

Les facteurs humains dans un contexte de véhicule automatisé

Annie Pauzié
Ifsttar/LESCOT

ASPROM

10 & 11 février 2016, Paris



IFSTTAR

Les concepts de véhicules automatisés et facteurs humains



Les commandes du véhicule sont en place, le conducteur sera amené à intervenir d'une manière ou d'une autre
Acceptabilité, acception, reprise en main, problème attentionnel,...



Le véhicule automatisé ne possède pas de commandes
Acceptabilité, accessibilité,...

Problématique Facteurs Humains

annie.pauzie@ifstar.fr



Les niveaux d'automatisation de la conduite

Niveau 4: Automatisation complète de la conduite – le véhicule est entièrement autonome et surveille les conditions de circulation sans aucune intervention humaine. Une personne indique la destination à atteindre puis délègue l'ensemble de la conduite du véhicule.

Niveau 3: Automatisation partielle de la conduite – Le conducteur peut déléguer une partie de la conduite dans certaines situations précises, des capteurs lui indiquant à quel moment il doit reprendre les commandes.

Niveau 2: Automatisation de plusieurs fonctions combinées – deux fonctions se combinent dans certaines situations précises (par exemple un système de régulation adaptative de la vitesse et un dispositif de maintien au centre de la voie de circulation).

Niveau 1: Automatisation d'une fonction précise – Le conducteur dispose d'un dispositif d'aide à la conduite (système de contrôle électronique de la stabilité ou d'assistance au freinage).

Niveau 0: – Le conducteur a la maîtrise complète du véhicule.

NHTSA, 2013-2014

annie.pauzie@ifsttar.fr



Les niveaux d'automatisation de la conduite

Niveau	Type de conduite	Définition	Contrôle du volant et accélération/décélération	Surveillance de l'environnement de conduite	Reprise de la conduite	Situations de conduite
0	Aucune automatisation	L'ensemble de la conduite est accomplie par le conducteur	Conducteur	Conducteur	Conducteur	s. o.
1	Assistance à la conduite	Une fonction aide le conducteur dans la conduite en assumant le contrôle de la direction du véhicule ou de l'accélération/décélération	Conducteur/ système d'assistance	Conducteur	Conducteur	Quelques situations
2	Automatisation partielle	Une ou plusieurs fonctions aident le conducteur en assumant le contrôle de la direction du véhicule et de l'accélération/décélération	Système	Conducteur	Conducteur	Quelques situations
3	Automatisation conditionnelle	Le système de conduite automatisé accomplit l'ensemble des tâches de la conduite et le conducteur doit être disponible pour intervenir et conduire au besoin	Système	Système	Conducteur	Quelques situations
4	Automatisation élevée	Le système de conduite automatisé accomplit l'ensemble des tâches de la conduite même si le conducteur n'est pas disponible pour intervenir et conduire au besoin	Système	Système	Système	Quelques situations
5	Automatisation complète	Le système de conduite accomplit la totalité de la conduite dans toutes les circonstances sans la nécessité d'une intervention du conducteur	Système	Système	Système	Toutes les situations

Standard J3016, Society of Automotive Engineers, 2014
Approuvé par ERTRAC, 2015



Les niveaux d'automatisation de la conduite



Véhicule autonome (niveaux 4/5) à faible vitesse en zone urbaine: une démo à Lyon

Numéroter les niveaux suggère un ordre ou une hiérarchie dans l'apparition des réalités technologiques ou pourrait indiquer que chaque niveau dépend de la maturité du niveau précédent.

La réalité diffère selon:

