

Véhicules automatisés : modifier, conserver, s'adapter

Séminaire Automatisation des véhicules, ergonomie et facteurs humains
AR USACT de l'IFSTTAR
Commission "Nouvelles mobilités et déplacements" Arpège

Stéphanie Coeugnet

En collaboration avec Marlène Bel, Flavie Bonneviot

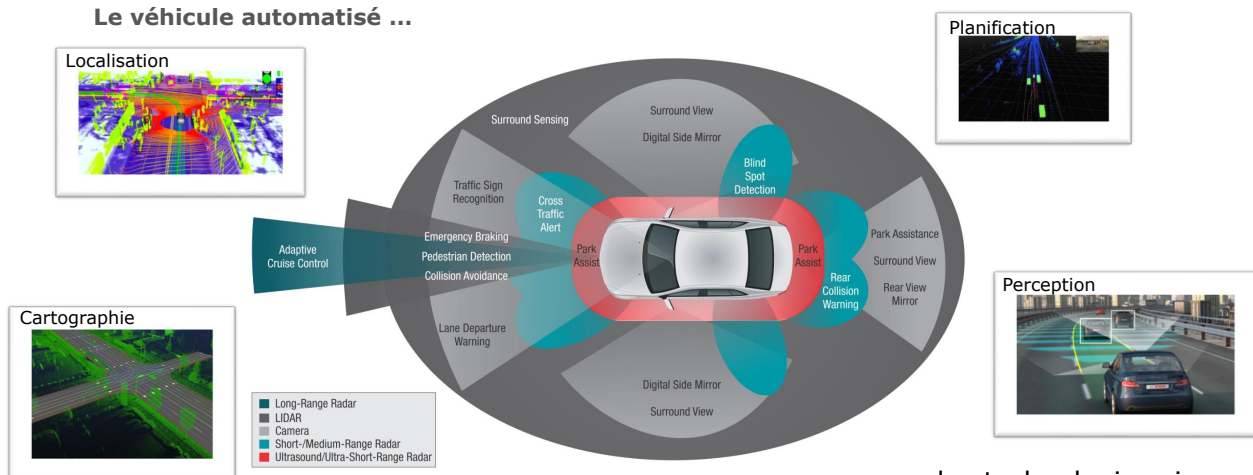


version Vers 07/01/2019

INTRODUCTION

2

Le véhicule automatisé ...



... des technologies si avancées

Pourquoi alors s'intéresser au facteur humain ?

INTRODUCTION

3

Pour éviter ...



Rejet de l'objet automatisé



Accident

07/01/2019

Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite

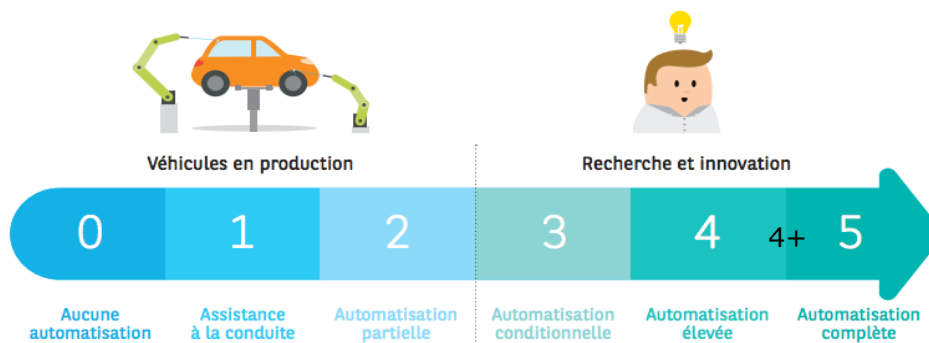
INSTITUT
VEDECOM

INTRODUCTION

4

Un objet complexe, plusieurs niveaux d'automatisation

Les 6 Niveaux d'automatisation SAE*



Le conducteur accomplit **toutes les tâches** de conduite.

Le système accomplit **toutes les tâches** de conduite.

