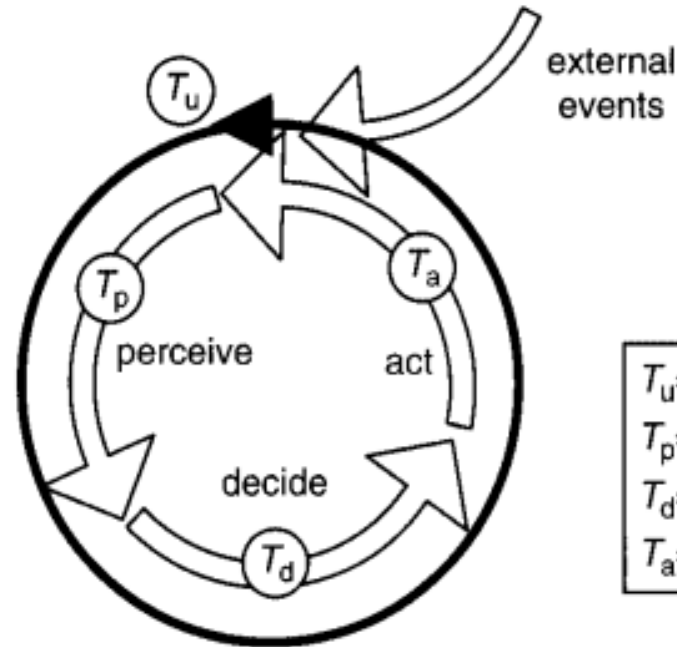
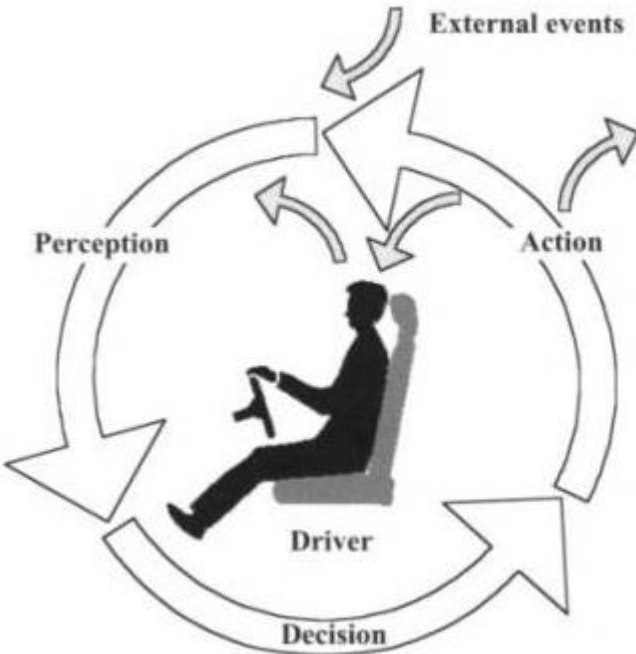


Table 9.1: The Three Views for Different Processes

	View of the past	View of the present	View of the future
Cycling	Individual human memory	Unaided vision & hearing	Unaided vision, traffic signs and signals
Car driving	Human memory (individual, shared)	Aided vision, windscreen, instrumentation	Vision, traffic signs, communication, instrumentation
Aviation	Logs, memory (individual, shared)	Instrumentation, communication	ATC, FMS, instrumentation
Power generating stations	Charts, logs, trend diagrams, shift hand-over	Control room instrumentation	Computerised support, procedures



# La notion de temps

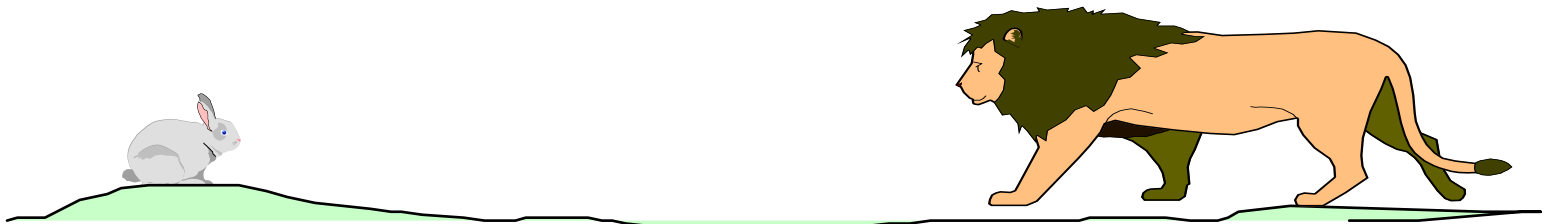


$T_u$  = total usable time  
 $T_p$  = time needed to perceive  
 $T_d$  = time needed to decide  
 $T_a$  = time needed to act

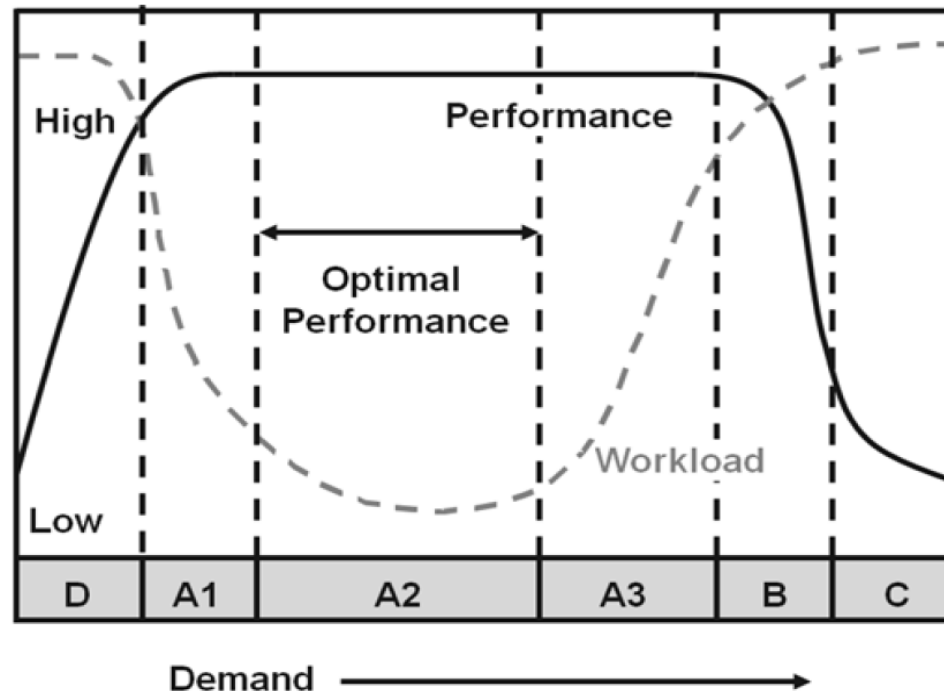
- Conduite normale  $\rightarrow T_p + T_d + T_a < T_u$
- Conduite compensatoire et d'anticipation
- Si  $T_p + T_d + T_a > T_u$  la performance décroît (la détérioration de la performance est due soit d'une perception prolongée, soit d'une décision prolongée, soit d'une action prolongée, soit d'une combinaison de trois)