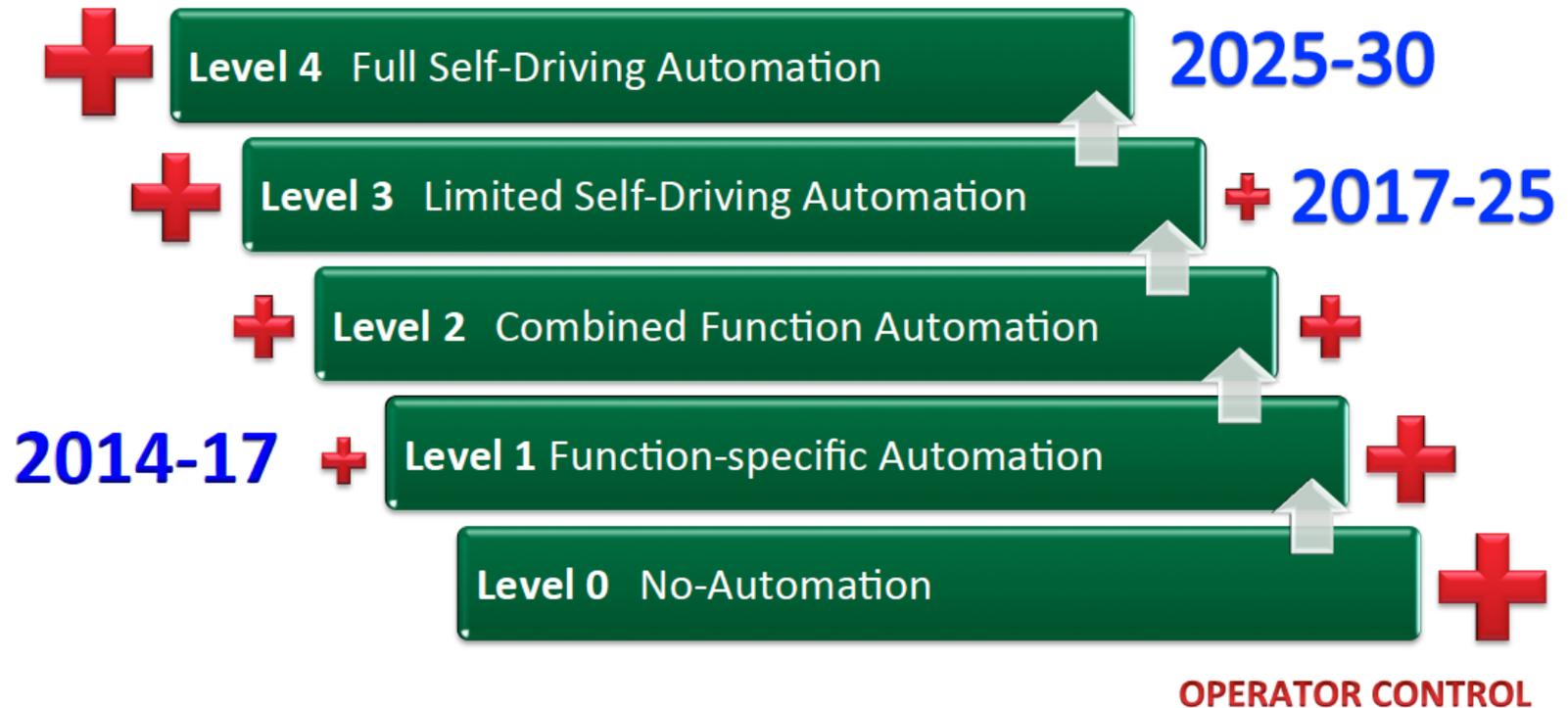
- *Véhicule à faible vitesse en zone urbaine: transport public libre service*
- *Véhicule particulier avec automatisation progressive*