07/01/2019

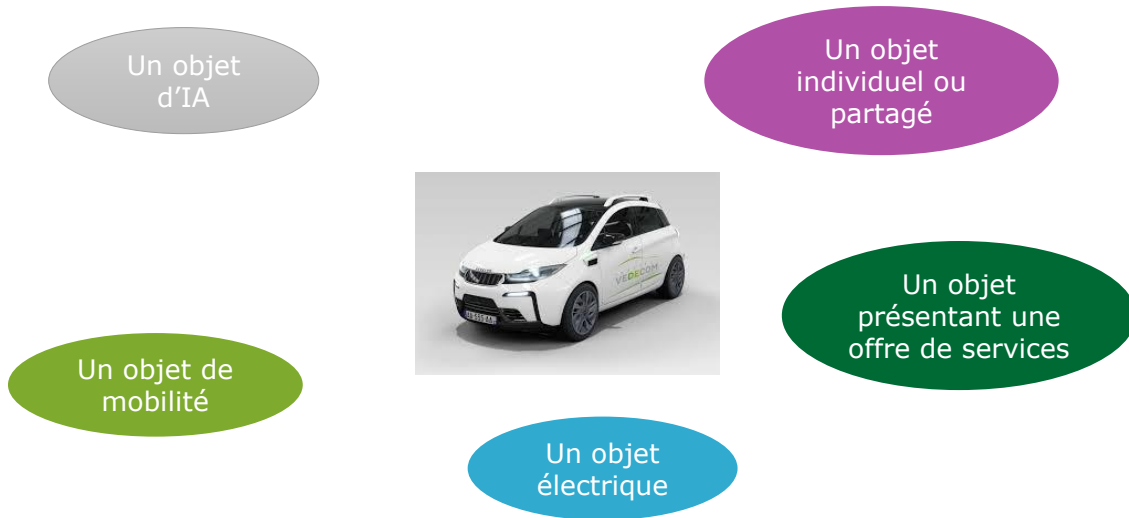
Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite

INSTITUT
VEDECOM

INTRODUCTION

5

Le véhicule autonome, plusieurs objets



07/01/2019

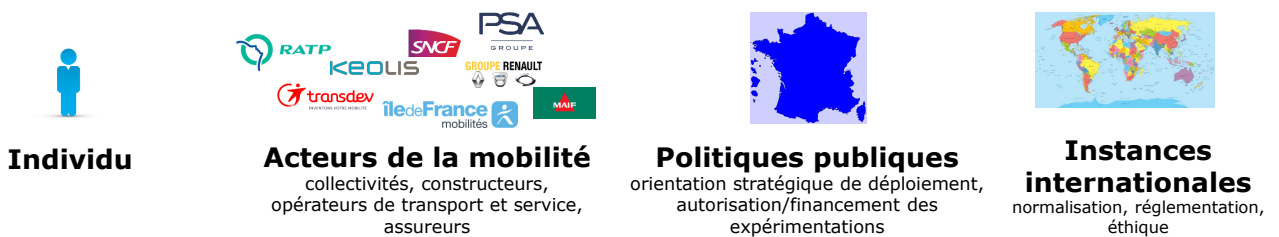
Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite

INSTITUT
VEDECOM

INTRODUCTION

6

Le véhicule autonome, un objet de recherche multiniveau



07/01/2019

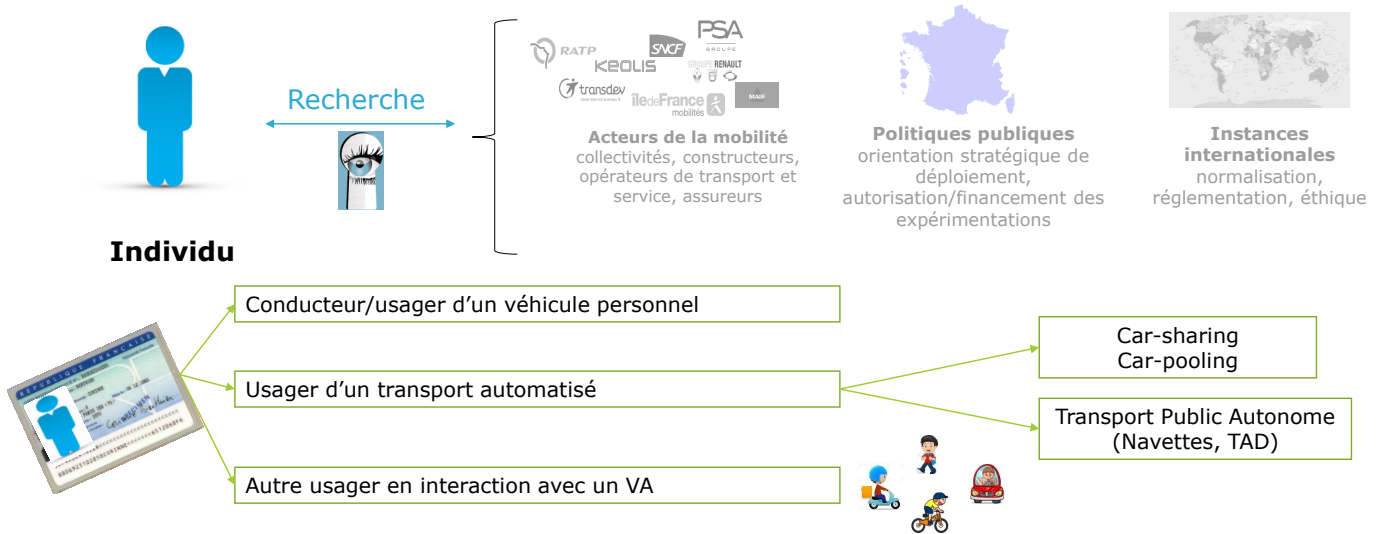
Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite

INSTITUT
VEDECOM

INTRODUCTION

7

Le véhicule autonome, un objet de recherche multiniveaux



07/01/2019

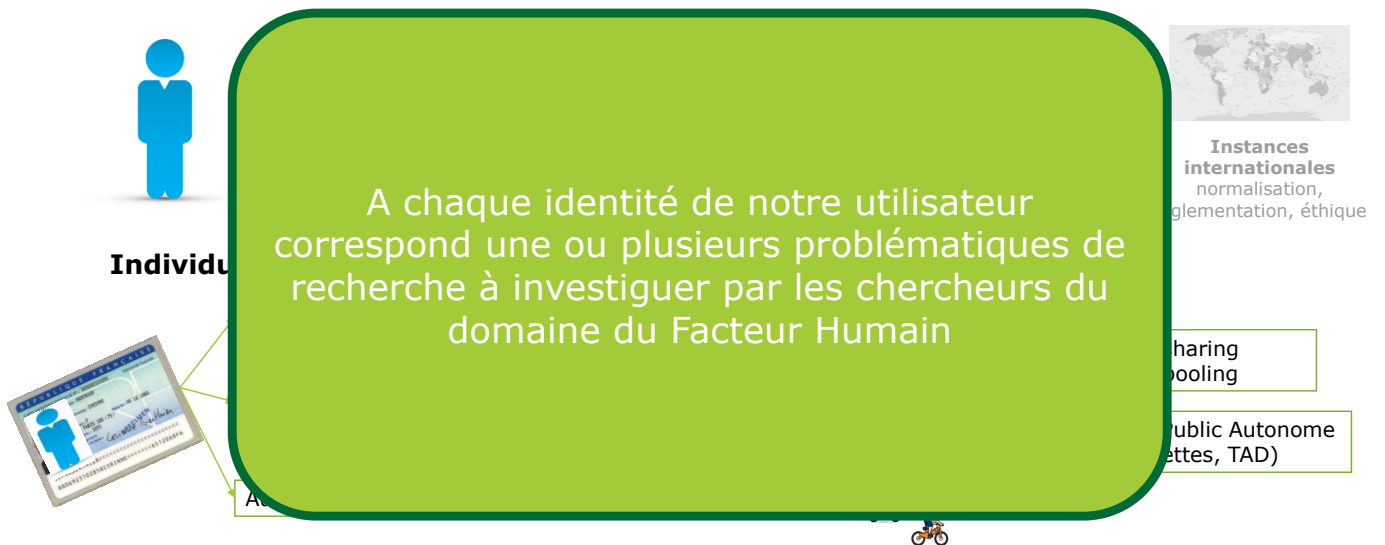
Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite

INSTITUT
VEDECOM

INTRODUCTION

8

Le véhicule autonome, un objet de recherche multiniveaux



07/01/2019

Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite

INSTITUT
VEDECOM

-
1. De l'importance d'accepter l'objet
 2. A la place de l'utilisateur à bord
 3. Et à l'adéquation des services
 4. Jusqu'à la coopération dans l'environnement routier
 5. Conclusion
 6. Q&A

DE L'IMPORTANCE D'ACCEPTER L'OBJET

DEFINITION DE L'ACCEPTABILITÉ

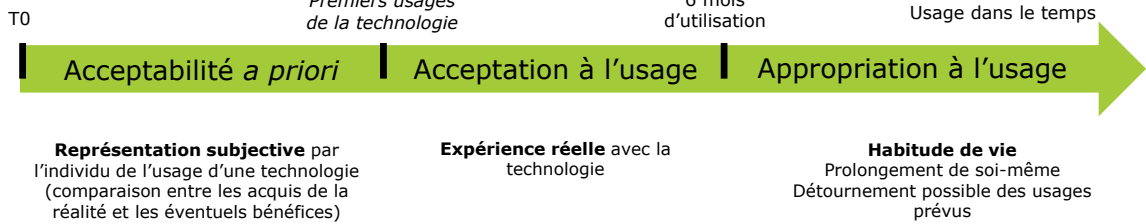
11

Acceptabilité d'une technologie → Pré-condition à l'utilisation de la technologie.