# Modèles de Charge de Travail

- La multitude de différentes caractéristiques de la route, les différentes caractéristiques du paysage à travers lequel les routes passent, la diversité et le nombre d'utilisateurs de la route et les conditions environnementales signifient que **les caractéristiques de la tâche de conduite changent constamment**.
- Ces caractéristiques entraînent un certain niveau de charge physique et cognitive (ou de stress) qui influent le conducteur lors des décisions à prendre sur la route.
- **Le stress mental** est défini comme «la somme de tous les facteurs externes évaluables influençant l'humain et son état émotionnel» (ISO100751, 1991, p.1)
- Agissant dans un environnement stressant ou l'exécution d'une tâche exigeante a un effet sur la personne qui exécute cette tâche.

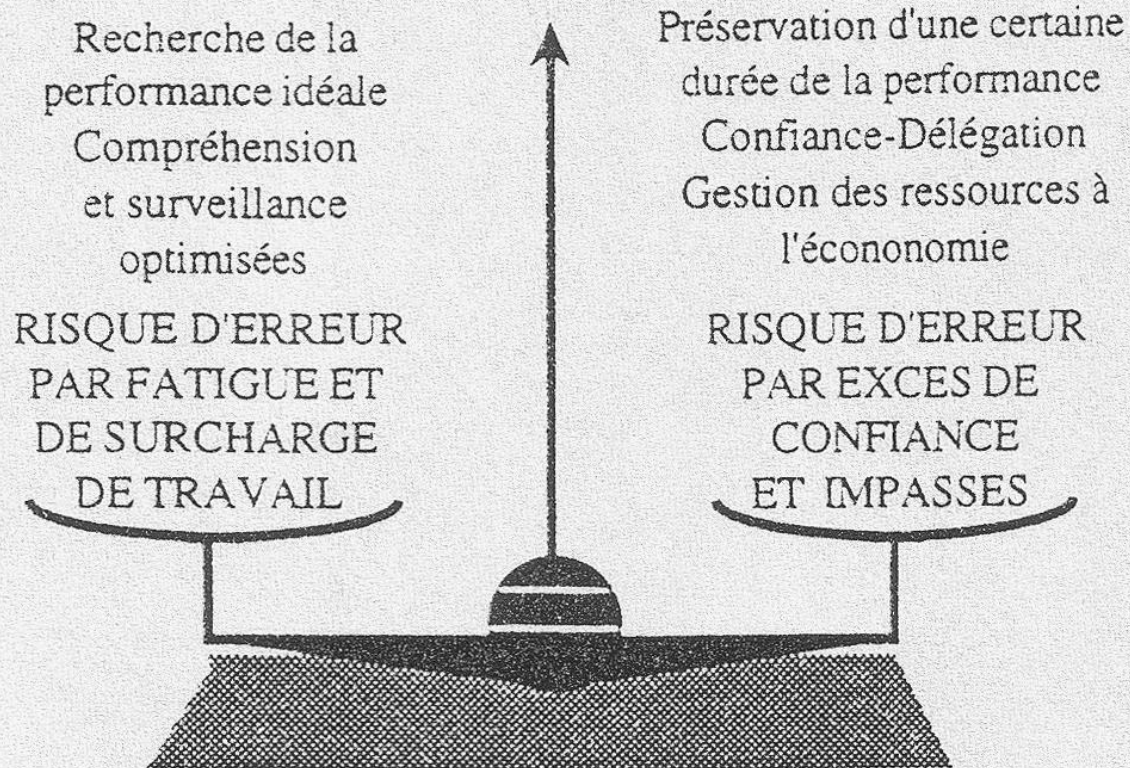


# Corrélation entre le niveau de charge de travail et la performance (de Waard 1996)



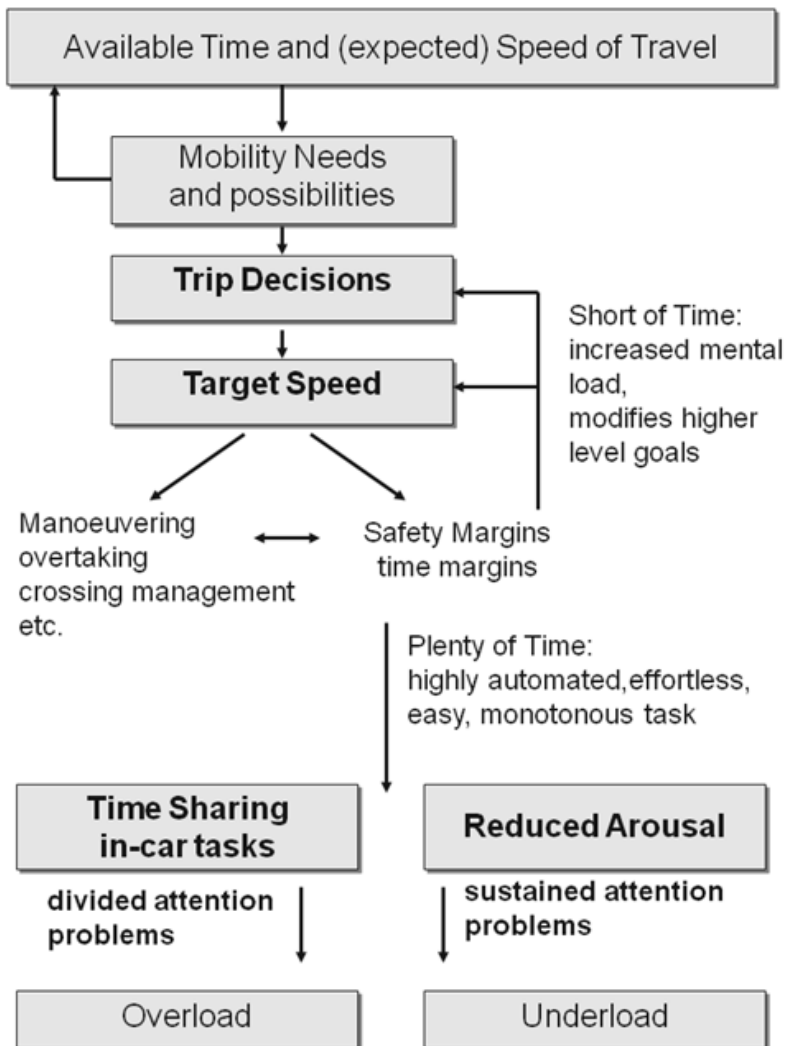
**Faibles ou fortes charges de travail engendrent des performances médiocres.**