annie.pauzie@ifsttar.fr



Les niveaux d'automatisation de la conduite véhicule particulier

VEHICLE CONTROL

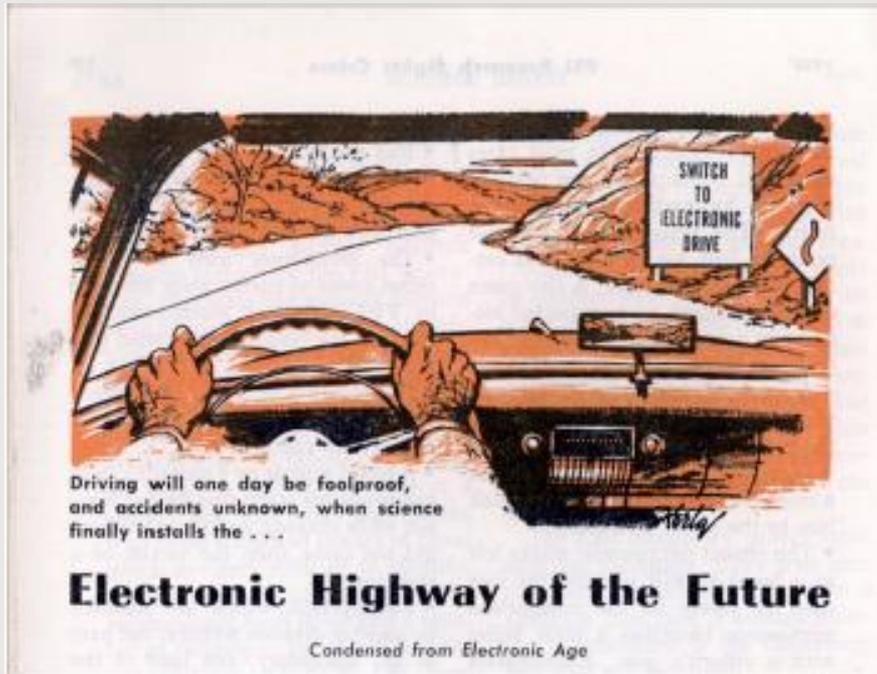


NHTSA, Human factors and automation, 2014

annie.pauzie@ifstar.fr



Concept innovant? Concept d'actualité



« Switch to electronic drive »

Science Digest, 1958

Test sur une autoroute au Nebraska, sur une longueur de 122 mètres



Source: KPMG MOB™ Data

Total Opinions Positive Opinions

Opinion au total **Opinions positives**

Les discussions sur le web concernant le véhicule autonome 2012-2013

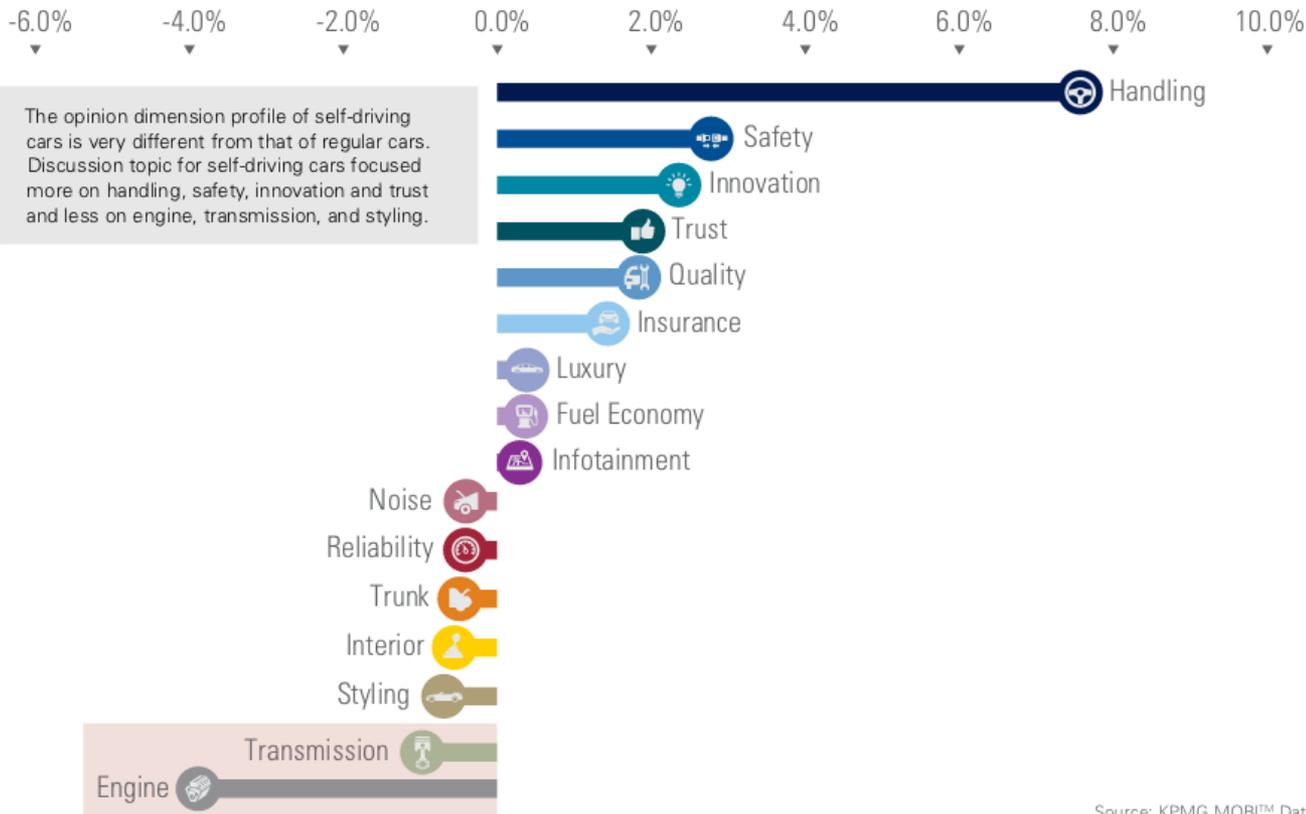
annie.pauzie@ifsttar.fr



Conduite automatisée opinion des conducteurs

Self-Driving Cars. What Matters Most? What Doesn't?

