



HAL
open science

**Conception d'un service de transport par navettes
autonomes acceptable et sécurisé : approche
ergonomique par l'analyse des expériences vécues et des
valeurs en acte**

Ferdinand Monéger

► **To cite this version:**

Ferdinand Monéger. Conception d'un service de transport par navettes autonomes acceptable et sécurisé : approche ergonomique par l'analyse des expériences vécues et des valeurs en acte. Education. Université Clermont Auvergne [2017-2020], 2018. Français. NNT : 2018CLFAL010 . tel-02066935

HAL Id: tel-02066935

<https://theses.hal.science/tel-02066935>

Submitted on 13 Mar 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Conception d'un service de transport par navettes autonomes acceptable et sécurisé : approche ergonomique par l'analyse des expériences vécues et des valeurs en acte

Thèse de l'Université Clermont Auvergne (UCA) – Ecole doctorale LSHS

Thèse présentée par Ferdinand Monéger

le 30 novembre 2018

en vue de l'obtention d'un Doctorat

Sous la direction de :

Fabien Coutarel, laboratoire ACTé, Maître de conférences en ergonomie
Patrick Chambres, laboratoire LAPSCO, Professeur de psychologie cognitive

Jury

Béatrice Cahour, Chercheur CNRS CR1 HDR - UMR i3 Télécom ParisTech

Marc-Éric Bobillier-Chaumon, Professeur, CNAM

Éric Brangier, Professeur, Université de Lorraine

Géraldine Rix-Lièvre, Professeure, Université Clermont-Auvergne

Patrick Chambres, Professeur, Université Clermont-Auvergne

Fabien Coutarel, Maître de conférences, Université Clermont-Auvergne

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Examineur

Directeur

Directeur

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme Investissements d'avenir dans le cadre du projet LabEx IMobS3 (ANR-10-LABX-16-01), d'une aide de l'Union Européenne au titre du Programme Compétitivité Régionale et Emploi 2007-2013 (FEDER Région Auvergne) et d'une aide de la Région Auvergne.

This work has been sponsored by the French government research program « *Investissements d'avenir* » through the IMobS3 Laboratory of Excellence (ANR-10-LABX-16-01), by the European Union through the program Regional competitiveness and employment 2007-2013 (ERDF – Auvergne region), and by the Auvergne region.

Remerciements

Cette page de remerciements est l'occasion pour moi d'adresser ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont conduit plus ou moins directement à m'intéresser à l'ergonomie, à la recherche et à produire ce travail.

Je remercie particulièrement Fabien Coutarel, et ce à plusieurs titres. D'abord pour son engagement vis-à-vis de la discipline ergonomie. La détermination dont lui et Joffrey Beaujouan font acte depuis plusieurs années pour développer la formation en ergonomie, au sein du laboratoire ACTé, est un des moteurs de mon engagement professionnel. Je remercie également Fabien pour ses qualités humaines, pour toute l'aide, la confiance et l'inspiration qu'il m'a apportées, notamment au cours de cette thèse.

Au titre de Directeur de thèse, je remercie également Patrick Chambres, du LAPSCO, pour son soutien, son implication et la rigueur scientifique qu'il a essayé de me transmettre. Je remercie Fabien et Patrick pour avoir su à la fois cadrer mon travail, m'aider dans tous les moments où j'avais besoin d'eux, mais aussi me laisser libre d'explorer les axes de recherches auxquelles j'étais le plus sensible.

Je remercie les partenaires institutionnels pour leur soutien et leur confiance :

- l'Union Européenne, le Feder, la Région Auvergne pour le financement accordé à ce travail ;
- Imobs³, Viaméca, Ligier, et leurs acteurs, dont Michel Dhome, qui ont toujours soutenu nos investigations ;
- tous les exploitants qui m'ont ouvert leurs portes et toutes les personnes qui m'ont accordé du temps au cours de cette recherche.

Je remercie les autres membres de l'équipe SHS : Ladislav Motak et Marie Izaute pour leur contribution à la dynamique globale du projet.

Je remercie Damien Cromer, ma compagne Pauline, ainsi que ma maman Elisabeth, pour avoir pris le temps de lire ma thèse.

Je remercie tous les membres de l'équipe *ergo-anthropo* pour leur amitié et leur contribution régulière à ma stimulation intellectuelle.

Je remercie, enfin, les membres du jury d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Sommaire

Remerciements.....	2
Sommaire.....	3
Liste des Figures	10
Liste des Tableaux	12
Introduction	14
1. Contexte relatif à la conception de Véhicules Autonomes (VA) et de Navettes Autonomes (NA) en particulier	14
2. Principaux enjeux liés au développement des VA et des NA en particulier	15
2.1. Manque de prise en compte du facteur humain dans les projets d'innovation....	16
2.2. Enjeux sociétaux liés au développement des VA	17
2.2.1. Acceptabilité/acceptation et sources de rejets des VA.....	17
2.2.2. Enjeux liés aux limites de l'automobile.....	18
2.2.3. Enjeux liés au développement de la technologie innovante	19
2.2.4. Enjeux liés à la sécurité.....	20
2.2.5. Enjeux liés à l'autonomisation.....	21
3. Contexte institutionnel et genèse du projet de conception des NA.....	24
3.1. Spécificités des Navettes Autonomes (NA)	24
3.2. Arrivée d'une PME spécialiste de la robotique, en région Auvergne	24
3.3. Naissance des NAv1	25
3.2.1. LabEx IMobS3	25
3.2.2. Positionnement du pôle SHS au sein du projet de conception.....	26
3.4. Des NAv1 aux NAv2	27
4. Enjeux disciplinaires et problématiques de recherche.....	28
Partie I : de l'acceptabilité à l'acceptation	30
Chapitre 1 : acceptabilité	31
1. Modèles de l'acceptabilité	31
1.1. Acceptabilité pratique	31
1.2. Acceptabilité sociale.....	32
2. Critiques de ces modèles.....	32
3. Intérêts des modèles de l'acceptabilité dans le projet de conception de NA.....	33
Chapitre 2 : acceptation.....	34
1. Définition de l'acceptation	34
2. Caractères statiques et dynamiques des processus d'acceptation.....	34
3. Facteurs du processus d'acceptation	34
4. Anthropomorphisme et acceptation	36

5.	Complémentarité des approches « acceptation / acceptabilité »	36
6.	Symbiose humain-technologie	37
	Synthèse de la Partie I.....	37
	Partie II : valeurs et expérience vécue	39
	Chapitre 3 : valeurs et valeurs en acte	40
1.	Définition générale des valeurs.....	40
2.	Des valeurs aux valeurs en actes.....	42
3.	Valeurs en acte et relations de service	43
4.	Valeurs, normes et règles.....	44
	Chapitre 4 : conflits de valeurs en acte, situations critiques et arbitrages	45
1.	Conflits de valeurs dans le secteur de la conduite automobile.....	45
2.	Conflits de valeurs et situations critiques chez les régulateurs de la relation de service..	46
3.	Evolution des valeurs et des arbitrages en situation critique en fonction du niveau d'expertise ?.....	47
	Chapitre 5 : approche expérientielle	48
1.	Expérience Utilisation (UX).....	48
2.	Définition de l'expérience vécue	49
3.	Approches par l'expérience vécue et conception de nouvelles technologies.....	50
4.	Expérience vécue et agentivité.....	50
	Synthèse de la Partie II.....	51
	Partie III : conception d'un service autonome sûr et résilient	52
	Chapitre 6 : rôle de l'humain dans la gestion des systèmes sociotechniques complexes	53
1.	Travail prescrit, activité réelle et conception	53
2.	L'humain agent de fiabilité ou d'infiabilité ?.....	54
3.	Allocations de fonctions et conception d'un service de transport autonome	55
4.	Sécurité réglée, sécurité gérée.....	56
	Chapitre 7 : conception d'un service de transport : d'une sécurité « totale » à une sécurité « acceptable ».....	58
1.	Qu'est-ce qu'un système sûr ?.....	58
2.	Des systèmes ultra-sûrs aux systèmes résilients	58
3.	Cycles de vie des systèmes sociotechniques.....	61
	Synthèse de la Partie III	62
	Partie IV : cadrage méthodologique	64
1.	Présentation des sites d'expérimentation	66
1.1.	Un Centre Hospitalier (CHU)	66
1.2.	Un Campus Universitaire auvergnat.....	66
1.3.	Un Campus universitaire polytechnique suisse.....	67
1.4.	Un Centre de recherches d'un industriel du secteur de l'automobile	67

1.5.	Un Congrès international portant sur les transports intelligents.....	67
1.6.	Une Technopole.....	68
2.	Caractéristiques fonctionnelles des NA.....	68
3.	Caractéristiques des investigations	69
Chapitre 8 : mesures d'acceptabilité et d'acceptation.....		71
1.	Focus Groups.....	71
2.	Questionnaires acceptabilité/acceptation	71
3.	Manipulations de facteurs potentiels d'acceptation	71
4.	Affluences du service	72
5.	Questionnaires utilisateurs du Centre de recherches.....	72
Chapitre 9 : analyse des activités		73
1.	Photographies et analyses vidéo	73
2.	Observation participante / participation observante	74
3.	Relevés systématiques d'actions et de verbalisations.....	74
4.	Entretiens composites.....	75
5.	<i>Questionnaire utilisateurs</i> du Centre de recherches.....	75
6.	Observations systématiques des prises d'information visuelles des accompagnants.....	75
7.	Recueils de traces d'activité en termes d'exposition aux situations critiques	76
Chapitre 10 : construction des expériences vécues et mise en lumière des valeurs.....		77
1.	Analyse des expériences vécues des régulateurs en situations critiques.....	77
2.	Mise en lumière des valeurs.....	79
Chapitre 11 : mise en perspective de l'évolution des dimensions réglées/gérées du service		81
1.	Dialectique réglé/géré	81
2.	Place de la valeur sécurité au sein des systèmes de valeurs des différents acteurs	81
Synthèse de la Partie IV :		82
Partie V : résultats et premiers niveaux d'analyses.....		84
Chapitre 12 : apports des perspectives d'acceptabilité et d'acceptation.....		85
1.	Acceptabilité à travers les Focus Group.....	85
1.1.	Attitude vis-à-vis des NA.....	86
1.2.	Image et normes du groupe.....	86
1.3.	Contrôle perçu.....	86
1.4.	Conditions facilitant – ou ne facilitant pas – l'utilisation de la NAV1	86
1.5.	Utilité perçue.....	86
1.6.	Facteurs personnels, affects, croyances, bénéfices perçus	87
1.7.	Facilité d'utilisation perçue	87
2.	Questionnaires acceptabilité/acceptation	88
3.	Manipulations de facteurs potentiels d'acceptation	89
4.	Affluences du service	92