## COMPROMIS DE PERFORMANCE



*COMPROMIS (BALANCE) NECESSAIRES  
DANS LA GESTION DE LA CHARGE DE TRAVAIL  
ET DE LA PERFORMANCE.*

# Modèle hiérarchique de l'adaptation comportementale (Summala 1997)



- Un modèle de travail où les marges de temps constituent la variable centrale.
- Le facteur causal des décisions sur le voyage et la vitesse est le temps disponible à tous les niveaux de la tâche de conduite.
- Au niveau opérationnel les marges de temps sont synonymes de marges de sécurité et ont une influence sur les actions prises et la vitesse choisie. Dans le cas des marges de temps courtes, la charge de travail augmente
- Les marges temporelles élevées en soi ne sont pas sans danger. Dans le cas où le conducteur se sent comme dans une condition de sous-charge le conducteur peut participer à des tâches secondaires qui peuvent conduire à une surcharge.

# L'attention

- La conduite est un processus complexe de recherche active par lequel les informations sont sélectionnées et transformées.
- Les usagers de la route sont exposés sur leurs voyages à une multitude de **stimuli** qui sont essentiellement visuels. Ils doivent faire un choix en fonction de ces stimuli qui à leur tour déterminent leur comportement.
- Dans ce concept, le conducteur est un instrument pour le traitement de l'information. Cependant, les êtres humains sont par nature des créatures avec une capacité restreinte (nous sommes en mesure de traiter une quantité limitée d'information sensorielle à un moment donné).
- **L'inattention du conducteur** représente l'une des principales causes d'accidents de voiture. L'influence de nouveaux systèmes embarqués, tels que les GPS, les téléphones mobiles, etc, font décroître les capacités d'attention du conducteur.

# L'attention

- Les situations et les tâches peuvent être différenciées en fonction du niveau d'attention requis (Kluwe, 2006):
  - l'attention sélective:
    - Exogène - ayant une origine externe
    - Endogène - ayant une origine interne
    - automatique
    - contrôlé;
  - l'attention divisée
    - Est utilisée quand il y a plusieurs stimuli qui doivent être traités simultanément
  - l'attention soutenue (ou la vigilance).
    - Est nécessaire pour des situations qui demandent une attention maintenue pour de longues périodes de temps

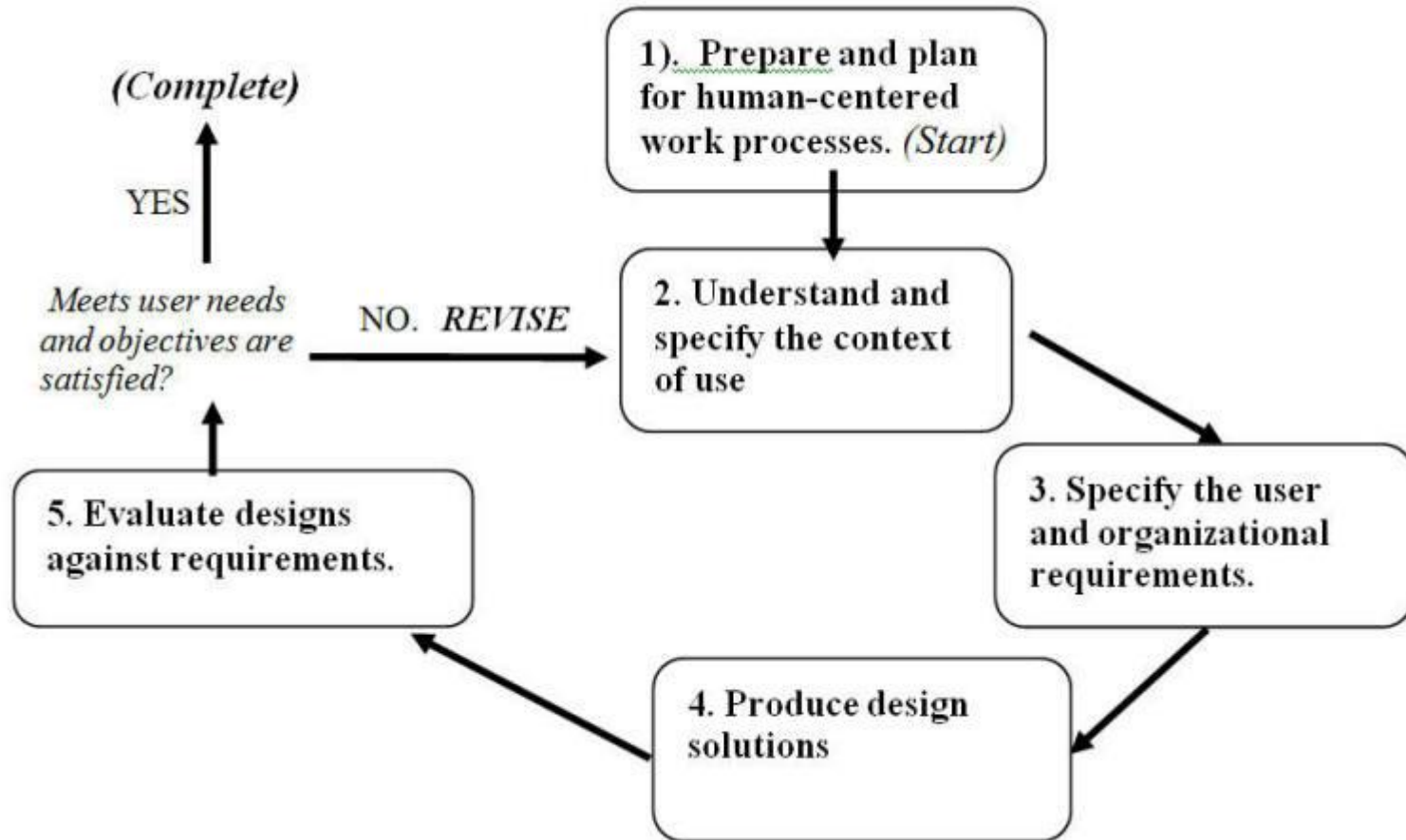
# A retenir

- La conduite automobile est **une tâche complexe** qui nécessite plusieurs mécanismes cognitifs comme l'attention, la perception, la mémoire, l'apprentissage, la prise de décision, le contrôle moteur, et ainsi de suite.
- Différences individuelles: Traits et les variables démographiques
- Prendre en considération tous ces facteurs humains lors de l'analyse ou de conception d'un système



« Human centered design  
processes » pour des  
systèmes interactifs

# Human centered design processes for interactive systems - ISO 13407



# Des processus de conception centrés sur l'humain pour les systèmes interactifs

## Recherches Séminales :

- Schneiderman, B. (1982) *How to Design With the User in Mind*. Datamation 28, no. 4: 125–126.
- Norman, D.A. & Draper, S.W. (1986) *User Centered System Design: A new perspective on Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum & Associates, Hillsdale, N.J.
- Billings, C.E. (1991). *Human-Centered Aircraft Automation: A Concept and Guidelines*. NASA Technical Memorandum 103885. Moffett Field, CA: NASA-Ames Research Center.