Difference between Self-Driving Car Dimensional Discussion Ratio against all other Vehicles



Maniement
Sécurité
Innovation
Confiance
Qualité
Responsabilité
Luxe
Economie essence
Divertissement

Source: KPMG MOBI™ Data

e@ifsttar.fr



Source KPMG MOBI Data, 2014

Facteurs humains et conception

- **Conception anthropocentrée : approche centrée sur l'humain**
 - Définir des fonctionnalités qui répondent aux capacités fonctionnelles, aux besoins et aux demandes des conducteurs, **Conception** « Human Centred design »
 - Evaluer les conséquences en termes de sécurité, d'acceptation, de confort, et les éventuelles dégradations de performance, **Evaluation et cycles itératifs**
- **Conception technocentrée: approche centrée sur la technologie**
 - Définir des fonctionnalités en fonction de faisabilités techniques

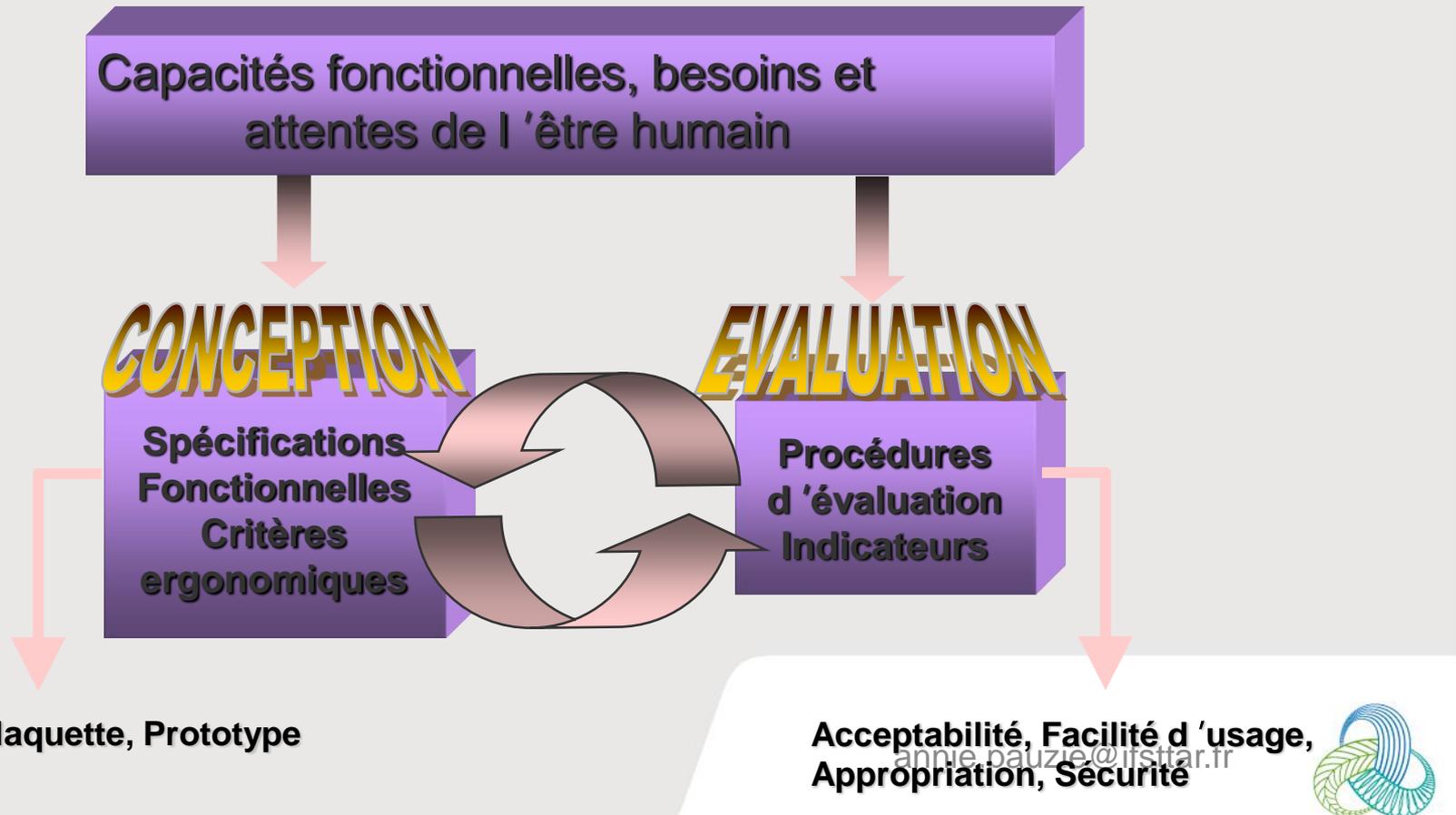
annie.pauzie@ifsttar.fr



Facteurs humains et conception

Conception: Elaboration de critères ergonomiques de conception intégrant les spécificités fonctionnelles des utilisateurs.

Evaluation de l'utilisation des systèmes et de leur acceptabilité auprès d'une population diversifiée



Distance sécuritaire (niveaux 1 & 2)



Problématique Facteurs Humains:
Informatif ou automatisé?
Quel type d'IHM? dans quel contexte, pour quel conducteur?



annie.pauzie@ifsttar.fr



Sortie de route (niveaux 1 & 2)



Problématique
Facteurs
Humains:
informatif ou
automatisé?
Quel type d'IHM?
dans quel contexte,