5.	<i>Questionnaires utilisateurs</i> du Centre de recherches	93
6.	Conclusion du Chapitre 12.....	93
Chapitre 13 : bénéfices de l'approche par l'expérience vécue et les valeurs		95
1.	Situations critiques rencontrées par les régulateurs	95
1.1.	Techniques utilisées pour identifier les situations critiques	95
1.1.1.	Photographies et analyses vidéo.....	96
1.1.2.	Observation participante.....	97
1.1.3.	Recueils systématiques d'actions et de verbalisations	98
1.1.4.	Recueils systématiques des prises d'informations visuelles des accompagnants..	98
1.1.5.	Analyse des traces d'activité en termes d'exposition aux situations critiques.....	101
1.1.6.	Entretiens composites	102
1.1.7.	Questionnaire <i>utilisateurs</i> du Centre de recherches	103
1.2.	Situations critiques rencontrées par les régulateurs.....	103
2.	Valeurs des régulateurs et arbitrages en situations critiques	107
2.1.	Techniques utilisées pour identifier les valeurs des régulateurs.....	108
2.2.	Valeurs des régulateurs	108
2.2.1.	Sécurité.....	109
2.2.2.	Fiabilité	109
2.2.3.	Utilité.....	109
2.2.4.	Satisfaction des passagers.....	110
2.2.5.	Respect des procédures	110
2.2.6.	Besoin de contrôle	111
2.2.7.	Non-gêne des autres usagers du site.....	111
2.3.	Valeurs en acte des régulateurs dans leurs expériences vécues des situations critiques	113
2.3.1.	Situations critiques amenant des arbitrages entre des valeurs numériquement équilibrées.....	113
2.3.2.	Situations critiques amenant des arbitrages entre des valeurs numériquement déséquilibrées.....	126
2.3.3.	Un système de valeur et des arbitrages évolutifs dans le temps, en fonction du niveau d'expertise ?	128
3.	Valeurs portées par les autres acteurs	129
3.1.	Techniques utilisées pour identifier les valeurs des autres acteurs.....	130
3.1.1.	<i>Entretiens composites</i> à destination des régulateurs.....	130
3.1.2.	<i>Entretiens composites</i> à destination des concepteurs et des exploitants	130
3.1.3.	Questionnaire <i>utilisateurs</i> du Centre de recherches	131
3.2.	Valeurs portées par les passagers des NA	131
3.2.1.	Curiosité	131
3.2.2.	Utilité	131

3.2.3.	Fiabilité	134
3.2.4.	Lien social.....	134
3.2.5.	Sécurité	134
3.2.6.	Ecologie / développement durable.....	135
3.2.7.	Fierté régionale.....	135
3.2.8.	Préservation de l'emploi.....	135
3.2.9.	Lutte contre la sédentarité	135
3.2.10.	Non-gêne des autres usagers du site	135
3.3.	Valeurs portées par les autres usagers du site non-utilisateurs du service	136
3.4.	Valeurs portées par les exploitants	137
3.4.1.	Sécurité.....	137
3.4.2.	Affluence du service	137
3.4.3.	Utilité du service.....	138
3.4.4.	Satisfaction des passagers.....	138
3.4.5.	Fiabilité de service.....	138
3.4.6.	Non-gêne des autres usagers du site.....	138
3.5.	Valeurs portées par les concepteurs de la Leading.....	139
3.5.1.	Promotion de l'image commerciale des NA	139
3.5.2.	Sécurité.....	139
3.5.3.	Fiabilité	139
3.5.4.	Respect des procédures	139
4.	Conclusion du Chapitre 13.....	140
Chapitre 14 : la caractérisation du modèle de sécurité du système		143
1.	Caractérisation de la dialectique « réglé/géré ».....	144
1.1.	Techniques utilisées	144
1.1.1.	Analyse des fiches de postes des régulateurs.....	144
1.1.2.	Observations participantes	144
1.1.3.	<i>Entretiens composites</i> à destination des régulateurs.....	145
1.1.4.	Entretiens composites	145
1.2.	Tâches prescrites aux régulateurs du service.....	146
1.2.1.	Tâches prescrites aux accompagnants.....	146
1.2.2.	Tâches prescrites aux superviseurs	146
1.2.3.	Tâches prescrites aux hôtesses	146
1.2.4.	Une diversité de prescripteurs et de formes de transmission des consignes.....	147
1.2.5.	Des prescriptions situées, spécifiques à certaines expérimentations, évolutives	147
1.3.	Processus de régulations mis en place au cours du projet.....	148
1.3.1.	Focale sur la valeur respect des procédures	149
1.3.2.	Remontées d'informations des régulateurs vers les prescripteurs.....	150

1.3.3. Représentations des concepteurs de la Leading sur les régulations chaudes.....	150
2. Place de la valeur sécurité	153
2.1. Régulations mettant en jeu la sécurité.....	153
2.2. Poids de la valeur sécurité pour les différents acteurs du système.....	156
3. Conclusion du Chapitre 14.....	158
Chapitre 15 : recommandations adressées aux partenaires concepteurs.....	160
1. Méthodes ayant permis de construire des spécifications à l'intention des partenaires concepteurs	160
1.1. Entretiens composites	160
1.2. Questionnaire du Centre de recherches.....	161
1.3. Réunions de travail avec les concepteurs et les exploitants	161
2. Synthèse et catégorisation des déterminants à l'origine des situations critiques.....	161
2.1. Déterminants personnels	161
2.2. Déterminants interpersonnels	162
2.3. Déterminants organisationnels.....	163
2.4. Déterminants techniques, architecturaux, environnementaux	166
3. Des résultats ayant permis la transmission de repères de conception	166
Partie VI : discussion des résultats et perspectives.....	167
Chapitre 16 : valeurs, expérience et acceptation	167
1. Valeurs, acceptation et conception d'un système de transport autonome	167
1.1. Conflits de valeurs et arbitrages des Véhicules Autonomes (VA)	168
1.2. Dimension située des valeurs	171
1.3. Dimension systémique des valeurs	172
1.4. Dimension dynamique des valeurs	174
1.5. Intérêts et limites de la focale sur les régulateurs.....	177
2. Effets de l'expérience sur l'acceptabilité/l'acceptation, pour la conception	179
2.1. Liens entre les expériences et systèmes de valeurs chez les régulateurs.....	179
2.2. Écarts entre acceptabilité et acceptation interprétés par le prisme des analyses des expériences et des valeurs des usagers des sites	180
2.3. Intérêts et les limites des approches expérientielles pour la conception d'un système de transport autonome.....	183
2.3.1. Analyse des expériences vécues par des professionnels pour la conception.....	183
2.3.2. Transmission de repères pour la conception et l'exploitation des NA	183
2.3.3. Autres projets actuels de conception de VA.....	185
2.3.4. Limites inhérentes à la <i>structure projet</i>	187
3. Agentivité et identité	189
3.1. Agentivité	190
3.2. Identité.....	193

Conclusion du Chapitre 16	194
Chapitre 17 : complexité de la définition d'un modèle de sécurité pour les systèmes de transport par NA.....	196
1. Place de l'humain dans la conception et gestion d'un service de transport autonome .196	
1.1. Engagement humain.....	196
1.2. Dialectique réglé/géré	198
1.2.1. Gestion par des superviseurs humains.....	198
1.2.2. Gestion par les usagers des sites	198
1.2.3. Gestion par les IA	199
1.3. Allocation de fonctions située, dynamique et systémique	200
2. Conditions d'une sécurité acceptable pour les NA.....	201
2.1. Inscription des NA dans un des modèles de sécurité d'Amalberti	201
2.1.1. NA, VA vs. modèle de la résilience	202
2.1.2. NA, VA vs. modèle de l'ultrasécurité.....	203
2.1.3. NA, VA vs. modèle HRO.....	203
2.2. Cycles de vie des systèmes de transport par NA et VA	204
Conclusion du Chapitre 17	206
Conclusion générale	208
Bibliographie	210
Annexes	223
Annexe 1 : Spécifications <i>UX</i> et <i>acceptabilité</i> suite aux expérimentations des NAv1	223
Annexe 2 : Spécifications <i>conception de services</i> suite aux expérimentations des NAv2	235
Annexe 3 : Questionnaire acceptabilité/acceptation (site du CHU ; avant et après utilisation des NAv1)	242
Annexe 4 : Agenda rempli par les accompagnants du Centre de recherches	244
Annexe 5 : Résultats du questionnaire utilisateurs du Centre de recherches	245
Annexe 6 : Grille d'entretien semi-directif à destination des régulateurs : accompagnants, superviseurs, hôtesse.....	250
Annexe 7 : Grille d'entretien semi-directif à destination des exploitants et concepteurs.....	253
Annexe 8 : Exemple de codage des valeurs au cours d'un entretien semi-directif.....	253
Annexe 9 : Commentaires exprimés par la voix humanoïde au cours de l'expérimentation du campus universitaire auvergnat (Juin 2014).....	2555
Annexe 10 : Les bonnes pratiques de l'opérateur.....	2598
Annexe 11 : Les bonnes pratiques du superviseur.....	259

Liste des Figures

- Figure 1 : Evolution du parc automobile français
- Figure 2 : Exemples de véhicules urbains privés
- Figure 3 : Issues des projets d'innovation sur la période 1994-2000 (Extrait de Standish Group, 2001)
- Figure 4 : Google car en 2016
- Figure 5 : Voiture autonome futuriste d'après BMW en 2016
- Figure 6 : Article 8 de la convention de Vienne
- Figure 7 : NAv1
- Figure 8 : le CyCab
- Figure 9 : VolcanBul, Vulcania
- Figure 10 : Lidar des NAv1
- Figure 11 : De la NAv1 à la NAv2
- Figure 12 : Modèle de l'acceptabilité de Nielsen (1993)
- Figure 13 : Valeurs et domaines motivationnels, selon Shalom Schwartz et Bilsky (1987)
- Figure 14 : Domaines de l'expérience utilisateur (d'après Brangier et Bastien, 2010)
- Figure 15 : Echelle de sécurité en fonction de l'activité (d'après Amalberti, 2001)
- Figure 16 : Conception et cycle des systèmes sociotechniques et vulnérabilité juridique (d'après Amalberti, 2013)
- Figure 17 : Frise chronologique du projet vue par le chercheur
- Figure 18 : Parvis du CHU
- Figure 19 : NAv1 arrivant devant le parvis du CHU
- Figure 20 : Circuit emprunté par la NAv1 sur le site du CHU
- Figure 21 : Campus auvergnat
- Figure 22 : NAv1 arrivant à la station « *bibliothèque* »
- Figure 23 : Circuit emprunté par la NAv1 sur le site du Campus auvergnat
- Figure 24 : Flotte d'NAv2 devant la bibliothèque du campus universitaire polytechnique suisse
- Figure 25 : Deux NAv2 stationnées à une station
- Figure 26 : Circuit emprunté par les NAv2 sur le site du campus universitaire polytechnique suisse
- Figure 27 : Centre de de recherches industriel automobile
- Figure 28 : NAv2 stationnée à une station
- Figure 29 : Modèle des affiches diffusées sur le site
- Figure 30 : NAv2 devant le Parc des expositions
- Figure 31 : Circuit emprunté par les NAv2 sur le site du Congrès international
- Figure 32 : NAv2 devant le Palais des Congrès
- Figure 33 : NAv2 à l'arrêt « *parking* »
- Figure 34 : NAv2 devant le Golf de la Technopole
- Figure 35 : Circuit emprunté par les NAv2 sur le site de la Technopole
- Figure 36 : Tablette tactile confiée aux accompagnants sur le Campus universitaire suisse
- Figure 37 : Fixation d'une caméra à l'intérieur de la NAv1
- Figure 38 : Fixation d'une caméra à l'extérieur de la NAv1
- Figure 39 : Vue depuis une caméra fixée à l'intérieur de la NAv1
- Figure 40 : Télécommande
- Figure 41 : Tablette tactile confiée aux accompagnants sur le site du Campus suisse
- Figure 42 : Zones « *incidentogènes* » révélées par les « *retours incidents* » des accompagnants sur le Campus suisse
- Figure 43 : Carnet de bord des accompagnants sur le Centre de recherches
- Figure 44 : Navette en panne sur le Campus suisse

Figure 45 : Obstruction de la voie par un camion
Figure 46 : NA stoppée pour laisser passer le camion à contresens
Figure 47 : Taxi bloquant la NA pendant 2 '30
Figure 48 : Piétonne n'entendant pas la NA
Figure 49 : NA rassemblées à 8h vers les arrêts de bus de la Technopole
Figure 50 : Résultats du *Questionnaire utilisateurs du Centre de recherches*. Réponses à la question : « *la présence l'accompagnant est-elle surtout ?* » (5 choix possibles)
Figure 51 : « *Bonnes pratiques* » prescrites aux accompagnants et aux superviseurs sur la Technopole
Figure 52 : NA en panne de batterie
Figure 53 : Collision d'une NA en phase de chargement
Figure 54 : Boitier abritant la caméra avant
Figure 55 : Chauffeur du camion sanglant la NA
Figure 56 : Exemple de question posée par le programme Moral Machine
Figure 58 : Conducteur qui se range pour laisser la priorité à la NA et éviter ainsi un blocage de la circulation
Figure 57 : Piétonne qui s'écarte avec son enfant évitant ainsi un ralentissement de la NAv1

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Evolution du positionnement du Pôle SHS au cours du projet

Tableau 2 : Caractéristiques des dimensions et facteurs d'acceptation (à partir de Bobillier-Chaumon, 2013, p. 165).