(Bobillier Chaumon 2009, 2013)

L'acceptabilité est un **processus** qui s'établit sur un **continuum temporel** selon trois stades

L'individu a seulement entendu parlé de la technologie



07/01/2019

Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite

INSTITUT
VEDECOM

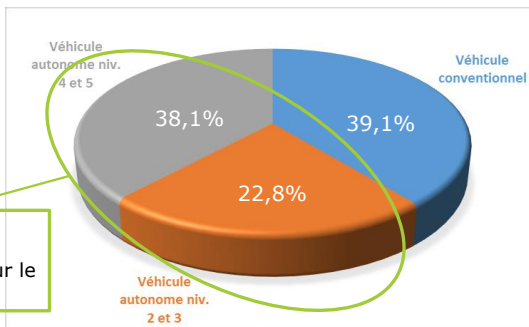
ACCEPTABILITE DU VA

12

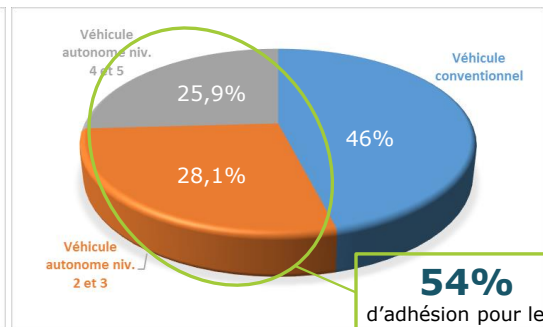
En France

A propos des usagers du VA...

61%
d'adhésion pour le VA



Préférence de véhicule pour un usage sur **autoroute**.
Bel et al., 2018, étude menée dans le cadre du projet AUTOCONDUCT



Préférence de véhicule pour un usage en **ville**.
Bel et al., 2018, étude menée dans le cadre du projet AUTOCONDUCT

54%
d'adhésion pour le VA

A propos des **autres usagers en interaction avec** le VA...

→ **85%** des piétons traversent devant un **véhicule autonome (VA)** en présence de passage piéton...
... contre **79%** lorsqu'ils se trouvent devant un **véhicule conventionnel (VC)**.

Ils sont **20,5%** à traverser **sans aucune hésitation** devant le **VA**...
Contre **11%** lorsqu'ils se trouvent devant un **VC**.

Kraiem, Bel, Coeugnet, 2018, étude menée dans le cadre du projet EVAPS

07/01/2019

Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite

INSTITUT
VEDECOM

Reste à mener

Travailler / s'assurer de / défendre
une approche centrée utilisateurs

**Etudes large scale
sur tout le
territoire**



(Bien commun)

**Etudes
comparatives
interculturelles**



(Projets Européens +
collaborations internationales)

**Etudes comparatives
en fonction de l'objet
automatisé**



(Ex. Projet EVAPS et projet
déposé VEDECOM, ???)

**Etudes
longitudinales**

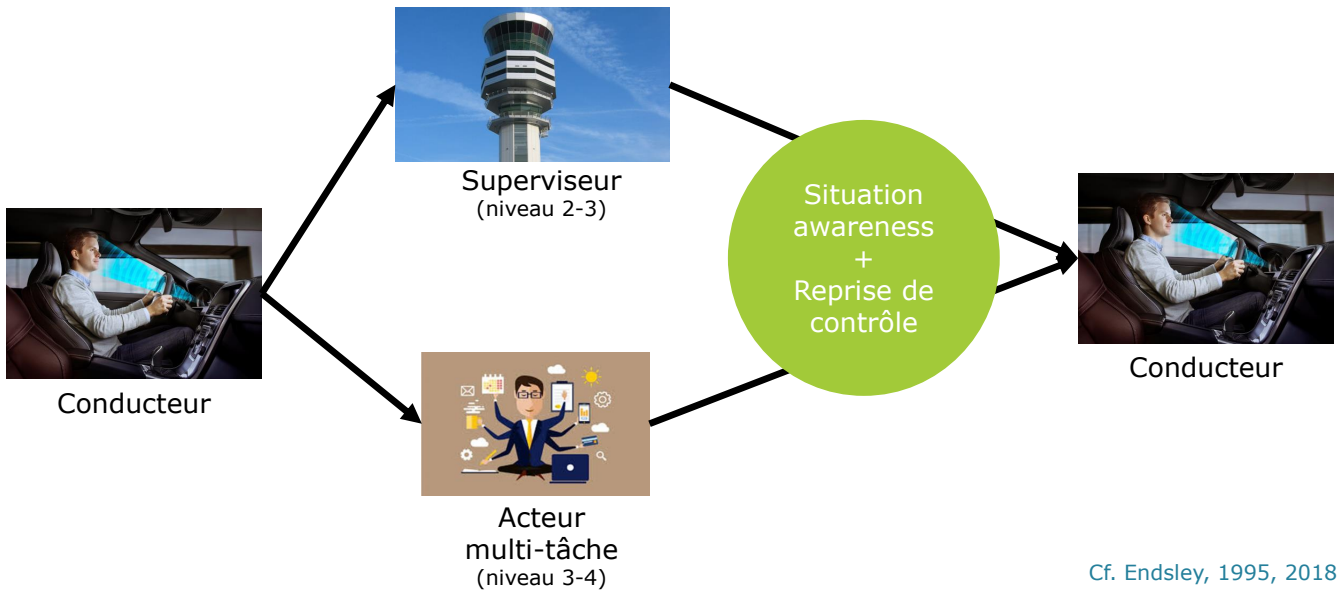


(ex. thèse de F. Monéger)