pour quel
conducteur?



annie.pauzie@ifsttar.fr



Conduite automatisée (automation)

- Conduite automatisée (partially automated): opérations automatiquement contrôlées, systèmes effectuant les tâches à la place de l'humain- régulation adaptative de vitesse combiné au système de direction, aide en cas d'embouteillage, stationnement automatique, freinage d'urgence

L'humain est encore nécessaire

- Conduite autonome (autonomous/self-driving)



Intervention humaine non nécessaire

arnie.pauzie@ifsttar.fr



Automatisation et erreurs humaines



Si au moins 90% des accidents sont liés à l'erreur humaine, alors le véhicule automatisé supprimera ces erreurs et éliminera 90% des accidents

L'automatisation n'élimine pas l'humain de la tâche de conduite mais modifie son rôle vis à vis de cette tâche



Véhicule Automatisé: les enjeux en Sécurité

- **Amélioration de la sécurité:** une chance de réduire les accidents routiers grâce à une meilleure performance des technologie par rapport aux performances humaines (vitesse de réaction performante, perception à 360°, ...mais aussi pas de problème de fatigue, de vigilance dégradée,...)
- **Détérioration de la sécurité:** créer un contexte d'incompréhension (cf. aéronautique), de rejet (ex: décalage entre les actions automatisées et le style de conduite), de perte de vigilance (ex: suppression de la responsabilité du contrôle) liés aux automatismes partiels ou complets de la tâche de conduite