Tableau 3 : Caractéristiques des trois modèles de sécurité (d'après Amalberti, 2013, pp. 99-100)

Tableau 4 : Caractéristiques des différentes expérimentations de NA

Tableau 5 : Techniques utilisées sur les différentes expérimentations

Tableau 6 : Résultats des questionnaires acceptabilité/acceptation sur le site du CHU

Tableau 7 : Résultats des manipulations de variables d'acceptation sur le site du Campus auvergnat

Tableau 8 : Affluences du service sur les différentes expérimentations

Tableau 9 : Synthèse des observations systématiques des prises d'informations visuelles des accompagnants

Tableau 10 : Situations critiques rencontrées par les régulateurs

Tableau 11 : Situations critiques amenant des arbitrages entre des valeurs numériquement équilibrées

Tableau 12 : Situations critiques amenant des arbitrages entre des valeurs numériquement déséquilibrées

Tableau 13 : Résultats du *Questionnaire utilisateurs du Centre de recherches*. Réponses à la question : « *comment avez-vous perçu cette expérience ?* »

Tableau 14 : Résultats du *Questionnaire utilisateurs du Centre de recherches*. Réponses à la question : « *Quelles évolutions du service des navettes pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ?* »

Tableau 15 : Valeurs partagées par les différentes catégories d'acteurs

Tableau 16 : Niveau de connaissance de la Leading sur les situations critiques et leur régulation

Tableau 17 : Valeurs partagées par les différentes catégories d'acteurs

Cette thèse s'inscrit dans le cadre d'une recherche-action portant sur la conception de navettes de transport autonomes (sans chauffeur). Ces navettes autonomes (NA) sont les premiers véhicules autonomes routiers à avoir été testés auprès du grand public.

Depuis 2013, une équipe de chercheurs en Sciences Humaines et Sociales (SHS, composée de psychologues et d'ergonomes, dont l'auteur de la présente thèse) a été associée à ce projet de conception, au sein du Labex IMobS3 (« *Innovative Mobility : Smart and Sustainable Solutions* »). L'objectif général poursuivi par cette équipe SHS était d'identifier les leviers d'acceptabilité et d'acceptation des NA afin de transmettre des spécifications aux partenaires du projet, sur les volets technique et serviciel.

Ici l'acceptabilité désigne le potentiel acceptable d'une technologie, en amont des usages ; alors que l'acceptation désigne les processus d'adoption « réels » d'une technologie, dans le cours de son déploiement dans un système sociotechnique complexe.

A l'étape du projet de conception à laquelle ont eu lieu nos recherches, le niveau d'autonomie final des NA n'était pas encore atteint. Ainsi, au cours des 6 expérimentations qui ont servi de support à nos analyses, des « *régulateurs humains* », et notamment des accompagnants à bord des NA, contribuaient au fonctionnement du service.

Une des particularités de notre recherche tient au fait que nous avons focalisé nos analyses sur ces régulateurs, sur leurs activités, sur leurs expériences vécues et sur leurs valeurs pour concevoir les futurs services de transport par NA.

Nous nous sommes aussi intéressés à la manière dont était réglée et gérée la sécurité de ce système de transport innovant et à la façon dont la sécurité pouvait s'articuler avec d'autres critères de performance du service, d'autres valeurs en acte mobilisées par les régulateurs dans le cours de leur activité.

Ainsi, après avoir introduit le contexte et les enjeux associés au présent projet, nous investissons, dans la Partie I, les concepts d'acceptabilité (Chapitre 1) et d'acceptation (Chapitre 2).

Dans la Partie II, nous montrons que les analyses en termes d'acceptabilité et d'acceptation révèlent généralement des écarts qui pourraient être expliqués par l'analyse :

- des valeurs des différents acteurs (Chapitre 3), c'est-à-dire : les passagers des NA, les usagers des sites *non-utilisateurs*, les exploitants, les concepteurs, et surtout, les régulateurs du service (accompagnants à bord des NA, hôtesses et superviseurs sur certaines expérimentations) ;
- des conflits de valeurs des régulateurs (Chapitre 4), révélés par la construction de leurs expériences vécues en situations critiques (Chapitre 5).

Puis, dans la Partie III, nous nous focalisons sur le rôle de l'humain dans la gestion des systèmes sociotechniques complexes (Chapitre 6) et notamment dans la gestion de la sécurité (Chapitre 7).

Trois *thèses intermédiaires* distinctes et complémentaires sont respectivement formalisées en synthèse des Parties I, II et III.

Dans la Partie IV, nous expliquons comment le déploiement de NA sur six sites européens entre janvier 2014 et mai 2016, nous a permis d'instruire nos différentes thèses via la mise en place de plusieurs protocoles d'investigations.

La Partie V est consacrée aux résultats de ces investigations sous forme de trois Chapitres (12, 13 et 14, respectivement consacrés à l'instruction des trois thèses intermédiaires précédemment évoquées).

Enfin, ces résultats sont discutés dans la Partie VI.

Introduction

La partie introductive qui suit permet de présenter :

1. Le contexte dans lequel s'inscrit le présent projet de conception.
2. Les enjeux sociétaux associés au développement des véhicules autonomes (VA), en général, et des navettes autonomes (NA), en particulier.
3. La genèse du projet de recherche-action dans lequel s'inscrit le présent travail.
4. Les enjeux disciplinaires associés à cette recherche.

1. Contexte relatif à la conception de Véhicules Autonomes (VA) et de Navettes Autonomes (NA) en particulier

La généralisation de l'automobile au siècle dernier a constitué une innovation fondamentale pour notre civilisation occidentale. Ce mode de transport a, en effet, structuré notre économie, nos territoires et transformé en profondeur nos modes de vie, nos comportements et même certaines de nos « valeurs » (un mode de déplacement individualisé, un objet pouvant incarner la liberté, la puissance, la richesse, constituant même plus généralement une partie de l'identité de son propriétaire...).

Ainsi, comme le dit Avanzini (2010) : « quand nous parlons déplacements, nous parlons forcément voiture, dès lors que plus de 80% du kilométrage parcouru en France l'est en automobile ». L'engouement pour l'automobile se manifeste aussi par la constante augmentation du nombre de véhicules en circulation. Le parc automobile en France a ainsi évolué (cf. Figure 1) passant de 18 millions en 1980 à près de 38,2 millions en 2014¹.

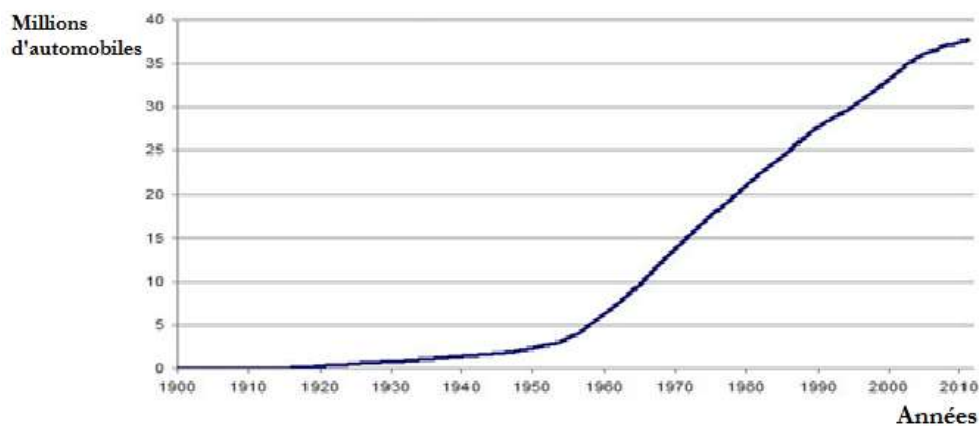


Figure 1 : Evolution du parc automobile français

A l'échelle internationale, le parc automobile aurait dépassé le milliard de véhicules en 2007 et avoisinerait les 1,8 milliards en 2018².

Néanmoins, aujourd'hui, ce mode de transport est soumis à des controverses de plus en plus nombreuses, qui concernent notamment : la pollution atmosphérique, l'accidentologie, la surexploitation de l'espace public, les congestions, l'augmentation du prix des hydrocarbures, l'accessibilité limitée à ce moyen de transport, etc. (éléments développés dans le sous-paragraphe à venir).

¹ Estimation du Comité des Constructeurs Français d'Automobiles (CCFA)

² <http://carfree.fr/parc-automobile-mondial-temps-reel.html>

Parallèlement à cela, les évolutions des outils de communication et des technologies en tous genres font apparaître de nouvelles perspectives en termes de mobilité.

C'est dans ce contexte que se déploient - notamment dans les pays industrialisés - la recherche et le développement d'un certain nombre de systèmes de transports alternatifs à l'automobile telle que nous la connaissons historiquement :

- les véhicules personnels électriques ou hybrides : la vente de voitures électriques en France a, par exemple, progressé de 2 626 pour l'année 2011, à 24 904 pour l'année 2017³⁴ ;
- parmi ces véhicules électriques figurent les véhicules urbains privés (cf. Figure 2) ;



Pivo 2 : Nissan



Simply-city : Eco&Mobilité



Twizy : Renault

Figure 2 : Exemples de véhicules urbains privés

- les transports en commun : métros, tramway, bus, trains, etc. En France, le nombre de voyages réalisés en transports en commun a augmenté de 30% entre 2001 et 2011⁵ ;
- le covoiturage : cette pratique trouve de plus en plus d'adeptes et parallèlement elle se structure (aires de stationnement, réseaux internet, évolutions juridiques...). En 2015, 11 millions de trajets longue distance ont été réalisés, en France, par des covoitureurs. Le covoiturage représente, en 2015, 1,6 % des déplacements longue distance ;
- les modes de déplacements dits « doux » comme le vélo (électrique ou non, public ou privé), le roller, la trottinette ou la marche à pied ;
- les VIP (Véhicules Individuels Publics) : en libres services et destinés à la desserte d'une zone géographique restreinte : hyper-centre ou lieu d'attraction particulier ;
- l'intermodalité qui consiste en un : « système soutenu par une logistique complexe faisant appel à plusieurs modes de transport. Ces derniers sont étudiés pour permettre un transfert efficace des passagers (et/ou marchandises) durant le parcours origine-destination » (Avanzini, 2010, p.27) ;
- et probablement, dans un avenir proche, les Véhicules Autonomes (VA), individuels ou collectifs, qui font l'objet de la présente recherche.

2. Principaux enjeux liés au développement des VA et des NA en particulier

L'objectif fondamental qui doit guider, selon nous, le développement de toute technologie est la question de son acceptation. Pour Noailles (2011), il n'y a pas d'innovation sans acceptation.

Dans ce sous-chapitre, nous montrons que :

⁶ [automobile-propre.com/dossiers/voitures-electriques/chiffres-vente-immatriculations-france/](http://www.automobile-propre.com/dossiers/voitures-electriques/chiffres-vente-immatriculations-france/)

⁴ <http://www.automobile-propre.com/dossiers/voitures-electriques/chiffres-vente-immatriculations-france/>

⁵ <http://www.mediatransports.com/lunivers-mediatransports/1-evolution-des-transports/>

- les échecs des projets de développements technologiques sont généralement liés à un manque de prise en compte du facteur humain (2.1) ;
- un certain nombre d'enjeux sociétaux sont associés au développement des VA. Des facteurs d'acceptabilité semblent exister (liés notamment aux limites de l'automobile), mais des facteurs de rejets pourraient enrayer le déploiement de cette innovation (2.2) ;

2.1. Manque de prise en compte du facteur humain dans les projets d'innovation

L'histoire de la conception des nouvelles technologies est jalonnée d'échecs où le manque de prise en compte des usages futurs constitue un déterminant majeur.