# Des Modèles Cognitifs aux Modèles Computationnels

# Modèle Conscient du Contexte pour le Comportement de la Conduite d'un Véhicule

- Embarquer des modèles cognitifs dans le véhicule est l'idée naturelle d'une ITS (Intelligent Transport System) → pour pouvoir prédire le comportement du conducteur en temps réel.
- Malheureusement, la subjectivité de tels modèles rend une telle approche difficile.
- L'approche proposée consiste à observer en temps réel le conducteur pendant la conduite grâce à des capteurs.
- L'observation est un processus d'apprentissage qui permet d'améliorer la capacité de prédiction.
- **L'apprentissage Bayésien** est utilisé comme une forme de raisonnement incertain à partir d'observations. Il permet simplement de calculer la probabilité de la survenance d'un événement, compte tenu de l'observation, et fait des prédictions sur cette base.

# Modèle Conscient du Contexte pour le Comportement de la Conduite d'un Véhicule

- Les observations fournissent de l'information sur
  1. l'état physiologique du conducteur
  2. le comportement du conducteur
  3. la dynamique du véhicule et
  4. la description de l'environnement.

# Modèle Conscient du Contexte pour le Comportement de la Conduite d'un Véhicule

A driver "manages behaviours sequentially in space and time and it organizes goals, intentionally and anticipatory set, which it maintains or changes as appropriate. It plans, prepare, formulates and oversees the execution of action sequences; it monitors the strategic aspects of success or failure, the consequences (including social) of actions, it applies both foresight and insight for non-routine activities and provides a sustained and motivating level of drive." (Bardshaw , 1995)

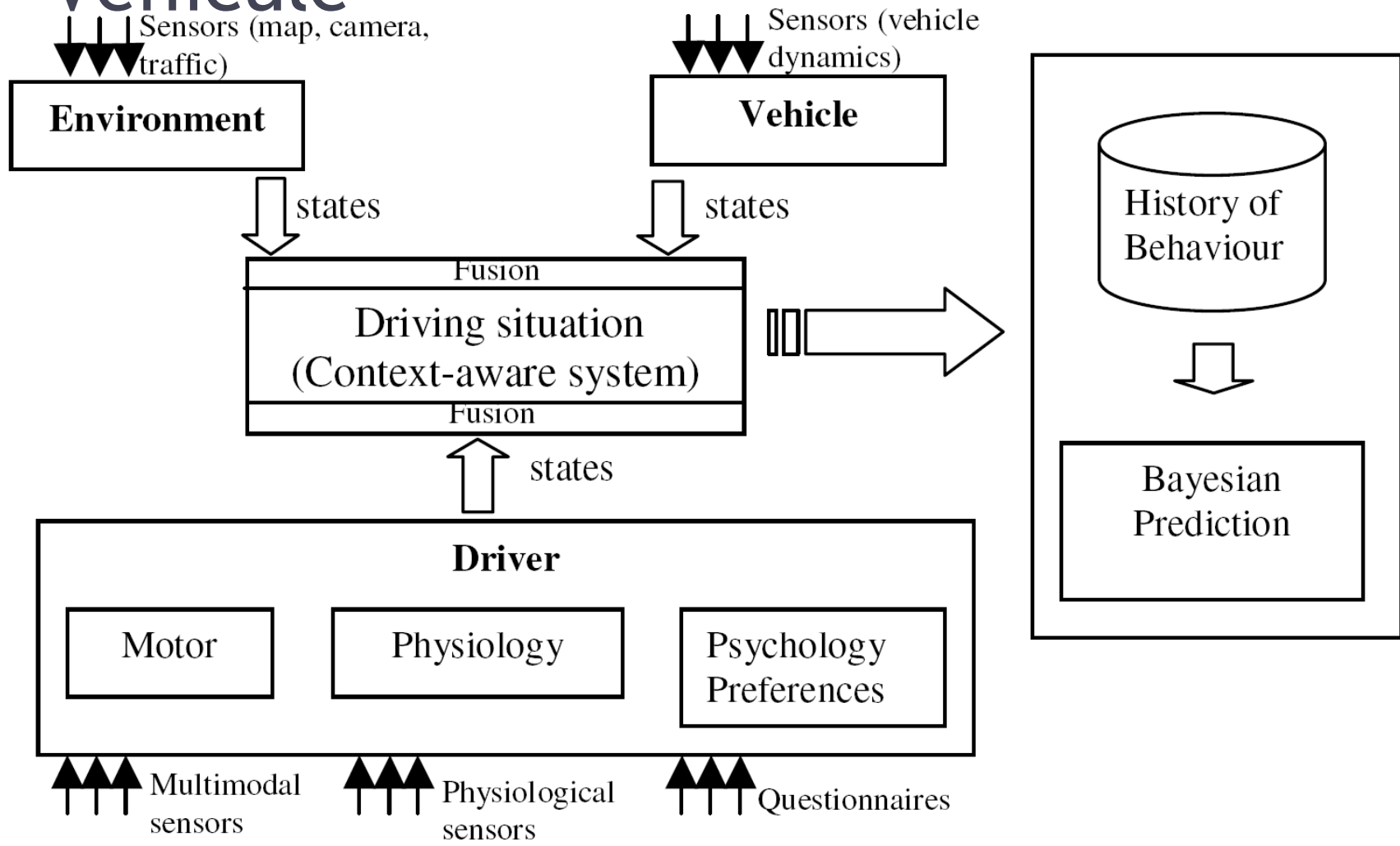
- Il est impossible de concevoir un programme de calcul qui pourrait prédire le comportement futur du conducteur en tenant compte de tous les facteurs complexes indiqués ci-dessus.
- Ces facteurs ne sont pas nécessairement mesurables et souffrent de l'incertitude.