annie.pauzie@ifsttar.fr

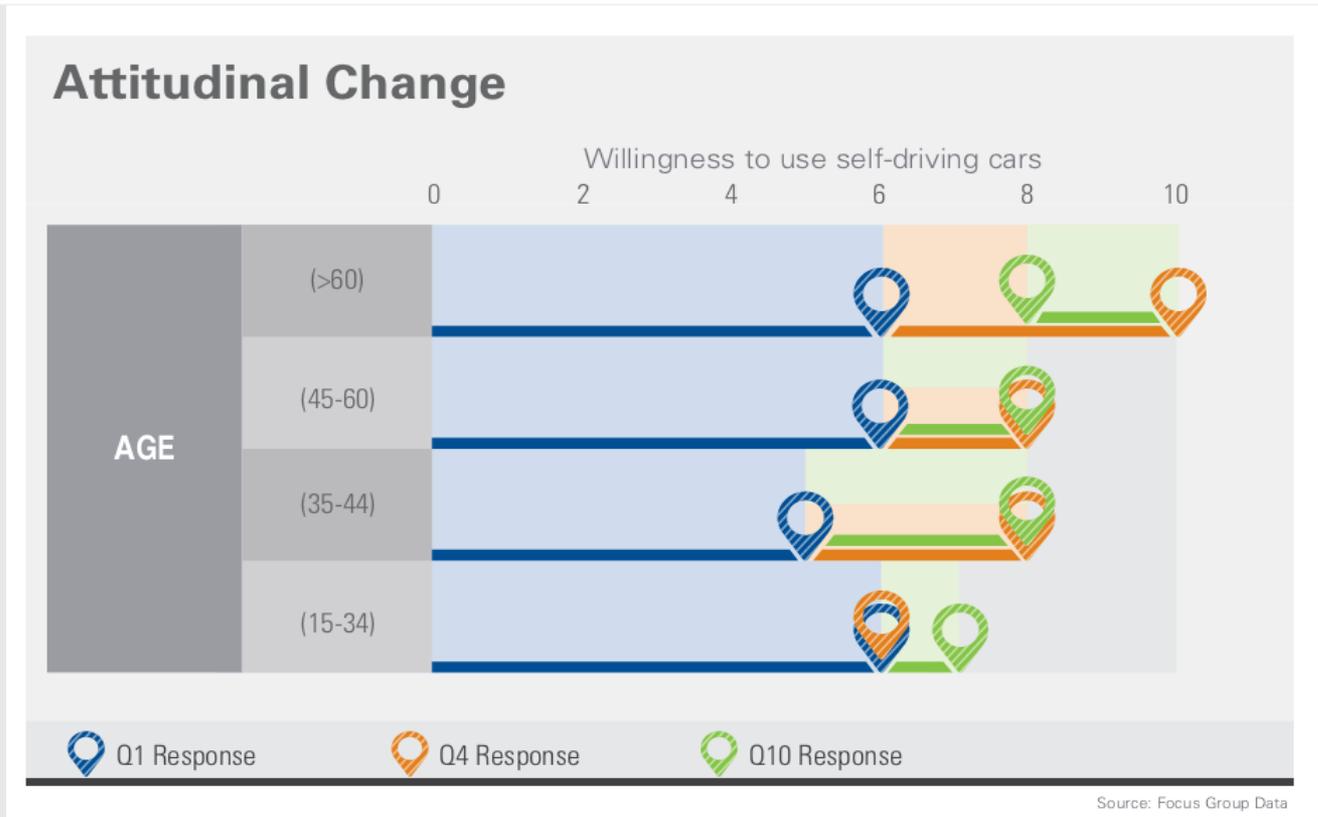


Acceptabilité et acceptation

- Acceptabilité: capacité à être accepté (influencée par l'image et les croyances...)
méthodes: focus group, enquêtes, interviews
- Acceptation: fait d'être accepté (influencée par la confiance, la robustesse de la technologie, la concordance avec les attentes...)
méthodes: analyse en situation (simulateur de conduite, prototype sur route)



Changement d'attitude lors de « focus group »



Q1: Utiliser une VA tous les jours

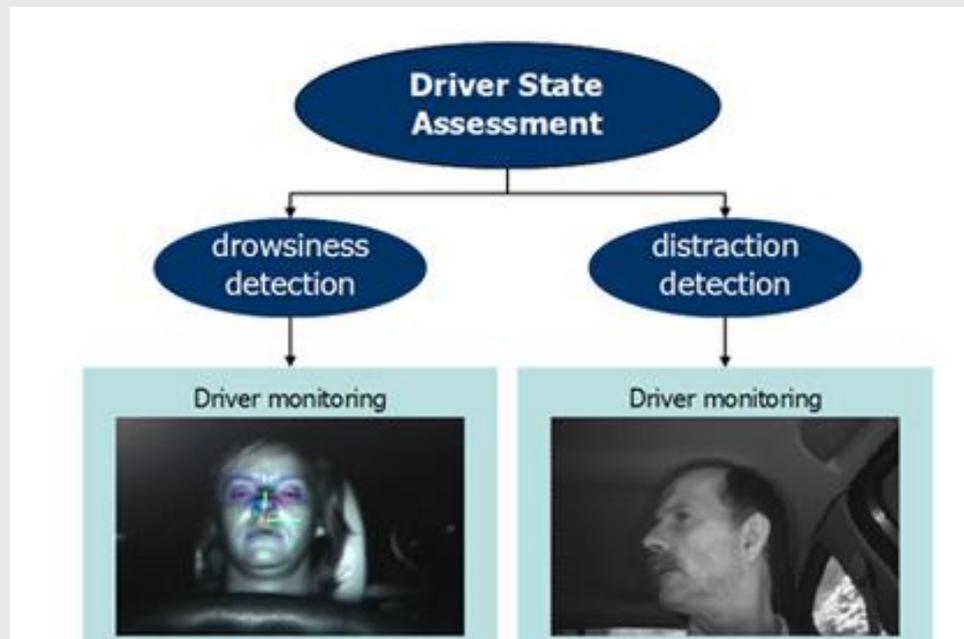
Q4: Utiliser une VA tous les jours sachant que cela réduit votre temps de parcours de 50%