Plusieurs études témoignent des difficultés de l'introduction du changement technologique dans les organisations. Par exemple, The Standish Group a publié le rapport « *Chaos Report* » en 1994, puis sa réactualisation rebaptisée « *Extreme Chaos* » en 2001.

Ces rapports mettent en lumière des taux particulièrement préoccupants d'échecs ou de remise en question des projets d'innovations entrepris par près de 30 000 entreprises américaines sur la période 1994-2001 (cf. Figure 3).

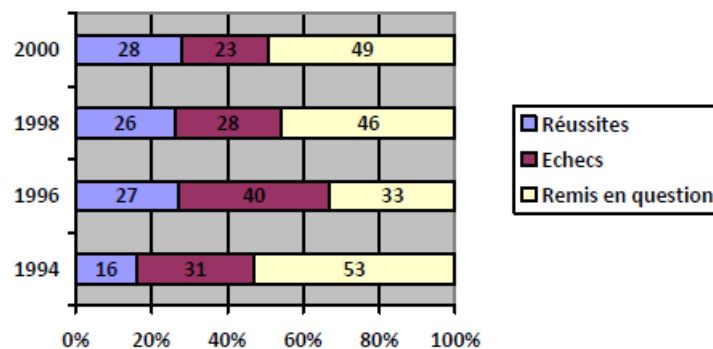


Figure 3 : Issues des projets d'innovation sur la période 1994-2000 (Extrait de Standish Group, 2001)

D'après la Figure 3, seuls 16% à 28% des projets sont achevés dans les délais prévus en respectant leur budget initial et avec un développement conforme aux caractéristiques et fonctionnalités voulues. 33% à 49% des projets aboutissent en dépassant très largement leurs budgets et/ou les prévisions temporelles (222 % en moyenne par rapport au planning initial) sans même forcément aboutir à la réalisation de la plupart des fonctionnalités et caractéristiques fixées lors du démarrage du projet. Enfin, entre 23% et 40% des projets sont annulés avant leur terme.

Une autre étude, plus récente, menée par IBM Strategy & Change confirme les conclusions des rapports du Standish Group (1994, 2001)⁶ vis-à-vis du taux important d'échecs technologiques (Jørgensen, Owen & Neus, 2008). Les chercheurs d'IBM, qui se sont intéressés également aux déterminants à l'origine de ces échecs, pensaient essentiellement découvrir des barrières d'ordre technique à l'origine des difficultés d'implantation des nouvelles technologies développées. Mais lorsqu'ils ont interrogé les opérationnels sur les obstacles se dressant à l'encontre des projets de changements technologiques, ce sont des facteurs d'ordres psychologiques et sociaux qui ont essentiellement été mis en avant.

Les rôles cruciaux du management du changement et le manque de prise en compte des usages dans la dynamique de réussite de ce type de projet sont également mis en lumière par d'autres auteurs tels que Collerette, Legris et Manghi (2006) ou encore Barcellini, Van Belleghem et Daniellou (2013).

⁶ http://www.standishgroup.com/sample_research/index.php

Selon Barcellini, Van Belleghem et Daniellou (2013), l'activité de travail qui se déroule dans les organisations antérieures au projet est souvent abordée uniquement en termes de tâches prescrites. De même, les régulations que les opérateurs mettent en œuvre pour faire face aux variabilités sont ignorées, ce qui va, par exemple, déboucher sur la conception d'automatismes trop simples, incapables de faire face aux situations de variabilité (Daniellou, 1987). Toujours d'après Barcellini, Van Belleghem et Daniellou (2013, p.2) : « *le travail futur, qui se déroulera dans le nouveau système, est lui aussi abordé sous l'angle des procédures prescrites, avec l'hypothèse que le travail sera une exécution de celles-ci. Les contraintes et les marges de manœuvre relatives à l'activité de travail, les conséquences sur la santé et sur la qualité de la production des biens ou des services sont peu anticipées* ».

Selon Quiguer (2013), c'est le paradigme de conception dans lequel s'inscriraient la plupart des pilotes de projets technologiques qui les conduirait à sous-estimer le facteur humain : « *les usages et modes de gestion de projets technologiques seraient pilotés par des concepts qui conduiraient une majorité des acteurs du changement à négliger ou sous-estimer l'importance du facteur humain, dans le cadre de leurs actions et pratiques professionnelles* » (Quiguer, 2013, p. 38).

Cette hypothèse, soutenue par Bernoux et Gagnon (2008, p. 52), argumente le fait que les « *échecs qui perdurent prennent racine dans le fait que les projets de changement technologique sont envisagés avec une représentation déterministe de la technologie : si elle est correctement développée, elle s'imposera de façon intrinsèque à l'organisation et aux acteurs* ».

Ceci amène Quiguer à introduire la question des valeurs situées des technologies : « *le concept, sous-jacent à ce mode de pensée, consiste à attribuer aux technologies une valeur universelle, les déconnectant ainsi du contexte dans lequel elles vont être implantées* » (Quiguer, 2013, p. 38). L'auteur suggère aussi, en citant les travaux de la CIGREF (2008), un changement de logique qui implique de : « *déplacer la valeur des technologies, en considérant qu'elle ne réside pas dans les systèmes en tant que tels mais bien dans leur valeur d'usage qui va permettre de libérer leur véritable potentiel* » (Quiguer, 2013, p. 39). L'Advisory Committee on measuring innovation in the 21st century du Department of Commerce des Etats-Unis d'Amérique, définit l'innovation dans son rapport comme : « *The design, invention, development and/or implementation of new or altered products, services, processes, systems, organizational structures, or business models for the purpose of creating new value for customers and financial returns for the firm* » (2008)⁷.

Ces différents points de vue nous amènent à porter une attention particulière, dans le cadre de la présente recherche, aux valeurs situées des acteurs, à l'encontre de la technologie NA.

De même, à la lumière de différents récits de réussite (Cardon & Morel, 2005) ou d'échec (Vacherand-Revel, 2003) d'implantation de nouvelles technologies, nous retirons l'enseignement suivant : il n'y a pas de déterminisme technologique. Le changement technologique est toujours situé, inscrit dans un contexte technique, organisationnel, économique et, bien sûr, social.

2.2. Enjeux sociétaux liés au développement des VA

2.2.1. Acceptabilité/acceptation et sources de rejets des VA

Parmi les limites évoquées dans la plupart des articles traitant du sujet des VA, l'acceptabilité/acceptation est une constante. Il s'agit d'ailleurs, selon nous, comme nous venons de l'argumenter, d'un macro-enjeu.

Au moment où nous avons intégré ce projet de conception de NA, seules des études d'acceptabilité des VA étaient présentes dans la littérature. Et pour cause, les VA/NA n'avaient pas encore fait l'objet d'utilisation par le public (les phénomènes d'acceptation ne pouvaient donc pas être analysés).

⁷ <https://www.innovationmetrics.gov/>

Ces questions d'acceptabilité et d'acceptation occupent une place centrale dans le cadre du présent travail, où ils sont traités de façon longitudinale.

2.2.2. Enjeux liés aux limites de l'automobile

Comme cela a été introduit précédemment, les limites inhérentes au surdéveloppement de l'automobile, favorisent l'émergence des VA. Cette technologie innovante devrait, en effet, contribuer à : réduire les embouteillages et la pollution, participer au développement durable, à la santé publique, favoriser la mobilité, contribuer à l'optimisation de l'espace public.

Réduction des embouteillages

Le recours à l'usage de voitures personnelles est à l'origine de congestions provoquées par la surcharge des infrastructures routières. Les embouteillages, en plus des nombreuses gênes qu'ils causent aux usagers de la route, impactent les économies nationales et internationales et ne cessent d'augmenter. Shrank, Lomax's et Eisele (2011) estiment qu'en 2020 les conducteurs américains perdront 8,4 milliards d'heures et gaspilleront 4,5 milliards de litres de fuel dans les embouteillages, pour un coût économique de 199 milliards de dollars.

Selon Fagnant and Kockelman (2013), les systèmes de communication entre VA devraient permettre une homogénéisation quasi instantanée du trafic. Les phénomènes de congestion pourraient alors diminuer de 90%.

Anderson et al. (2014) estiment, quant à eux, que la capacité routière (« *road capacity* »), c'est-à-dire le « *nombre de véhicules par voie, par heure* », pourrait alors être doublée voire triplée.

Réduction de la pollution, développement durable et santé public

La pollution générée par les véhicules à moteurs a des effets délétères sur le climat (réchauffement climatique), la faune et la flore (perturbation des écosystèmes), mais aussi la santé des femmes et des hommes. Selon l'OMS (Organisation mondiale de la santé), dans ses lignes directrices relatives à l'air (synthèse de l'évaluation des risques, mise à jour 2005), « *le fait de respirer de l'air pur est considéré comme une condition essentielle de la santé et du bien-être de l'Homme. Cependant la pollution de l'air continue de faire peser une menace importante sur le plan sanitaire partout dans le monde. [...] Plus de 2 millions de décès prématurés peuvent chaque année être attribués aux effets de la pollution de l'air extérieur dans les villes et de l'air à l'intérieur des habitations [...] à travers le monde* »⁸. Selon l'agence française de sécurité sanitaire (AFSSET), la pollution atmosphérique, liée pour près d'un tiers aux rejets polluants des transports routiers, serait responsable chaque année du décès de 6500 à 9500 personnes en France (Avanzini, 2010).

Sebastian Thrun, le développeur principal de Google, assure que le développement des VA devrait pouvoir réduire de 90% le gaspillage d'essence. Ceci en réduisant les embouteillages, en permettant aux véhicules routiers autonomes d'aller plus vite, de fonctionner de manière synchronisée, tout en optant pour des itinéraires plus efficaces.

Développement de la mobilité

Les VA pourraient permettre à des personnes inaptes à la conduite d'avoir de meilleurs accès au transport routier et même un VA personnel. Nous pensons ici à des inaptitudes temporaires (jambe cassée, état d'ébriété, lunettes de vue oubliées...) ou permanentes (déficiences sensorielles ou motrices en tous genres, personnes âgées, de petite taille, aveugles...). Ainsi, le permis de conduire ne serait plus nécessaire.

Par ailleurs, d'après ses partisans, l'autonomisation du processus de conduite pourrait permettre aux occupants d'une voiture autonome, de focaliser leur attention sur d'autres types d'activité que la conduite.

⁸ <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/fr/>

Optimisation de l'espace public

L'utilisation massive des véhicules individuels provoque une exploitation très importante des espaces publics. Comme le rappelle Avanzini (2010), 80% de l'espace public est consacré à l'automobile. Par ailleurs, entre 1992 et 2004, la France a connu 20% d'extension des surfaces dédiées à l'automobile pour seulement 6% de population en plus. Toujours selon Avanzini (2010, p. 12), cet espace est « *d'autant plus gaspillé au vu des nombreuses places de parkings ou ouvrages toujours vides (un bon tiers des places de la Défense, par exemple), les voiries surdimensionnées (files de circulation inutiles, maxis giratoires...) ou les voiries secondaires quasi-désertes* ».

Avec le développement des VA, de nombreuses surfaces publiques pourraient être libérées :

- les couloirs de circulation pourraient être réduits (les automates devraient être, à terme, plus précis que les conducteurs humains) ;
- des voies de circulation pourraient être supprimées : certains dépassements deviendront inutiles si tous les VA roulent de façon synchronisée.

Des places de parkings, notamment en centre-ville, pourraient être supprimées puisque les VA pourront déposer leurs occupants et se garer de façon autonome à l'extérieur des centres-villes.