# L'état physiologique du conducteur: la fatigue et la monotonie

- Trois différents types de **fatigue** peuvent être distingués : de la fatigue sensorielle (dégradation de la perception sensorielle), de la fatigue musculaire et de la fatigue cognitive
- **La monotonie** est un phénomène complexe et multidimensionnel qui affecte les sensations physiques, cognitifs et affectifs du conducteur
- La monotonie est souvent associée à trois dimensions :
  - La nature de la tâche monotone. Une telle tâche est souvent répétitive, prévisible et nécessite une activation faible de la perception sensorielle. Ex : Aller sur une route droite, sans événement est bien connu comme un facteur qui contribue à l'augmentation de la monotonie du conducteur.
  - L'état physiologique ou biochimique de la monotonie. Cette dimension peut être détectée par des capteurs tels que les EEG, conductance de la peau ...
  - La dimension psychologique de la monotonie, un symptôme subjectif du sentiment de l'ennui ou un manque d'intérêt



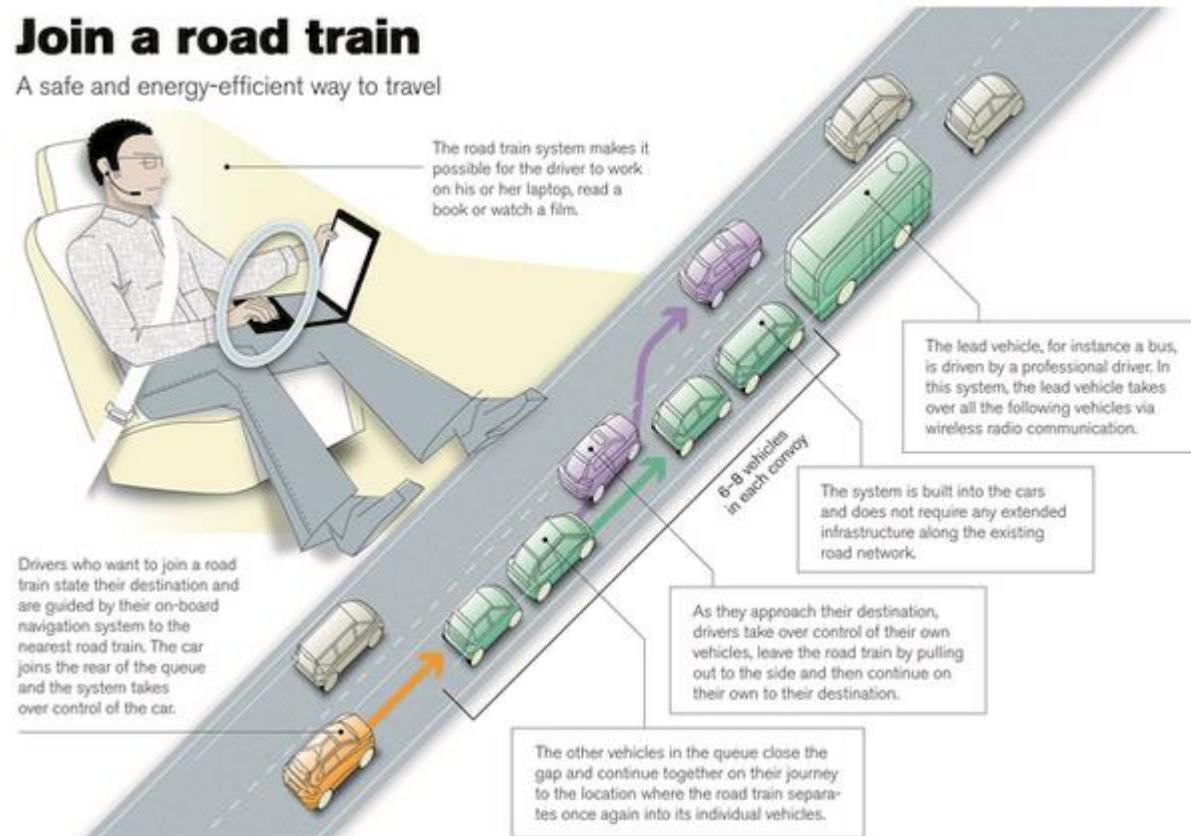
# Modèle Conscient du Contexte pour le Comportement de la Conduite d'un Véhicule



# Exemples de Systèmes

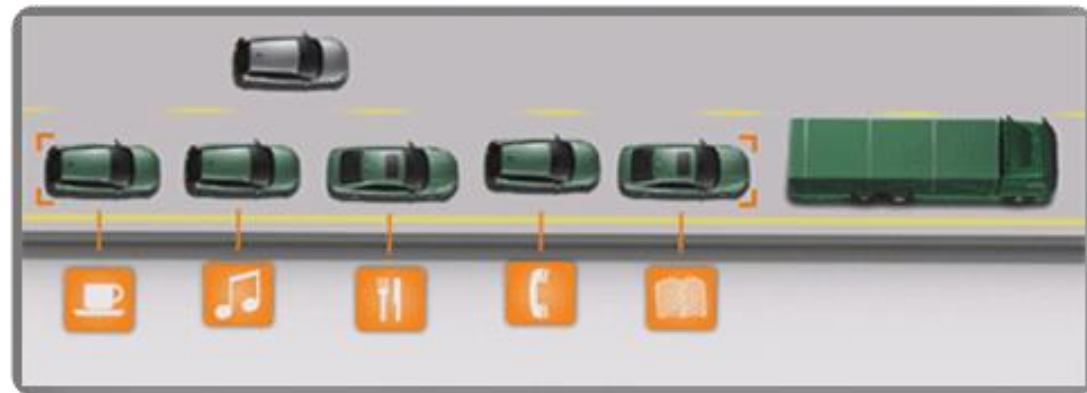
# 1. Le projet des trains routiers sûrs (The Safe Road Trains for the Environment (SARTRE))

- Le projet des trains routiers sûrs (SARTRE) en Europe vise à développer un système sans fil qui permettra aux voitures sur une voie publique ou une autoroute à participer à un peloton, ou un « train routier » semi-autonome de véhicules avec chauffeur professionnel dans un seul véhicule (comme un bus ou un camion) en-tête de tous les véhicules dans le peloton.