A LA NOUVELLE PLACE DU CONDUCTEUR

UNE NOUVELLE PLACE POUR LE CONDUCTEUR

15



Cf. Endsley, 1995, 2018

07/01/2019

Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite



SUPERVISION, REPRISE EN MAIN

16

Etudes des phases de transition

Temps de reprise de contrôle du véhicule

Bueno, M., Dogan, E., Hadj Selem, F., Monacelli, E., Boverie, S., & Guillaume, A. (2016)
 Yousfi, E., Dogan, E., Hadj Selem, F., Bellet, T., Tijus, C., Guillaume, A. (2016a et b).
 Yousfi, E., Dogan, E., Hadj Selem, F., Bellet, T., Tijus, C., Guillaume, A. (2018).
 Thèse Elsa Yousfi, 2018.

Temps de reprise en main
 ≠
 Temps de reprise de contrôle de la conduite

+ le budget temporel est court, + les conducteurs réagissent rapidement mais ...

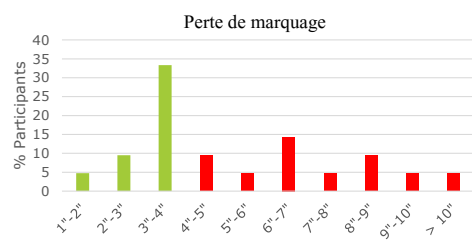
4 = **26**

secondes

Pourcentage de risque de collision

*Garantir la qualité de la reprise en main
 (enjeux du driver monitoring et des IHM)*

Variabilité interindividuelle du temps de REM



07/01/2019

Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite





Etat physique (i.e., la posture), l'état perceptif (i.e., stratégies visuelles) et état interne (i.e. mesures physiologiques des états attentionnels et émotionnels)
Conception et l'évaluation d'un mode progressif de contrôle partagé des commandes

=> Construction d'un indicateur global de l'état du conducteur

www.autoconduct.fr

Acceptabilité du monitoring

le monitoring devra garantir la sécurité et le confort s'il est implémenté dans des véhicules à faible délégation

Plus les individus préféreraient utiliser des véhicules à fort niveau d'automatisation, plus ils accepteraient d'être monitorés.

Bel et al., 2018



Pourtant les plus faibles niveaux de délégation mériteraient d'intégrer un système de monitoring

PROBLÉMATIQUES A INVESTIGUER

Sur confiance et détournement de l'usage

Ex. du niveau 2/3



« Le système gère bien à chaque fois, je peux m'accorder une petite sieste »

Perte de compétences

- Quel niveau ? Stratégique ? tactique ? opérationnel ?*
- Quand ? Quelles conséquences ? Comment l'éviter ?

* Cf modèle de l'activité de conduite, Michon, 1985

CONCEPTION D'IHM



IHM
à l'intérieur du
véhicule



Poste de
supervision des
flottes de VA



Quelles informations ?

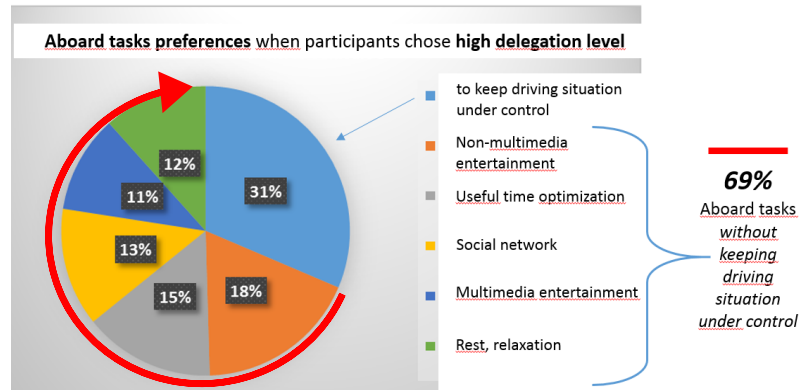


Quand ?

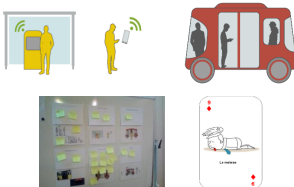


Comment ?