2.2.3. Enjeux liés au développement de la technologie innovante

Le développement technologique s'accompagne de problématiques sociétales : la responsabilité juridique en cas d'accident, les risques de piratage informatique, la disparition de certains emplois et les incidences économiques associées.

Responsabilité juridique en cas d'accident

La convention de Vienne du 8 novembre 1968 (cf. Figure 6) exige qu'un véhicule en mouvement soit géré par un conducteur qui ait le contrôle permanent du véhicule en question. Cette obligation est d'ailleurs reprise dans le Code de la route français, qui précise que le conducteur doit « *se tenir constamment en état et en position d'exécuter commodément et sans délai toutes les manœuvres qui lui incombent* » (article R. 412-6).

Sans d'indispensables ajustements juridiques, les VA resteront cantonnés aux voies privées, sur lesquelles le Code de la route ne s'applique pas. Néanmoins, la façon de faire évoluer cette législation pose de nombreux problèmes en termes de responsabilité. Si, dans le futur, les passagers d'une voiture ne sont plus astreints à l'activité de conduite, qui sera responsable en cas d'accident ? Le constructeur, le propriétaire, l'éditeur du logiciel ? Ces questionnements animent depuis plusieurs années les débats publics⁹. Les expérimentations et le développement technologique des VA, font l'objet d'une attention particulière de la part des autorités publiques et des compagnies d'assurance.

Risques de piratage informatique

Une autre limite, associée au développement des technologies automatisées, tient à la fiabilité des logiciels et aux risques de piratage informatique. En effet, un système de transport informatisé et en réseau risque d'être exposé à des piratages extérieurs. Ceci pourrait avoir des conséquences potentiellement dramatiques sur la sécurité des passagers et la fiabilité du système¹⁰.

Disparition de certains emplois et incidences économiques

Selon Anderson et al. (2014) la généralisation des VA aura de nombreuses incidences économiques et notamment en termes de disparition de certains métiers.

⁹ <https://www.lecompareurassurance.com/103363-e-assurance/108964-voitures-autonomes-quelle-responsabilite-cas-accident>

¹⁰ <http://www.voitureautonome.net/risque-de-piratage.html>

Les auteurs évoquent les conducteurs de taxi, de bus municipaux ou encore les livreurs.

Les auteurs rapportent une statistique selon laquelle les cotisations en termes d'assurance automobile s'élèveraient à 157 milliards de dollars, chaque année, chez les conducteurs américains. Ces cotisations risqueraient de fortement diminuer avec la réduction du nombre d'accidents et/ou la prise en charge de l'assurance par les constructeurs. Outre les compagnies d'assurance, d'autres secteurs d'activité pourraient être impactés par le développement des VA et notamment : les médecins, les avocats, les salariés d'hôpitaux, les professionnels du soin, les compagnies automobiles, les garagistes, les carrossiers, etc.

2.2.4. Enjeux liés à la sécurité

L'automobile est à l'origine de nombreux accidents. L'OMS estime que plus de 1,2 millions de personnes sont tuées sur les routes internationales chaque année, et que 50 millions d'autres sont blessées (Fraichard, 2014). L'OMS projette même une aggravation de ce phénomène. Les blessures de la route devraient devenir la cinquième cause de décès dans le monde en 2030, soit 3,6% du total - alors qu'elles n'étaient qu'à la neuvième place en 2004, à 2,2% du total mondial¹¹. En France, depuis 1960, au moins 300 000 personnes sont mortes des suites d'un accident de la route. A noter qu'il se produit environ 6 accidents mortels pour 100 accidents corporels¹². Le coût des accidents de la route a ainsi été estimé à 40 milliards d'euros pour l'économie française en 2016¹³. La sécurité est un critère majeur d'acceptabilité des VA.

Les constructeurs automobiles prévoient, avec le développement massif des VA sur les routes, une réduction considérable du nombre d'accidents (90% selon Fagnant et Kockelman, 2013). Ils expliquent ceci du fait d'un meilleur temps de réaction et d'une plus grande fiabilité des systèmes informatisés.

La tendance, selon eux, voudrait que le nombre d'accidents décline proportionnellement au nombre de véhicules interconnectés en circulation, pour atteindre un jour un seuil proche de 0 accident.

A la fin de l'année 2015, Google annonçait avoir subi seulement 12 accidents pour plus d'un million de miles (environ 1,6 millions de km) parcourus sur des voies publiques par ses Google cars¹⁴. La firme précisait que ces accidents n'avaient causé aucune blessure et qu'ils étaient à chaque fois de la responsabilité du conducteur de l'autre véhicule impliqué dans l'accident.

Toutefois, plusieurs critiques ont été formulées à propos de ces données :

- d'abord, seuls les accidents ayant fait l'objet de constats officiels semblent avoir été recensés. Quant aux procès-verbaux des différents incidents, ils n'ont jamais été rendus publics par le constructeur¹⁵, ce qui rend leurs contenus invérifiables ;
- ensuite, bien que le nombre d'accidents avancé soit relativement faible et leurs conséquences apparemment très légères, leur taux reste supérieur à la moyenne enregistrée sur les routes des Etats-Unis (1 accident tous les 160 000 kilomètres pour la Google Car alors qu'il est proche de la moitié habituellement¹⁶) ;
- enfin, les conditions d'expérimentation n'ont pas été précisées par le constructeur. Or, il semblerait, que les VA aient essentiellement roulé sur des grands axes routiers, dans des conditions plutôt favorables (Nothdurft & al., 2011). Ainsi, un certain nombre de variables n'ont sans doute pas été mises à l'épreuve : conditions météorologiques

¹¹ voitureautonome.com/la-voiture-autonome-de-google-partie-1

¹² securite-routiere.gouv.fr/

¹³ https://www.lesechos.fr/09/01/2018/lesechos.fr/0301122124333_combien-coute-l-insecurite-routiere.htm

¹⁴ phys.org/news/2015-06-google-self-driving-car-accidents.html

¹⁵ presse-citron.net/google-car-combien-daccidents-depuis-2009/

¹⁶ presse-citron.net/google-car-combien-daccidents-depuis-2009/

dégradées (présence de neige, de verglas...), circulation dans des environnements complexes (centres-villes, ronds-points à plusieurs voies, chemins de campagne, etc.).

En 2018, le premier accident mortel provoqué par un VA¹⁷ a confirmé ces limites ; limites que nous discutons dans la Partie VI de cette thèse.

Dans le cadre du présent projet de conception de NA, nos partenaires concepteurs ont placé la sécurité comme étant un enjeu majeur, ne souffrant « *d'aucun compromis possible* » (réunions du 22 mai 2014 du 18 janvier 2016).

La sécurisation des systèmes de transport autonomes est une thématique que nous avons placée au cœur de notre recherche.

2.2.5. Enjeux liés à l'autonomisation

L'autonomisation des véhicules routiers est un processus qui existe quasiment depuis leur invention. Cela a d'abord pris forme par l'automatisation de certains modules ou certaines fonctions. Le brevet déposé pour l'invention de la direction assistée date, par exemple, de 1932. Quant à l'ABS (système d'antiblocage des roues), Bosch l'a exploité dès 1936¹⁸. Ainsi, l'autonomisation peut prendre bien des formes et recouvrir plusieurs degrés.

Pour structurer ce champ, lorsque l'on parle d'autonomisation des véhicules routiers, l'on se réfère aujourd'hui à la catégorisation proposée par la NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration (Société des ingénieurs automobile américains).

La NHTSA distingue 5 niveaux d'autonomie pour les véhicules routiers :

- Autonomie de niveau 0 : aucune automatisation. Le conducteur a un contrôle total, permanent, sur toutes les fonctions du véhicule.
- Autonomie de niveau 1 : assistance au conducteur. Le conducteur a toujours le contrôle du véhicule. Il peut disposer de certaines fonctions assistées (ABS, anti-patinage, etc.).
- Autonomie de niveau 2 : automatisation de fonctions combinées. Le contrôle d'au moins deux fonctions principales est combiné dans l'automatisation pour remplacer le conducteur dans certaines situations. Le régulateur de vitesse adaptatif combiné avec le centrage sur la voie fait entrer le véhicule dans cette catégorie, tout comme le *Park assist* qui permet le stationnement sans que le conducteur n'agisse sur le volant ou les pédales.
- Autonomie de niveau 3 : conduite autonome limitée. Le conducteur peut céder le contrôle complet du véhicule au système automatisé qui est alors chargé des fonctions critiques de sécurité. Cependant la conduite autonome ne peut avoir lieu que dans certaines conditions environnementales et de trafic (uniquement sur autoroute par exemple). Il est imposé au conducteur d'être en mesure de reprendre le contrôle dans un temps acceptable sur demande du système, notamment lorsque les conditions de circulation autonome ne sont plus réunies : sortie de l'autoroute, bouchon, etc. La Google car (cf. Figure 4) est, par exemple, un VA de niveau 3.
- Autonomie de niveau 4 : conduite autonome complète sous conditions. Le véhicule est conçu pour assurer seul l'ensemble des fonctions critiques de sécurité sur un trajet complet. Le conducteur fournit une destination ou des consignes de navigation mais n'est pas tenu de se rendre disponible pour reprendre le contrôle. Il peut d'ailleurs quitter le poste de conduite et le véhicule est capable de circuler sans occupant à bord.
- Autonomie de niveau 5 : conduite complètement autonome sans l'aide de conducteur dans toutes les circonstances (cf. figure 5).

¹⁷ <https://www.usinenouvelle.com/article/accident-mortel-avec-une-voiture-autonome.N671614>

¹⁸ rb-aa.bosch.com/bosch/infotech/fr-BE/presstext.cfm?mltk=253&tk=254&stk=265



Figure 4 : Google car en 2016



Figure 5 : Voiture autonome futuriste d'après BMW en 2016

Jusqu'en mars 2018, les deux textes réglementant la circulation de VA sur les voies publiques étaient les conventions de Genève (1949) et de Vienne (1968). Ces textes n'autorisaient pas la circulation de VA de niveau 3, 4 ou 5.

L'article 8 de la convention de Vienne (cf. Figure 6) précise qu'il faut un conducteur dans un véhicule et que ce conducteur doit avoir en permanence le contrôle de son véhicule.

Art. 8 Conducteurs :

1. *Tout véhicule en mouvement ou tout ensemble de véhicules en mouvement doit avoir un conducteur.*
2. *Il est recommandé que les législations nationales prévoient que les bêtes de charge, les bêtes de trait ou de selle et, sauf éventuellement dans les zones spécialement signalées à l'entrée, les bestiaux isolés ou en troupeaux doivent avoir un conducteur.*
3. *Tout conducteur doit posséder les qualités physiques et psychiques nécessaires et être en état physique et mental de conduire.*
4. *Tout conducteur de véhicule à moteur doit avoir les connaissances et l'habileté nécessaires à la conduite du véhicule; cette disposition ne fait pas obstacle, toutefois, à l'apprentissage de la conduite selon la législation nationale.*
5. *Tout conducteur doit constamment avoir le contrôle de son véhicule ou pouvoir guider ses animaux.*

Figure 6 : Article 8 de la convention de Vienne

Ainsi, jusqu'au 28 mars 2018, période dans laquelle s'inscrit la présente recherche, seuls les niveaux 0, 1 et 2 étaient autorisés en France sur la voie publique.

Le décret n°2018-211 du 28 mars 2018 tend à réglementer les futures expérimentations des VA de niveau 3 et au-delà, sur la voie publique.