# 1. Le projet des trains routiers sûrs (The Safe Road Trains for the Environment (SARTRE))

- Problèmes:
  - La connaissance de la situation: le conducteur ne sait plus ce qui se passe autour de lui et ce que le système fera,
  - La perte de compétences: si un conducteur devient un moniteur passif, peut-il encore être capable de garder ses compétences de conduite
  - Le conducteur adaptera-t-il toujours son comportement s'il sait que le système répondra
  - La charge de travail, qui peut être trop haute ou trop basse
  - Faire face aux transitions de la conduite normale à la conduite autonome et vice versa
  - La réponse du conducteur en cas de panne du système



## 2. Le projet PATH - UC Berkeley

Le facteur humain - comme le retard dans la réaction à des événements imprévus - est la principale cause des accidents de la route.

Avec l'aide de la technologie WiFi, les chercheurs veulent faire communiquer les voitures entre elles ainsi qu'avec des récepteurs/émetteurs installés tout au long de la route, afin d'alerter les conducteurs de dangers tels qu'un véhicule approchant une intersection.

La technologie de la voiture intelligente comprend des écrans sur les tableaux de bord des voitures et fera clignoter des flèches en rouge quand il est dangereux de tourner, tandis que des flèches d'avertissement apparaîtront également sur les panneaux le long de la route.

# 3. L'importance de l'état émotionnel du conducteur

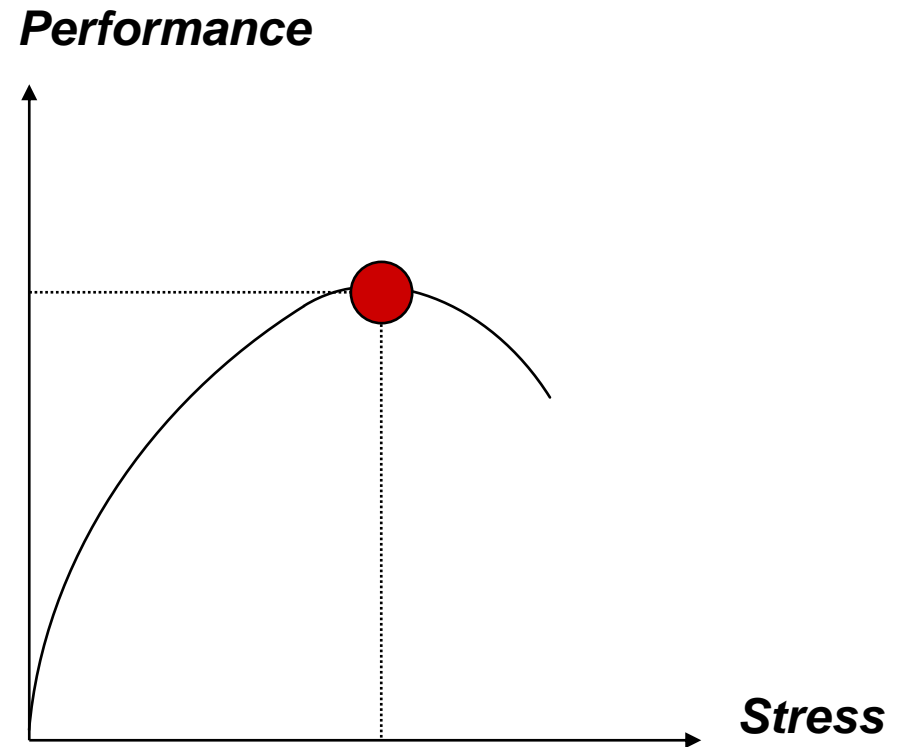
- Les voitures ont changé au fil du temps : si avant elles n'étaient que de simples dispositifs de transport, elles sont dorénavant des systèmes interactifs.
- Les systèmes informatiques dans les voitures n'ont pas qu'un simple rôle de commande, mais ils interagissent également activement avec le conducteur.
- Ils fournissent des services tels que l'assistance au niveau de la navigation, en donnant des informations pertinentes en temps réel aux conducteurs sur le trafic, les conditions routières, les bulletins météorologiques locaux, et la route.
- Pour ne pas interférer avec l'attention visuelle d'un conducteur, de nombreux systèmes embarqués utilisent des technologies vocales.
- Alors que la parole peut sembler être une option plus sûre que les interfaces graphiques dans les voitures, des questions se posent sur la demande cognitive associée à la communication qui puisse nuire à la sécurité de conduite,

# 3. L'importance de l'état émotionnel du conducteur

- Les recherches actuelles sur les améliorations de confort et de sécurité dans la voiture se focalisent de plus en plus sur l'interface vocale entre le conducteur et le système multimédia du véhicule.
- Un aspect important des facteurs humains : **l'émotion** du conducteur.
- Une étude montre que l'appariement **de l'état émotionnel** du conducteur et l'expressivité de la voix synthétique a un **impact** majeur sur la **performance** de conduite.
- Il est nécessaire de reconnaître automatiquement l'état émotionnel d'une personne pendant la conduite.

### 3. L'importance de l'état émotionnel du conducteur

A un certain niveau, le stress est positif et génère de bonnes performances à condition de ne pas dépasser le point de rupture.





### 3. L'importance de l'état émotionnel du conducteur

- Les tempéraments, les humeurs et les émotions façonnent la manière dont les gens voient le monde et comment ils réagissent.
- Bien que les tempéraments et les traits de personnalité affichent une plus grande stabilité dans le temps, et peuvent prédire les nuances du comportement de l'humain, **l'humeur et les émotions** sont plus faciles à détecter et à classifier dans un scénario en temps réel.

**États émotionnels ↔ Conséquences Comportementales.**

### 3. L'importance de l'état émotionnel du conducteur

Dans la conduite, 3 groupes distincts d'états émotionnels:

Etat 1: une valence positive et un niveau d'activation physiologique (arousal - excitation) modéré, étroitement liée à l'état émotionnel «heureux» - si un état optimal implique un **niveau modéré de l'excitation**, ce qui permet de **l'attention, de la concentration et de la productivité**, un niveau d'activation physiologique élevé ou une valence positive extrême peut conduire à la **distraction**.

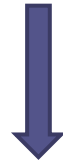
Etat 2: se caractérise par un niveau extrême de la valence négative et l'excitation élevé, généralement qualifiées de «colère». **La frustration** se différencie de la colère par le degré de négativité et de l'excitation. Souvent, la frustration est considérée comme une émotion passerelle qui mène à **la colère**, et, finalement, à **l'agressivité et la rage au volant**. Avec un nombre croissant de véhicules sur les routes, les conducteurs rencontrent davantage des scénarii induisant la frustration.

Etat 3: se caractérise par une excitation très faible et parfois accompagnée d'une valence légèrement négative. Cet état comprend à la fois de **la tristesse et de la somnolence**. Un tel état émotionnel peut **dégrader la performance d'exécution des tâches**, et à l'intérieur de la voiture cet état se manifeste **par l'inattention**.