Q10: Après ces discussions, utiliser une VA tous les jours annie.pauzie@ifsttar.fr



Transition entre la conduite automatisée et la conduite manuelle

- Les conducteurs sont capables de se remettre dans la boucle entre 5 et 7 secondes (Louw et al. 2014)
- En situation de reprise en main, les conducteurs ont besoin de 30 à 45 secondes pour stabiliser leur comportement (Merat et al. 2014)



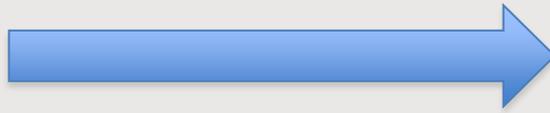
Intérêt des approches
« diagnostic » et « monitoring »
du conducteur

annie.pauzie@ifsttar.fr



Interaction Humain Machine IHM

- Cas de reprise en main manuelle: certains conducteurs préfèrent finir les tâches en cours non liées à la conduite <-> excès de confiance dans les automatisations (NHTSA, 2015)



Source projet HAVEit

IHM doit être intrusif
Alertes de type **visuel**
complété par **auditif** et
haptique MAIS problème du
désagrément procuré par ce
type de modalités
perceptives

annie.pauzie@ifsttar.fr



Quels types d'IHM?



Source Knight Rider series



Source BMW



Source Pioneer

bauzie@ifsttar.fr



Charge mentale du conducteur et conscience de situation

- Cas d'automatisation où il est demandé au conducteur de **superviser** la conduite autonome: « ne pas intervenir mais être prêt à intervenir au cas où »



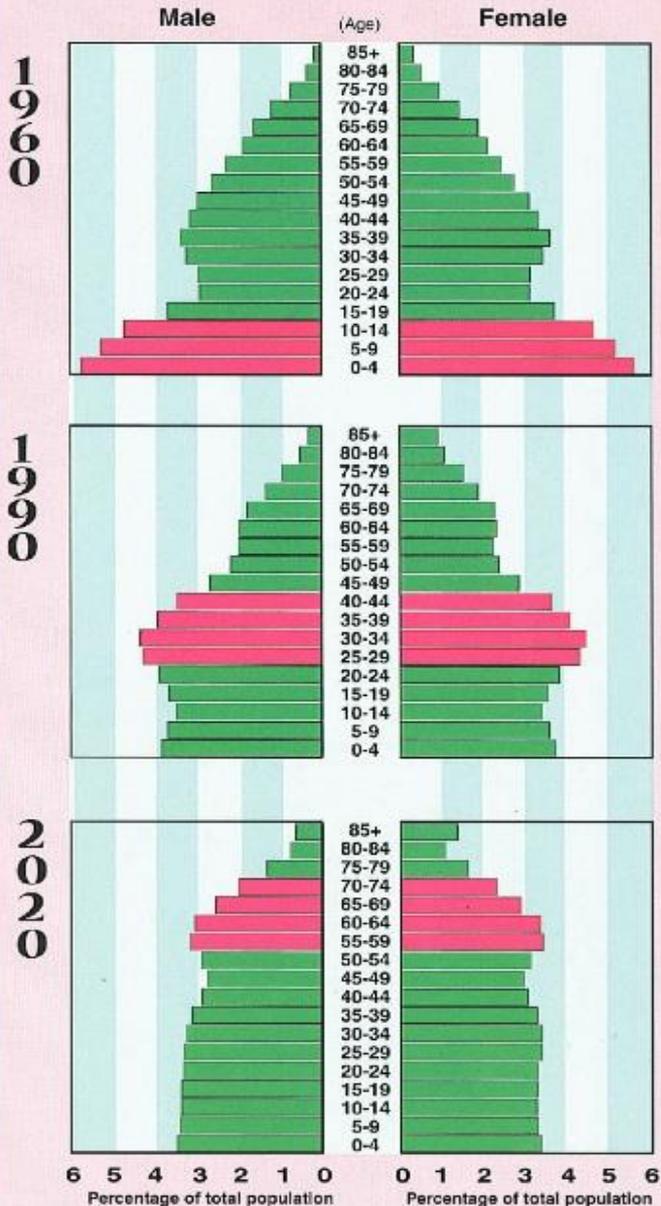
Le conducteur doit rester vigilant et avoir la capacité de comprendre rapidement la situation en cas de problème de manière à avoir rapidement la bonne réaction