ET A L'ADEQUATION DES ACTIVITES ET DES SERVICES



Bel et al., 2018, étude menée dans le cadre du projet AUTOCONDUCT



1. Besoin d'**adaptation et de personnalisation**
=> Différents profils individuels = différents usages
2. Besoin de **réassurance** à l'intérieur du véhicule
=> Conserver l'humain dans la boucle
3. Besoin de **conserver les principes** de systèmes de transport existants
=> Automatisation est déjà si disruptive que le service doit être simple
4. Besoin d'un développement de service par **iteration**
=> Faciliter les habitudes de nouvelle mobilité
5. Besoin de **connaissances** sur la technologie "véhicule automatisé"
=> Faciliter l'acceptabilité

Temps de reprise de contrôle en fonction de l'activité en cours (niveau de délégation élevé)



Posture / installation au poste de conduite

INFORMER ET FORMER

Difficulté à se projeter dans l'usage => besoin d'information ... de formation

Pour le grand public, un VA évolue seul sans intervention humaine.
Pour les experts, il s'agit d'un véhicule qui peut évoluer seul ou avec un conducteur, dans un environnement déterminé ou non.
 (Etude think thank UNIR, 2018)

- ⇒ Etre attentifs à la transmission de l'information autour de la technologie « véhicule automatisé » pour créer de la connaissance, et donc de la confiance, chez les futurs usagers
- ⇒ Porter un intérêt particulier au canal de diffusion utilisé pour réaliser cette transmission d'information (*privilégier les pairs*)

Identifier de nouveaux usages

Projet Hyper lieux mobiles



Véhicules hybrides et multifonctionnels : espaces en mouvement permettant une diversité des usages potentiels

- commerce, loisirs, éducation, travail, santé, habitat...
qu'on pourrait appeler des **hyperlieux mobiles**



La diversité des activités à bord pose aussi la question de la flexibilité du temps de travail, de la modification de l'organisation du travail au sens large ...

JUSQU'À LA COOPÉRATION DANS L'ENVIRONNEMENT ROUTIER

INTERACTION AVEC LES AUTRES UTILISATEURS DE LA ROUTE

27

Problématique : AD activé jusqu'au niveau 5 => absence de communication non verbale

Or cette communication est importante dans les interactions (ex. élément de réassurance dans 40% des prises de décision de traversée du piéton; Coeugnet, Kraiem, Cahour, 2018, en révision)



Distractibilité ? effet de la mauvaise compréhension des messages ? Temps de compréhension ? Contexte de l'interaction? Acceptabilité ?

Conception d'eHMI par les constructeurs et quelques études de recherche

(Böckle, Brenden & Habibovic, 2017, Charisi et al. 2017)

mais¹
Aucune n'a considéré les besoins et le fonctionnement cognitif des individus

(Gupta, Vasardini & Winter, 2016; Clamann, Aubert & Cummings, 2017)

mais²
Aucune n'a étudié leur impact / utilité réelle

⇒ **Nécessité d'utiliser une approche centrée utilisateur et non basée sur la faisabilité de la technologie**

07/01/2019

Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite

INSTITUT
VEDECOM

COMPORTEMENT DES PIETONS

28

Etude par questionnaire (N=1132)

Objectif

- Mesurer l'impact du véhicule automatisé sur le comportement des autres usagers de la route – i.e., mesurer les écarts de comportement de traversée face à un véhicule automatisé par rapport à une voiture ordinaire.

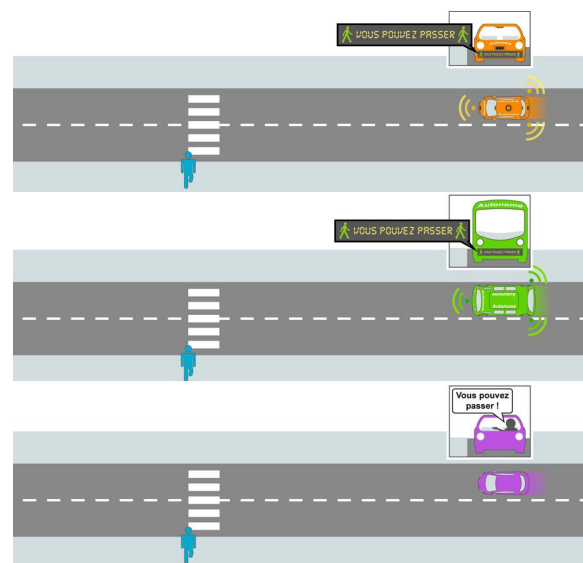
Méthode

Variable dépendante

- Probabilité de traverser de 1 (pas du tout probable) à 10 (tout à fait probable)