### 3. L'importance de l'état émotionnel du conducteur

Compte tenu de ces conséquences de la conduite dans différents états émotionnels, il est sans aucun doute important d'être en mesure d'identifier ces états pendant la conduite.



**Cependant, une fois que l'état émotionnel du conducteur est connu, quelle est la meilleure stratégie pour améliorer son état émotionnel et pour optimiser son comportement au volant?**

# Défis en In-Car-Technology (ICT) et Systèmes de sécurité embarqué (Integrated Vehicle-Based Safety Systems (IVBSS))

# Avertissements/Alertes Multiples

**Un problème majeur avec les avertissements/alarmes multiples n'est pas seulement d'alerter le conducteur de la présence de multiples menaces, mais la communication du type de danger et une réponse appropriée.**

- Les alarmes peuvent rivaliser entre elles pour attirer l'attention du conducteur et peuvent causer de la confusion. Par exemple, un avertissement collision avant (Forward Collision Warning - FCW) invite le conducteur à prendre des mesures d'évitement qui déclenchent une alerte de sortie de route.
- Les conducteurs peuvent prendre plus de temps à répondre à un risque dû à l'augmentation du temps pour identifier le type d'avertissement lorsque plus d'un système est présent sur le véhicule, même si une seule alarme est activée.

# Avertissements/Alertes Multiples

**La manière dont les informations d'alerte sont présentées et communiquées aux conducteurs semble influencer sur les performances**

- Comment des alertes multiples qui se produisent à des points quasi-simultanés dans le temps peuvent être communiquées au conducteur?
  - Est-ce que la multi-modalité est plus efficace qu'une seule modalité?
- Est-ce que les conducteurs peuvent distinguer les différentes alertes et répondre efficacement à chacune d'entre elles ?
- Est-ce qu'un Integrated Vehicle-Based Safety Systems (IVBSS) peut être efficace sans ordre de priorité ?

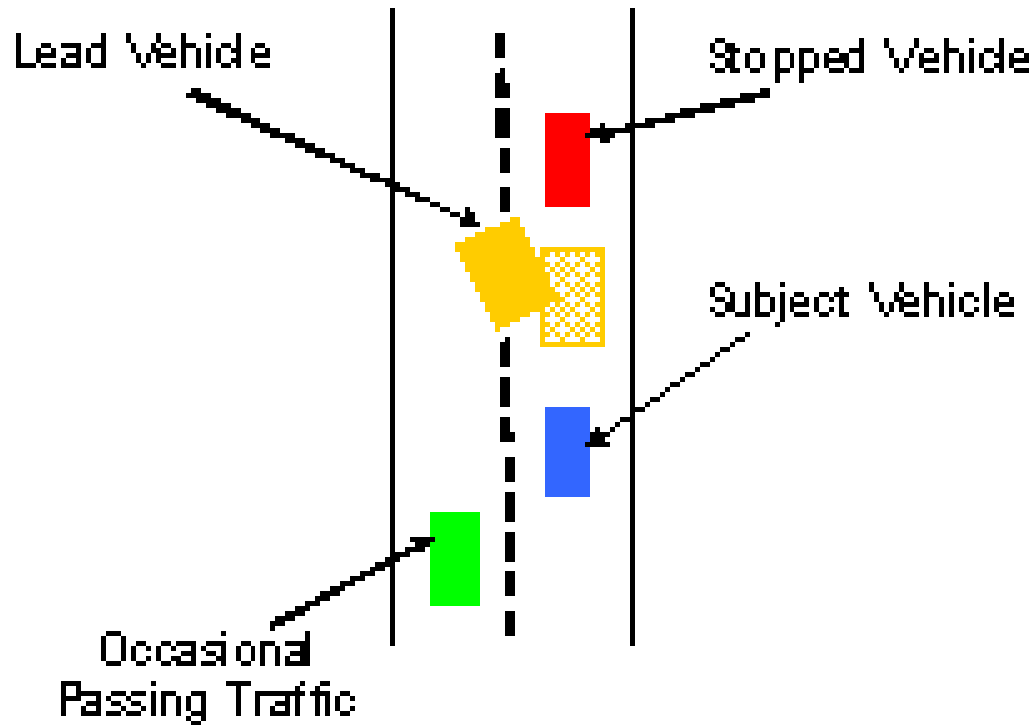
# Eviter une collision

- Est-il possible de donner de bonnes instructions à un conducteur pour qu'il réussisse à éviter un accident ?
  - Combien de scénarii doivent être élaborés pour comprendre ce qui est possible?
- Est-ce que des instructions auditives (comme "une embardée/ déviation à gauche") sont appropriés ou y a-t-il de meilleures façons d'obtenir des réponses rapides ou appropriées de la part des pilotes/conducteurs?
  - Par exemple, une interface haptique à retour de volant ou une réponse de la pédale peuvent entraîner un temps de réponse plus rapide ou moins de confusion quant à la façon de répondre

# Eviter une collision

Exemple:

- 1) Pendant la journée, sur une autoroute a plusieurs voies
- 2) Le véhicule bleu suit le véhicule jaune
- 3) Le véhicule jaune change de voie brusquement et révèle en chemin un véhicule arrêté
- 4) Le système informe le conducteur de "dévier à gauche" pour éviter une collision





# L'adaptation du comportement

- Comment doit être conçu le système pour minimiser une adaptation défavorable du comportement des conducteurs?
  - Qu'est ce qui est nécessaire pour éviter des comportements de conduite a risque en raison d'un système de sécurité accrue fourni par un système (efficace) pour l'évitement d'un crash?
- A quel point les conducteurs ont-ils «confiance» dans le système? Où est l'équilibre entre avoir trop de confiance dans le système et pas assez ?
  - Il y a un risque que les conducteurs deviennent trop habitués au système et qu'ils changent leur manière de conduite.