Au cours des premiers mois où nous avons intégré le présent projet de conception de NA, les différents partenaires prévoyaient une : « *disparition rapide des accompagnants à bord des navettes* », et un « *fonctionnement futur ne nécessitant pas d'interventions humaines* » (verbatim d'un membre de l'équipe Constructeurs, extraits de la réunion du 22 mai 2014). En septembre 2015, l'exploitant du Centre de recherches projetait une seconde phase d'expérimentation (premier semestre 2016) avec des NA fonctionnant sans accompagnant. En mars 2016, un membre de la Leading (start-up en charge de la commercialisation des NA) disait « *ne pas vraiment s'intéresser aux accompagnants qui sont amenés à disparaître* ». Or en 2018, toutes les expérimentations de NA ont eu lieu avec des accompagnants à bord des NA.

Au moment du démarrage de la présente recherche (2013-2014), nos différentes recherches bibliographiques ne nous ont pas permis de trouver d'information sur l'activité des conducteurs/régulateurs présents derrière le volant des VA qui étaient déjà expérimentées aux Etats-Unis. Cette absence de communication des firmes, telles que Google, pouvait laisser penser que les conducteurs/régulateurs étaient de simples spectateurs vis-à-vis de la conduite des VA.

Or, de nombreux travaux (Amalberti, 1996, 2001.a, 2007, 2013 ; Hoc, 1996 ; Clot, 2008 ; Leplat, 2011 ; Daniellou, 2012 ; Falzon, 2013) ont montré que l'activité humaine était indispensable à la gestion des systèmes sociotechniques complexes (comme la conduite automobile sur voie publique).

La compréhension des activités de régulation des VA, par les humains, est l'essentiel point d'investigation de la présente thèse.

3. Contexte institutionnel et genèse du projet de conception des NA

3.1. Spécificités des Navettes Autonomes (NA)

Les automobiles ne sont pas les seuls véhicules engagés dans des démarches d'autonomisation : les avions, fusées spatiales, métros, tramways... ont déjà fait l'objet de processus similaires.

Toutefois, les véhicules routiers semblent exposés à des contraintes différentes des transports aériens ou ferroviaires. En effet, les contraintes réglementaires qui pèsent, en Europe, sur l'espace public (cf. point 2.2.4 de cette introduction), combinées à la complexité de cet environnement et l'immaturation des technologies de guidage, ne permettraient pas, au moment où a été réalisée la présente recherche, de déployer des VA sur les voies publiques, et encore moins d'étudier leurs usages et leur acceptation réelle de la part des usagers de la route.

C'est donc sur des espaces privés qu'ont pu être expérimentés, auprès du grand public, les premiers VA routiers. Par « *espaces privés* » nous entendons par exemple les : centres-villes fermés à la circulation, parcs d'attraction, aéroports, campus universitaires, plateformes industrielles, etc.

Ainsi, les premiers VA mis à disposition du grand public, étaient des navettes de transport en commun (cf. Figure 7).



Figure 7 : La NAV1

Ce faisant, les Navettes Autonomes (NA) constituent un maillon particulièrement précieux dans le développement des VA puisqu'elles permettent, pour la première fois, la mise en place d'analyses, à grande échelle, de leur acceptation par les populations utilisatrices.

3.2. Arrivée d'une PME spécialiste de la robotique, en région Auvergne

A la fin des années 2000, une PME spécialisée dans la robotique, s'est installée en région Auvergne. Elle a conçu et mis sur le marché une gamme complète de 6 véhicules électriques intelligents et modulaires. Le plus connu est le CyCab (cf. Figure 8). Présenté pour la première fois au public en 2009, il est aujourd'hui présent dans le monde entier.

Trois de ces véhicules CyCab ont constitué la base de développement et de recherche de l'*Institut Pascal* (Université Clermont Auvergne), sur le guidage automatique.

Parmi ses premières collaborations avec la région Auvergne, la PME a notamment livré, en 2008, 3 *VolcanBuls* à *Vulcania* (cf. Figure 9) - parc d'attraction situé au cœur des volcans d'Auvergne. Les *VolcanBuls* permettent aux visiteurs de faire un tour d'environ 1 km à travers le parc, tout en libérant leur guide de l'activité de conduite.

Il semblerait que *Vulcania* soit le premier site au monde dans lequel un tel système de transport automatique ait été mis en place et certifié (Avanzini, 2010).



Figure 8 : Le CyCab



Figure 9 : VolcanBul, Vulcania

Une vidéo de l'utilisation sur le site est disponible en suivant le lien <http://www.vulcania.com/attractions/volcanbul-ce-quils-en-pensent.html>.

3.3. Naissance des NAv1

En 2008, un consortium composé d'industriels et d'universitaires a donné le jour à une première version de NA, que nous nommons ici NAv0.

Ces NAv0 sont des véhicules électriques destinés au transport de passagers. Elles sont autonomes en termes de conduite grâce à un système de localisation et de guidage basé sur le traitement d'images vidéo et d'algorithmes de localisation par vision en temps réel. Aucune infrastructure de guidage n'est nécessaire à leur fonctionnement. Une caméra est fixée à l'avant des navettes qui se dirigent grâce à leur mémoire visuelle (Avanzini, 2010). Un premier trajet est effectué en « *mode manuel* » (un technicien guide la navette grâce à un joystick), ce qui permet à la NAv0 d'apprendre l'architecture de la voie. Ainsi, lors des trajets suivants, elle est capable de reproduire le même itinéraire en « *mode automatique* » (donc théoriquement, sans intervention humaine).

Les NAv0 sont destinées à être utilisées sur des distances courtes (entre 0,3 et 1,5 km), en présence de piétons et éventuellement de véhicules à faible vitesse. Elles-mêmes limitées à 20km/h, elles peuvent accueillir jusqu'à 4 personnes à leur bord.

En 2011, la NAv0 a évolué physiquement et techniquement pour devenir la NAv1. La NAv1 est plus spacieuse. Elle a été conçue pour transporter 6 passagers : 4 assis et deux debout. Un système de détection par Lidar a été implanté sur le véhicule en plus des caméras de guidage. « *Lidar* » est l'acronyme de "LIght Detection And Ranging". Il s'agit d'une technologie de télédétection basée sur l'analyse des propriétés d'un faisceau renvoyé vers son émetteur.

Les émetteurs lasers sont au nombre de quatre sur le véhicule et postés au niveau des roues (fentes horizontales noires sur la Figure 10).

Les Lidars balayent le sol et ralentissent progressivement lorsqu'un obstacle s'approche du véhicule (ou brusquement suivant la vitesse du rapprochement).



Figure 10 : Lidar des NAv1

3.2.1. LabEx IMobS3

En 2011, le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche lança, au niveau national, une deuxième vague d'appels à projets « *Laboratoires d'Excellence* » (LabEx). L'un de ces LabEx portait le thème : « *investissements d'avenir dont l'objectif est de relancer l'économie par l'innovation* ».

L'université Blaise Pascal (aujourd'hui *Université Clermont Auvergne*), associa alors plusieurs laboratoires pour répondre à cet appel à projet sous le nom d'IMobS³ (« *Innovative Mobility : Smart and Sustainable Solutions* »).

Le projet défendu visait le « *développement technologique des mobilités innovantes, respectueuses de l'environnement et pouvant transporter des personnes, des biens, des machines* »¹⁹.

Adossé à un pôle de compétitivité ainsi qu'à plusieurs grandes entreprises et PME de la région Auvergne, l'IMobS³ remporta cet appel à projet et obtenait ainsi le titre de Laboratoire d'Excellence.

Le rôle du LabEx IMobS3 était : d' « *apporter des réponses concrètes aux problématiques d'innovation et de lever les verrous technologiques en termes de conception, mécanique et mécatronique, d'intelligence embarquée, d'aide à la décision, de bioénergie* »²⁰.

¹⁹ ¹⁹ <http://www.imobs3.univ-bpclermont.fr>

3.2.2. Positionnement du pôle SHS au sein du projet de conception

En 2013, un pôle Sciences Humaines et Sociales (SHS) fut créé au sein du LabEx IMobS3. Il était constitué d'un post-doctorant en psychologie (2013-2015), d'un doctorant en ergonomie (Ferdinand Monéger, 2014-2018) et de trois chercheurs universitaires confirmés : deux psychologues et un ergonome.

Au fil du projet, le positionnement de notre pôle SHS évolua (cf. Tableau 1).

Tableau 1 : Evolution du positionnement du Pôle SHS au cours du projet

Période	Juin 2013 - août 2014	Janvier 2014 - août 2014	Septembre 2014 - juin 2016	Juin 2016 - 2018
Version de NA utilisée	NAv0 sans public	NAv1	NAv2	?
Référent du projet de conception	<i>Le Constructeur</i> (industriel automobile auvergnat spécialisé dans la construction de voitures sans permis)		<i>La Leading</i> (start-up constituée principalement d'experts en robotique et de commerciaux)	
Livrables demandés au Pôle SHS	Repères de conception en termes d'acceptabilité et d'utilisabilité des NA (cf. Annexe 1)	Repères de conception en termes d'acceptation des NA, d'UX (<i>Expérience Utilisateur</i>) (cf. Annexe 1)	Recueil de repères de conception en termes d'acceptation de services de transport par NA (cf. Annexe 2)	Aucun livrable demandé au Pôle SHS
Positionnement du Pôle SHS au sein du collectif de concepteurs	Le pôle SHS est pleinement associé au collectif concepteur (le Constructeur et les autres laboratoires auvergnats)		Le Pôle SHS doit négocier, de plus en plus âprement, auprès de la Leading, sa présence sur les différentes expérimentations	Le Pôle SHS est écarté du projet par la Leading qui cesse de le solliciter
Remarques			Le Constructeur est relégué aux tâches de constructions. Les autres laboratoires auvergnats sont écartés du projet	

Pour nous faire intégrer par les partenaires concepteurs, aux différentes phases du projet, nous nous étions engagés à participer activement à la conception des NA (cf. Chapitre 15) et à transmettre différents livrables (cf. Annexes 1 et 2).

Notre positionnement au sein du collectif de concepteurs a évolué au fil du projet (cf. Tableau 1). Alors que notre Pôle SHS était pleinement associé au collectif de concepteurs, dont le référent était le *Constructeur* (industriel automobile auvergnat spécialisé dans la construction de « voitures sans permis ») jusqu'en août 2014, l'arrivée de la *Leading* (start-up constituée principalement

²⁰ <http://www.imobs3.univ-bpclermont.fr>

d'experts en robotique et de commerciaux) aux commandes du projet a conduit à une mise en retrait des acteurs initiaux du projet. L'évolution essentielle est la suivante :

- le Constructeur a été relégué aux tâches de constructions des NAv2 ;
- les autres laboratoires auvergnats ont été écartés du projet ;
- nous (le Pôle SHS) avons d'abord réussi à négocier notre participation aux expérimentations de NAv2 par différents moyens, comme :
 - o l'assurance d'une présence discrète sur les différentes expérimentations ;
 - o un engagement à transmettre à la Leading des « repères de conception en termes d'acceptation de services de transport par NA » (cf. Annexe 2) ;
 - o notre positionnement stratégique auprès d'autres partenaires centraux du projet, comme le Pôle de compétitivité ou encore certains exploitants du service, qui ont poussé la Leading à collaborer avec nous.

Puis, en juin 2016, la Leading a cessé de nous solliciter.

L'évolution du projet et en particulier du collectif de concepteurs n'était pas anticipable lors des premières phases de la recherche. Cette recherche-action, menée dans un projet industriel et commercial, est donc caractérisée par sa nature exploratoire où le chercheur a dû construire au quotidien son positionnement. Cette spécificité a généré un certain nombre de difficultés d'ordre méthodologique. Il n'a, par exemple, par été possible de mettre en place des protocoles reproductibles (cf. liminaire de la Partie IV et Chapitre 16(2.3.4)).