Variables indépendantes

- Type de véhicule
 - Voiture ordinaire (variable contrôle) / voiture automatisée / navette automatisée
- Communicant ou non communicant



Kraiem, Bel & Coeugnet, 2018, Bel et al., en cours

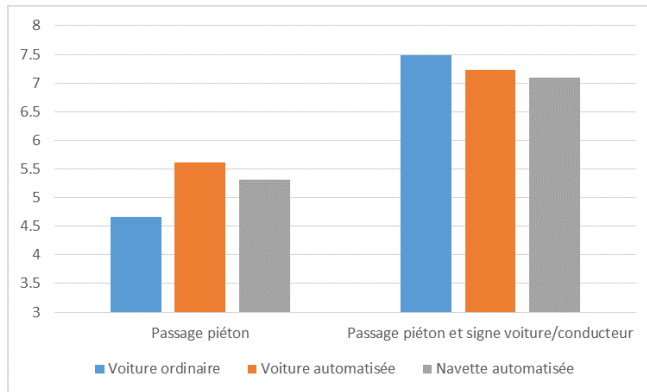
07/01/2019

Propriété de VEDECOM – Reproduction Interdite

INSTITUT
VEDECOM

Etude par questionnaires

Un effet important de la communication sur l'intention de traversée



[1] Sans signalisation/communication, les piétons traverseraient plus à un passage piéton devant un véhicule autonome.

[2] La communication du véhicule augmente la probabilité que le piéton traverse même si son effet est inférieur à celui d'une communication humaine.

Effet de la Com : $F(1, 607) = 556,11$ $p < .001$ $Eta^2 = 48\%$

Effet d'interaction COM*VEH : $F(2, 606) = 38,77$ $p < .001$ $Eta^2 = 11\%$

Kraiem, Bel & Coeugnet, 2018, Bel et al., en préparation

Etude des besoins par entretiens et focus groups

Objectifs

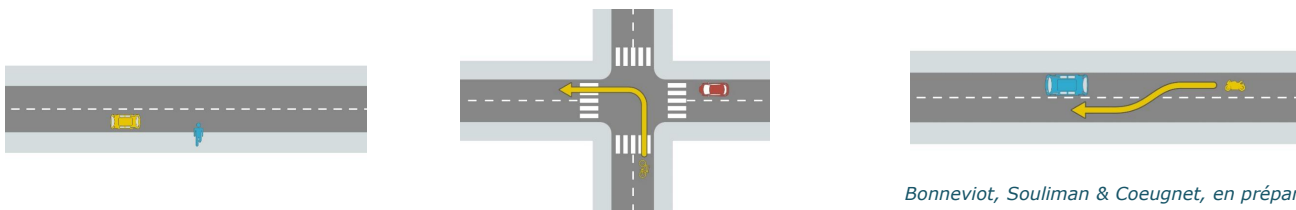
- Qualifier la manière dont les autres utilisateurs de la route conçoivent leur interaction avec les véhicules automatisés
- Faire émerger des besoins (non orientés)

Méthode par entretien et focus groups

10 entretiens d'1h30

2 focus groups de 2h (1 FG sur le taxi automatisé TAD et 1 FG sur la navette automatisée)

Participants utilisant différents modes de déplacement (voiture, vélo, à pied, 2RM)



Bonneviot, Souliman & Coeugnet, en préparation

Etude par entretiens et focus groups

Résultats principaux

- **Confiance dans l'IA** chez les + technophiles (« s'il est sur la route, c'est qu'il a subi tous les tests possibles »), certains évoquant même l'envie de tester un peu la limite du système mais peu fréquent et non marqué dans le temps.
- Besoin de s'assurer que le **véhicule ralentit** juste avant de s'engager (mais « temps d'attente moins long » selon eux)
- Besoin de **savoir que c'est un véhicule automatisé** (notamment quand le véhicule est arrêté)

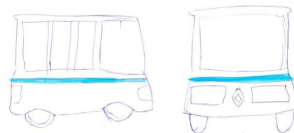
Bonneviot, Souliman & Coeugnet, en préparation

Etude par entretiens et focus groups

Bonneviot, Souliman & Coeugnet, en préparation

Résultats principaux

- Spontanément, ils évoquent une signalisation externe et une communication plus marquée pour compenser la communication non-verbale avec le conducteur qu'ils jugent essentielle dans leurs interactions.