# Alertes Inutiles

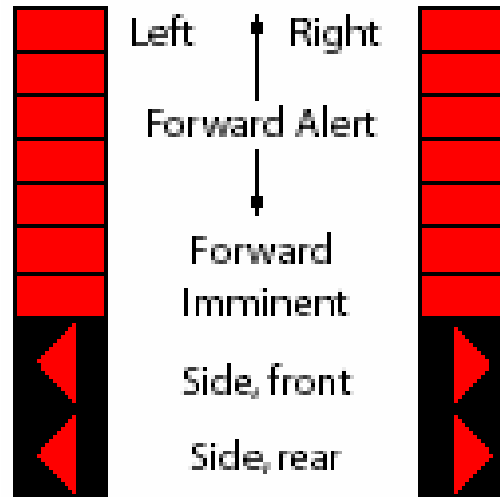
- Alertes inutiles:
  - Les fausses alertes
  - Les avertissements intempestifs
- Exemples:
  - Un système d'alerte Crash avant (Forward Crash Warning - FCW) détecte un objet devant le véhicule dans une courbe, pas sur le trajet de déplacement prévu, mais dans le champ de vue du radar
  - Un conducteur est en train d'agir par rapport à un objet détecté par un système d'alerte de collision (Collision Warning - CW)

# Alertes Inutiles

- Comment des alertes inutiles (y compris les fausses alarmes) affectent l'acceptation par les conducteurs et l'efficacité du système?
  - Quel est le niveau acceptable de fausses alarmes et d'autres alertes inutiles?
  - Comment un système IVBSS peut intégrer tout cela d'une manière cohérente?
- Autres exemples:
  - Un conducteur change de voie sans signalisation et le système détecte une sortie hors trajet du véhicule

# Le design de l'IHM ( DVI - Driver Vehicle Interface)

Les capteurs et la technologie actuelle peuvent être en mesure de détecter une menace et prévenir un accident, mais l'interface Homme Machine (Driver Vehicle Interface - DVI) doit être effective ou le système IVBSS ne sera pas réussi.



# Le design de l'IHM ( DVI - Driver Vehicle Interface)

- Comment des **différences individuelles** et des variables intermédiaires telles que l'âge peuvent être prise en compte? Quelles sont les implications sur l'IHM?
- Est-ce qu'une IHM doit s'adapter à l'état du conducteur? (niveau de distraction, d'handicap, d'alerte)
- Y a-t-il des paramètres d'IHM qui devraient être normalisés?

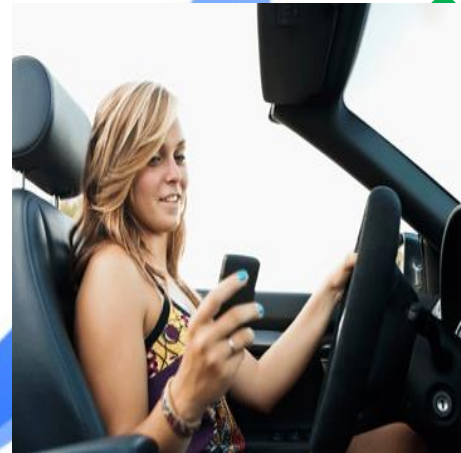
# Augmentation des ICT dans les véhicules



Surcharge cognitive



Distraction



# Interaction du conducteur avec les ICTs

	Entrées	Sorties
Visuelles	Caméras	Ecrans Affichage tête haute voyants
Auditives	Micros	Sons Musique Voix synthétique
Haptiques	Boutons Ecrans tactiles	Vibrations Résistances



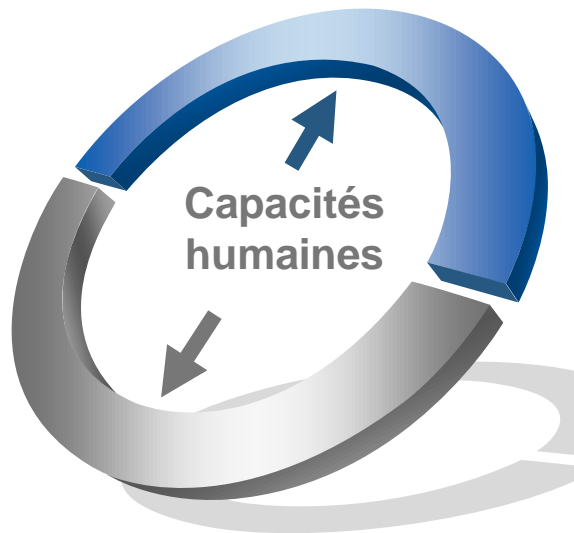
# Performances humaines

- La vision
- L'ouïe
- La performance physique
- La coordination main œil
- L'attention
- La capacité cognitive



# Performances humaines

Gestion centralisée  
des IHM



## Attention

- La distraction est créée par les tâches secondaires induites par les ICT.
- Exécuter plusieurs tâches à la fois affecte aussi la concentration.
- Concevoir les ICT de telle sorte à ce qu'ils n'interfèrent pas avec la tâche principale de conduite.

## Capacité cognitive

- La surcharge signifie que le conducteur n'est pas apte à exécuter convenablement la tâche de conduite parce qu'il a déjà atteint son état de charge maximal
- La surcharge cognitive durant la conduite est augmentée par l'usage des ICT
- Connaître la capacité cognitive du conducteur et adapter les informations.

# Effet de la distraction sur la conduite



Effet :

- Augmentation du temps de réaction
- Ignorer les alertes
- Ignorer les signes de trafic routier, etc



# Evaluation de la surcharge cognitive lors de la conduite

## Moyens de mesure :



### Les mesures physiologiques

- battements de cœur,
- variabilité de la respiration,
- réponse galvanique de la peau, etc.

### Les mesures de la performance

- performance de l'exécution des tâches

### Les mesures subjectives

- témoignages des conducteurs
- méthodes : SWAT, le NASA TLX-Task Load Index et l'indice DALI, etc.

## Effet :

- Désorientation,
- Sortie de route,
- Ignorance des signaux d'arrêt
- Dépasser la vitesse limite , etc.

# Propositions et recommandations

## Avantages

- La gestion des ordres de priorités entre les informations des différents équipements.
- L'élimination des problèmes d'interférence entre les signaux.
- L'amélioration de l'utilisation des nomadic devices en augmentant leur intégration dans le système
- La gestion des profils d'utilisateurs.
- L'ajout de nouvelles applications et de nouveaux services.
- L'adaptation des informations affichées à l'état de charge cognitive du conducteur.

# Conclusions IVBSS

- La clé pour une acceptation du conducteur et pour un déploiement réussi de la technologie IVBSS passe par un système IHM efficace
- Il existe d'importants facteurs humains qui doivent être abordés dans le programme IVBSS
- La création d'un système IHM efficace peut-être un plus grand défi que l'intégration du matériel informatique et des logiciels

# Conclusions

# Conclusions

« Nous sommes arrivés à comprendre bon nombre des facteurs qui contribuent à une erreur humaine ... Avec une bonne conception des facteurs humains et techniques de test, les effets de l'erreur humaine peuvent être contrôlés »

(“ We have come to understand many of the factors that contribute to human error... With good human factors design and testing techniques, the effects of man sources of human error can be controlled “)

(Michael E. Maddox - member of the Human Factors and Ergonomics Society)