annie.pauzie@ifsttar.fr



Population Age Structure: 1960 to 2020

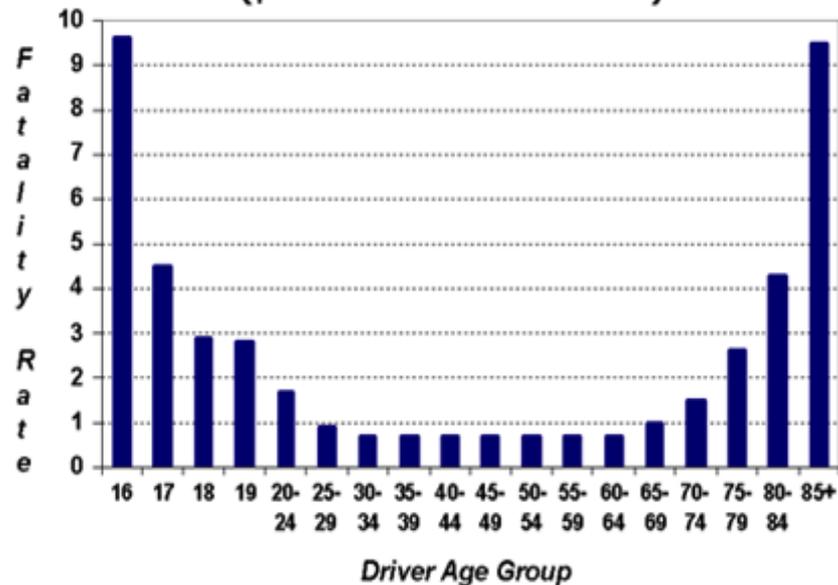
■ Baby Boom



Source: U.S. Bureau of the Census.

- les ICT peuvent constituer une chance pour compenser les déficiences fonctionnelles (perception, anticipation, prise de décision, action et contrôle du véhicule, notamment pour les conducteurs âgés)
- Indispensable que la conception de ces systèmes prennent en compte la spécificité de la population âgée

Driver Fatality Rate (per 100 million VMT)



Source: FARS 2001 and NHTSA 2001



Quelques points importants

- **Coopération conducteur/véhicule automatisé**

Compréhension sans ambiguïté pour le conducteur des automatismes en cours et des actions qu'il doit effectuer (lesquelles et à quel moment)

- **Impact de la conduite automatisée sur la performance de conduite manuelle**

Expérience passée en aéronautique: « l'utilisation intensive du pilotage automatique peut entraîner une dégradation des capacités du pilote à récupérer des erreurs»

- **Conduite automatisée et conducteurs seniors**

Une chance pour compenser les déficiences en capacités fonctionnelles (22% de la population mondiale auront plus de 60 ans en 2050) **OUI MAIS**

- Des interfaces/interactions adaptées
- Des études qui prennent en compte la spécificité fonctionnelle de cette population

annie.pauzie@ifsttar.fr



Quelques problématiques

Facteurs Humains et Véhicule Automatisé

- Principe de supervision humaine dans un véhicule automatisé: est-ce que la présence de l'opérateur humain est vitale ou pas?
- Modalités de transition entre conduite automatisée et conduite manuelle: acceptabilité et acceptation
- Coopération Conducteur/Véhicule automatisé: recommandations pour la conception d'IHM non ambigus et non intrusifs
- Nature des effets pervers lié à la conduite automatisée vis à vis de la conduite manuelle: perte de sa compétence, distance véhiculaire trop courte, temps de réaction amoindri, diminution de la conscience de situation...
- Impact de la généralisation des véhicules automatisés sur la sécurité. Accidentologie des conducteurs seniors. Mixité de la flotte de véhicules sur les réseaux
- Acceptabilité sociale: perte de l'autonomie et du libre arbitre du conducteur, concept de gestion centralisée du trafic.

ernie.pauzie@ifsttar.fr



Les perspectives du véhicule autonome

- D'après Marcus (2012), dans quelques décennies, le véhicule autonome sera tellement fiable qu'il ne sera pas légal pour un humain de conduire une voiture.

???

annie.pauzie@ifsttar.fr



Merci de votre attention



annie.pauzie@ifsttar.fr