Signalisation





Communication du VA vers usagers

Tout autour / aux 4 angles



« je t'ai vu »; « je ralentis »;
« je m'arrête »; « je redémarre »
« Je suis en mode autonome »

+ Etat de l'Art + Benchmark des solutions existantes + créativité métaphores
=> conception de 3 pistes de solution

Objectif de recherche

Effet de la communication sur la traversée de rue du piéton

2 véhicules

Navette et VP

Situations testées

- Traversée feu piéton
- Traversée sans feu piéton
- Traversée sans passage piéton

5 types de véhicules comparés

- véhicule ordinaire
- véhicule automatisé non communicant
- Véhicule automatisé eHMI 1
- Véhicule automatisé eHMI 2
- Véhicule automatisé eHMI 3

+ test sur le terrain
mi-2019



Exemple de pistes

Mesures

- Comportement de traversée,
- Prise de risque
- Prise d'information (eye-tracking),
- Compréhension des messages,
- Conscience de l'automatisation du véhicule,
- Confiance, émotions
- Utilité



To Do List

Multiplier les expérimentations / les use cases

Intégrer les variabilités interindividuelles et culturelles

Prendre en compte l'ensemble des usagers (tout mode de déplacement, mobilité inclusive)

Converger vers une eHMI universelle (lien avec l'iso et la réglementation)

CONCLUSION

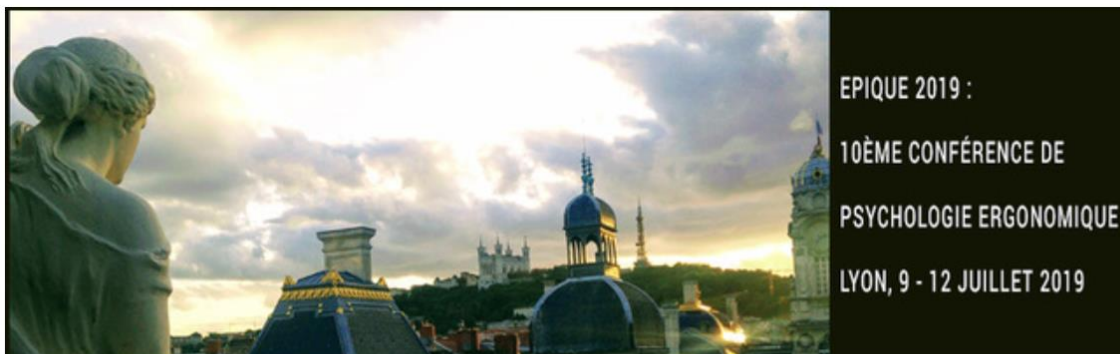
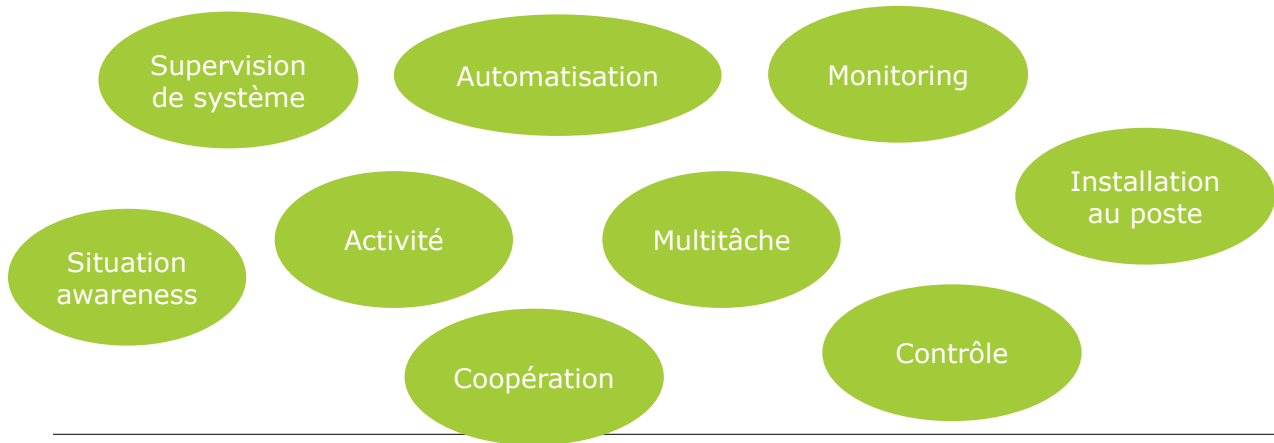
CONCLUSION - PERSPECTIVES

Véhicules automatisés sont une réalité ... mais pas forcément de la manière dans laquelle le grand public s'y projette (ou s'y fait projeter)



Au-delà de la place de l'Ergonomie dans la conception et l'évaluation des VA ...

... un apport de connaissances sur l'automatisation ... et l'activité humaine



Association pour
la Recherche
en Psychologie Ergonomique
et Ergonomie

en partenariat avec



<http://arpege-recherche.org/>



Merci de votre attention

Questions ?

stephanie.coeugnet-chevrier@vedecom.fr