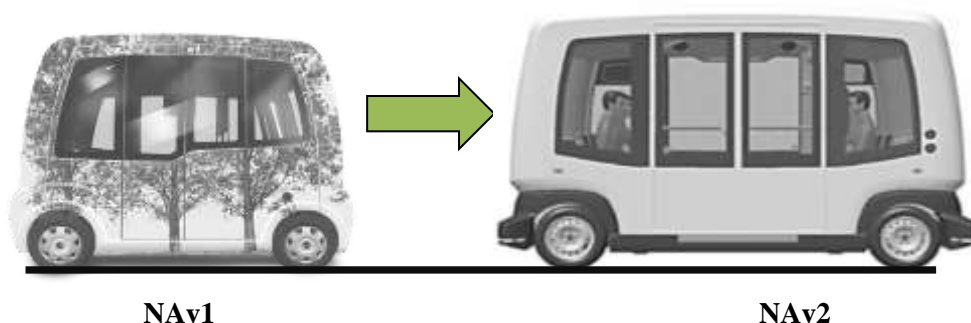
3.4. Des NAv1 aux NAv2

Les repères de conception transmis par le Pôle SHS jusqu'à l'été 2014 (cf. Annexe 1) ont contribué aux analyses stratégiques du Constructeur qui a décidé de :

- lancer la fabrication d'une nouvelle flotte de navettes autonomes : les NAv2 (cf. Figure 11) ;
- s'associer avec la Leading.

Les NAv2 présentent, en grande partie, les mêmes caractéristiques techniques que les NAv1. Les évolutions majeures entre les deux versions de NA concernent :

- l'accessibilité : les NAv2 peuvent accueillir 9 personnes : 6 assises, 3 debout, ou 6 assises et une en fauteuil roulant (l'écran tactile est abaissé, une rampe d'accès est intégrée, des suspensions pneumatiques permettent d'abaisser le châssis) ;
- ses dimensions sont donc plus importantes (3,92 m de longueur ; 1,98 m de largeur ; 2,75 m de hauteur) ;
- le confort est amélioré : les banquettes arrondies sont devenues des sièges individuels, des barres d'appui ont été installées ;
- un certain nombre d'évolutions technologiques permettent aux NAv2 de rouler plus vite. Par exemple, elles ne ralentissent plus lorsqu'un véhicule ou un piéton arrive de l'arrière ;
- un certain nombre d'évolutions technologiques permettent aux NAv2 de rouler dans des conditions climatiques plus variées. Par exemple, les caméras sont constituées de matériaux antigivre.



NAv1

NAv2

Figure 11 : De la NAv1 à la NAv2

4. Enjeux disciplinaires et problématiques de recherche

Les enjeux sociétaux inhérents au développement des VA (cf. point 2 de cette introduction) s'incarnent en problématiques concrètes de recherche et de conception pour l'ergonomie et s'inscrit dans une dynamique d'évolution de la discipline.

Dès son origine, l'ergonomie s'est positionnée comme contributrice aux savoirs de conception. Plusieurs approches coexistent au sein de la discipline, et notamment :

- l'ergonomie de conception *classique* (Falzon, 2005), issue de *l'ergonomie de langue française*, rebaptisée plus récemment *ergonomie de l'activité* (Daniellou & Rabardel, 2005). Historiquement, cette approche s'applique à la conception de dispositifs de travail et au développement des activités professionnelles. L'analyse du travail et des usages existants permet alors de concevoir des leviers de développement des activités de travail (Daniellou, 2004). Les objets de la conception peuvent ainsi être des éléments d'ordres architecturaux, organisationnels, humains (conception de dispositifs de formation) ; mais également des produits/outils/matériels (Beguin & Rabardel, 2000) et/ou des services (Petit, 2005) ;
- l'ergonomie du courant « *human factor* », de filiation anglo-saxonne, s'est spécialisée dans la conception de produits, de nouvelles technologies, d'innovations. Les chercheurs appartenant à ce courant visent la définition de normes, de recommandations ergonomiques qui soient universellement applicables (Hubault & Bourgeois, 2004).

Dans le cadre de la présente recherche, l'intérêt que nous portons aux usages, aux régulations humaines, aux valeurs, nous amène à nous inscrire principalement dans le courant de l'ergonomie de l'activité.

Toutefois, ce courant nous semble porteur de quelques limites dans la perspective de concevoir un service de transport par NA. D'abord, même si l'ergonomie a régulièrement étudié les relations de service dans des perspectives de développement des activités (Falzon, 2004 ; Petit, 2005 ; Weil Fassina & Caroly 2007), selon Weil Fassina et Caroly (2007, p. 87) : « *les demandes relatant un mal-être des opérateurs (TMS, stress, manque de reconnaissance) sont toujours à l'origine des recherches présentées* ». Or, dans le projet de conception et de recherche qui nous intéresse ici, l'opérateur est censé disparaître de la relation de service, puisque cette dernière devrait être, in fine, assurée par un automate.

Même lorsque Mellier ambitionne la conceptualisation d'une « *ergonomie globale* » (2007, p. 509), il n'y intègre ni l'activité des utilisateurs de service, ni *l'activité* d'automates *intelligents*. En effet, dans ce qu'il appelle une « *chaîne d'activité* » (ibid.), vectrice de « *performance d'un système* » (ibid.), il identifie 4 catégories d'acteurs auxquels les ergonomes doivent s'intéresser, à savoir les :

- producteurs de produits et de services ;
- concepteurs de ces produits et services et de l'ingénierie des dispositifs techniques, organisationnels, architecturaux et humains correspondants, qui doivent, selon lui : « *viser à l'opérationnalité des processus et à l'utilisabilité des procédés, outils et produits* » (ibid.) ;
- managers ;
- gestionnaires.

Une autre des difficultés de l'ergonomie de conception classique est d'ordre méthodologique dans le sens où cette ergonomie se base essentiellement sur des situations d'activité existantes (ou des *situations de références* au sein desquelles certaines formes d'activité seraient comparables). Ici, même si l'automatisation de systèmes de transport en commun a déjà eu lieu (transports aériens, ferroviaires...), le degré d'innovation visé par les navettes de transport en commun autonomes (notamment en termes de complexité des environnements dans lesquelles elles sont immergées),

nous apparaît trop important pour que nous puissions trouver des situations de références suffisamment proches.

Cette limite de l'ergonomie de conception classique vis-à-vis des projets de conception à fort degré d'innovation a conduit à l'émergence d'un nouveau courant : l'ergonomie prospective. L'objectif de l'ergonomie prospective est de contribuer à la création de produits et de services innovants s'appuyant sur des démarches méthodologiques qui visent à anticiper les besoins futurs (Brangier & Robert, 2014).

Par ailleurs, alors que la littérature scientifique distingue régulièrement « *conception de produits* » et « *conception de services* », ces deux objets de recherche ne paraissent pas pouvoir s'instruire de façon dissociée lors de la conception de NA. En effet, un service médié par un objet/produit/véhicule ne pourrait pas exister sans considérer ledit objet. Et inversement, lorsqu'un individu utilise un objet/produit/véhicule c'est pour qu'il lui rende un service. Aussi, lorsque dans cet écrit, nous parlons de « *technologie* », nous intégrons à la fois la dimension « *produit* » et la dimension « *service* ». Toutefois, en fonction de l'étape du développement d'une technologie, les dimensions « *développement de produit* » et « *développement de service* » peuvent revêtir une importance différente. Dans le cas du présent projet de conception, au regard de l'empan temporel durant lequel nous avons pu participer au projet (environ 4 ans), ces questionnements en termes de conception de produit et de service ont pu être articulés en donnant globalement, dans la première phase du projet (jusqu'à l'été 2014), une importance plus grande au « *développement du produit* » et dans la seconde phase (après l'été 2014) au « *développement du(des) service(s)* ».

Cependant, l'articulation « *développement du produit / développement du service* » apparaît ambiguë aussi bien dans les sphères académiques qu'opérationnelles. Nombre de modèles qui traitent de la conception et de l'acceptation des nouvelles technologies n'évoquent pas directement les dimensions « *services* » inhérentes aux technologies en développement. De même, les partenaires concepteurs des NA avec lesquels nous avons travaillé dans ce projet sont restés, pendant très longtemps, focalisés uniquement sur la conception de l'*objet navette*.

Au cours de cette introduction (cf. point 2), nous avons pointé trois problématiques majeures associées au développement des VA (en général), et des NA (en particulier). Ces problématiques touchent aux questions :

- d'acceptabilité et d'acceptation des NA ;
- d'autonomisation de la technologie ;
- de gestion de la sécurité.

Ainsi, au cours des parties I, II et III, nous explicitons en quoi une approche ergonomique qui s'inscrit dans une démarche prospective, qui se focalise sur la relation de service et sur les usages, peut contribuer à la conception d'un système de transport par navettes autonomes, sûr et accepté

Partie I : de l'acceptabilité à l'acceptation

Ce qui permet à une invention de devenir innovation ce n'est pas son potentiel technologique mais les usages qui en seront faits (Alter, 2010). L'enjeu pour un concepteur de concevoir une technologie acceptée et utilisée par des utilisateurs ciblés, est donc essentiel. Dans cette première Partie, nous nous intéressons aux utilisateurs des navettes autonomes. Le développement actuel de la technologie et la fabrication des premiers prototypes de NA, conduisent nécessairement à une étape de confrontation de cette invention avec les premiers utilisateurs.

En sciences humaines de nombreux modèles ont été développés pour tenter d'aider les concepteurs à concevoir des technologies acceptées et utilisées. L'acceptabilité et l'acceptation sont deux concepts qui alimentent plusieurs de ces modèles, respectivement en amont des premiers usages et au moment de l'utilisation des technologies.

Nous allons, dans cette Partie I, présenter les concepts d'acceptabilité et d'acceptation et indiquer en quoi certains modèles, qui en font un point central, nous ont paru pertinents pour examiner notre projet particulier de conception et de recherche.

Nous verrons alors que les résultats des analyses en termes d'acceptation ne confirment pas toujours ceux des analyses en termes d'acceptabilité.

Voici le sommaire de cette Partie 1 :

- Chapitre 1 : acceptabilité
- Chapitre 2 : acceptation

Chapitre 1 : acceptabilité

L'acceptabilité a été modélisée sous plusieurs formes. Il a notamment été fait une distinction intéressante entre l'acceptabilité pratique et l'acceptabilité sociale (Nielsen, 1993). Nous sommes bien conscients que ces modèles ont donné lieu à diverses critiques (développées dans ce chapitre), toutefois leur prise en compte et la mobilisation de certaines de leurs dimensions s'avèrent pertinentes dans le cadre du projet de conception et de recherche ici présenté.

1. Modèles de l'acceptabilité

Les recherches mobilisant le concept d'acceptabilité cherchent généralement à prédire les potentialités de diffusion d'une innovation. Ces recherches permettent en particulier d'appréhender les intentions d'usages.

Ce concept d'acceptabilité a fait l'objet de nombreuses définitions et a permis le développement de multiples modèles depuis les années 1980. Parmi les références les plus « populaires » du domaine, celle de Nielsen (cf. Figure 12) conduit notamment à distinguer l'acceptabilité pratique de l'acceptabilité sociale.

1.1. Acceptabilité pratique

D'après certains auteurs, le modèle de Nielsen (1993, Figure 12) se lit de droite à gauche : « chaque ensemble d'éléments de droite constituant une sorte de précondition pour l'élément placé à sa gauche » (Tricot et al., 2003, p. 397).

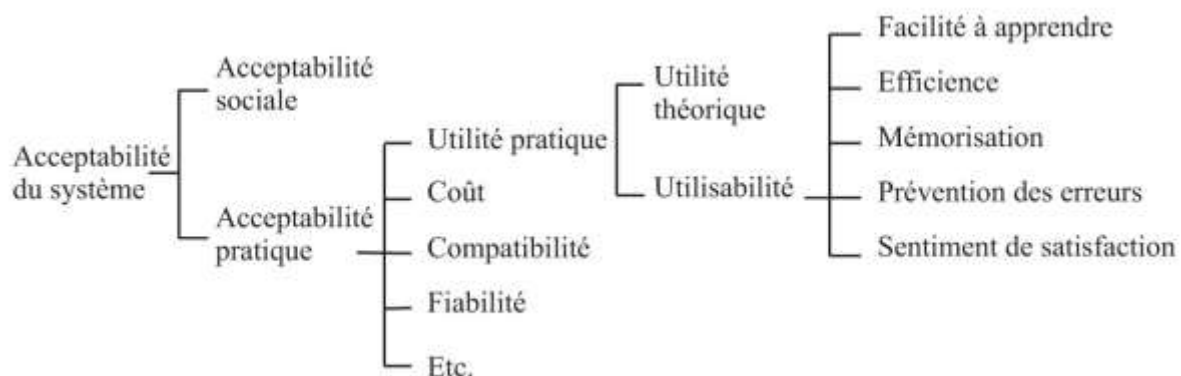


Figure 12 : Modèle de l'acceptabilité de Nielsen (1993)

L'acceptabilité pratique met ainsi l'accent sur la relation entre les fonctionnalités proposées et la facilité d'usage (Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009). L'acceptabilité engloberait notamment :

- l'utilité théorique qui correspondrait au rapport entre ce que la technologie est susceptible de réaliser et ce que l'utilisateur veut en faire (Terrade et al., 2009) ;
- l'utilisabilité qui renverrait à la facilité d'utilisation d'une technologie (ibid.), englobant plusieurs caractéristiques d'un dispositif technique, comme : l'apprenabilité, l'efficience du système, la mémorisation, la prévention des erreurs, et la satisfaction (cf. Figure 12). L'utilisabilité est, par ailleurs, définie par la norme ISO 9241-11 (1998, p. 2) comme le : « degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié ».

Ce concept d'acceptabilité pratique a inspiré certains modèles de l'ergonomie de conception de produits, en donnant une place centrale au critère d'utilisabilité (Brangier & Barcenilla, 2003 ; Bach & Scapin, 2005 ; Leduc, Valléry, Bellhari & Gaston, 2013).

L'acceptabilité *pratique* manquerait toutefois, à elle seule, de fiabilité dans sa visée prédictive des intentions d'usage. La prise en compte de la dimension subjective du rapport de l'utilisateur à la technologie est, en effet, déterminante. Cela ouvre donc le second champ de l'acceptabilité : celui de l'acceptabilité sociale.

1.2. Acceptabilité sociale

L'étude de l'acceptabilité sociale renvoie, selon Terrade et al. (2009, p. 3) à : « *l'examen des conditions qui rendent ce produit ou service acceptable (ou non) par l'utilisateur avant son usage réel et effectif* ».

De nombreux modèles théoriques permettent de rendre compte des déterminants de l'acceptabilité des technologies (Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009). Parmi ces modèles, le plus utilisé est le Technology Acceptance Model (TAM ; Davis, 1985, 1989 ; Šumak et al., 2011) et ses variantes : TAM 2 et 3, UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, Venkatesh et al., 2003) 1, 2.

Inspiré des théories de l'action raisonnée (Fishbein & Ajzen, 1975) et du comportement planifié (Theory of Planned Behavior, TPB ; Ajzen, 1991, 2011), TAM est considéré comme étant robuste dans la mesure où, par exemple, il prédit jusqu'à 60% des intentions d'utilisations futures d'un service comme internet (Yousafzai & al., 2010).

Le modèle TAM met en avant deux facteurs principaux pour expliquer les processus d'acceptabilité : l'utilité perçue et la facilité d'usage perçue. Nous avons retenu ces deux facteurs pour mener nos études d'acceptabilité.

TPB et TAM accordent également une importance majeure aux intentions de l'individu et aux images préalables qu'a un individu de la technologie pour réaliser un comportement. Ainsi, une image positive liée à l'utilisation d'une technologie conduirait à une intention favorable d'adopter la technologie (Venkatesh & Davis, 2000 ; Venkatesh & al., 2003 ; Yi & al., 2006 ; Venkatesh & Bala 2008). Dans cette perspective, il nous est apparu pertinent, en tant que concepteurs, d'identifier l'image que les utilisateurs potentiels avaient des NA, en amont de leur expérimentation.

La TPB donne une place centrale aux normes sociales et aux variables liées à la « *perception du contrôle* » (Ajzen, 1991) ; item qui nous a semblé prégnant dans le cadre de l'acceptabilité de VA (cf. Chapitres 2(6) et 3(4)).

Certains auteurs comme Dishaw et Strong (1999), Yi, Jacksonn, Park et Probst (2006), Liao, Palvia et Chen (2009), ou encore Lee (2010) ont pris le parti d'ajuster le TAM en fonction des problématiques spécifiques de recherche. Ces ajustements peuvent consister à agrémenter au modèle TAM des variables issues d'autres modèles. Ainsi, nous avons fait le choix d'intégrer deux autres critères à nos investigations :

- la confiance dans le véhicule (Huijts et al., 2012), qui nous est apparu intéressant au regard des enjeux sociétaux évoqués en introduction ;
- le plaisir perçu de l'interaction qui est également un critère d'acceptabilité des nouvelles technologies relevé par certains auteurs (Al-Gahtani & King, 1999 ; Venkatesh & Bala, 2008) et qui fait écho au plaisir perçu par les utilisateurs de véhicules routiers « *non autonomes* », comme les automobiles (Pasquier, 2012).

2. Critiques de ces modèles

Les critiques qui peuvent être recensées dans la littérature à l'encontre des modèles de l'acceptabilité, concernent leur complexité, leur nombre très important, leur hétérogénéité, leur sensibilité à des critères différents (Hammes, 2011). Or, selon Barcenilla et Bastien (2009), le degré d'acceptabilité d'un produit varie en fonction du type de facteurs pris en compte pour le

mesurer. Ainsi, en fonction du modèle et des critères retenus par les chercheurs, les résultats en termes d'acceptabilité des technologies diffèrent largement. Ce constat est également partagé par Pasquier (2012, p. 30) qui regrette également que l'acceptabilité sociale : « *manque à être véritablement définie* ».

Comme le précisent Barcenilla et Bastien (2009, pp. 311-312), il apparaît difficile d'intégrer dans un seul modèle l'ensemble des déterminants de l'acceptabilité d'une technologie : « *Le degré d'acceptabilité d'un produit varie aussi en fonction des différents moments de la confrontation du sujet avec l'objet, de l'expérience et la connaissance que l'individu possède de celui-ci, et de la perception subjective, chez l'utilisateur, d'un ensemble de facteurs attachés à l'objet : utilité perçue, propriétés esthétiques, valeurs culturelles véhiculées, coût économique, etc. L'acceptabilité dépend donc d'un compromis, chez l'utilisateur, parmi un ensemble de facteurs que la recherche essaie de circonscrire* ».

Cet enjeu de « *circonscription* » des dimensions pertinentes de l'acceptabilité nous semble essentiel et a largement guidé notre recherche. En effet, il semble que la pertinence des déterminants de l'acceptabilité varie en fonction des contextes dans lesquels ils sont mobilisés. Dit autrement, les déterminants de l'acceptabilité d'une technologie auraient une valeur située.

La littérature scientifique dresse également vis-à-vis de ces modèles des critiques d'ordre épistémologique. Ainsi, selon Bobillier-Chaumon (2013), les intentions d'usage d'un individu ne déterminent pas nécessairement ses comportements futurs, in situ, dans le réel de l'activité. Bobillier-Chaumon et Dubois (2009, p. 356) critiquent donc, en ce sens, l'acceptabilité qui, selon eux : « *s'intéresse aux représentations des personnes face à une technologie future ou possible (processus d'acceptabilité). Le postulat sous-jacent pose l'individu comme un être capable de se représenter et de comparer par anticipation un grand nombre d'événements possibles de la nouvelle situation. L'utilisateur est appréhendé selon un modèle rationnel. Il est invité à établir une évaluation (niveau conscient, pensée analytique) par anticipation des coûts-bénéfices sur un certain nombre de dimensions de la technologie (utilité, facilité d'utilisation, respect des normes du groupe, image de soi, etc.)* ».

Enfin, la méthodologie employée par les modèles de l'acceptabilité suscite, elle aussi, quelques réserves. Le questionnaire par échelle de mesure, qui est la méthode privilégiée pour évaluer l'acceptabilité, poserait un certain nombre de difficultés (Brangier, Hammes & Bastien, 2010). Le déploiement de ces questionnaires est fortement en marge du contexte même de l'action. Bobillier-Chaumon (2013, p. 43) parle de « *réalité réduite* », d'une expérience projetée par les utilisateurs qui « *pourrait davantage recenser les ressentis des usages passés que les intentions d'usage sur les outils à venir* » (ibid.) L'auteur regrette aussi que certaines études présentent les « *technologies de façon indifférenciées* » ou encore que les « *modalités d'interactions soient erronées* ».

3. Intérêts des modèles de l'acceptabilité dans le projet de conception de NA

A l'heure où notre pôle SHS intégrait ce projet de conception de NA, les premiers usages ne pouvaient pas encore être observés. Aussi, pour aider les concepteurs dans leur démarche de développement des navettes et des services associés, et avec les précautions nécessaires au regard de ce qui précède, nous avons jugé intéressant de mettre en place des études d'acceptabilité. En effet, comme l'écrivent Tricot et al. (2003, p. 22) : « *dans le cadre de la conception de technologie, avoir un retour le plus précoce possible de la part des utilisateurs quant aux jugements qu'ils émettent à l'endroit de la technologie, permet aux concepteurs d'ajuster leur activité et identifier les bonnes voies de développement* ».

D'autres façons de projeter les usages futurs et l'acceptabilité de façon prospective existent également en ergonomie (Brangier & Robert, 2013 ; Bornet & Brangier, 2013). Malheureusement, la « *discretion* » imposée aux chercheurs du pôle SHS dans ce projet n'a pas permis de mobiliser les concepteurs ou des utilisateurs potentiels de façon suffisante pour envisager le déploiement de ces méthodes.

Chapitre 2 : acceptation

Face aux limites avancées à l'encontre de l'acceptabilité - notamment les précautions nécessaires en termes de prédiction d'usages qui restent toujours circonstanciées et seulement partiellement anticipables - la littérature scientifique propose d'introduire l'« *acceptation* » dans l'approche des usages des technologies.

Dans ce Chapitre 2, après avoir défini le concept d'acceptation, nous décrivons certaines caractéristiques des processus d'acceptation des technologies. Nous concluons par une synthèse ciblant les différences entre acceptation et acceptabilité et soulignant en quoi chacune de ces approches s'avère empreinte de ressources et de limites pour le projet de conception et de recherche ici présenté. En fin de Chapitre 2, une autre forme de relation Humains-Technologies est discutée, il s'agit de la « *symbiose* ».

1. Définition de l'acceptation

Selon Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009 (p. 362), l'acceptation est à considérer comme : « *le déploiement d'un ensemble des conduites réelles d'adoption mises en œuvre par l'individu et/ou un collectif, dans le cadre des activités effectives au sein de l'organisation. L'acceptation se présente donc comme la façon dont un individu, mais aussi un collectif, une organisation perçoivent au gré des situations quotidiennes les enjeux liés à ces technologies (atouts, bénéfiques, risques, opportunité) et y réagissent (favorablement ou non)* ».

Les approches en termes d'acceptation s'inscrivent dans le cadre des théories de l'action située et dans une approche du « *réel* » de l'activité (Clot, 1999), lorsque la technologie est effectivement utilisée. L'utilisateur est alors davantage conceptualisé comme un acteur inscrit physiquement, socialement, historiquement et culturellement dans un contexte singulier : « *appréhender l'utilisateur comme un acteur suppose de le considérer, notamment, en référence à sa culture, son histoire, à la complexité des situations sociales et à la singularité du contexte à l'intérieur duquel il organise son action et insère son activité.* » (Bobillier-Chaumon, Carvallo, Tarpin-Bernard, & Vacherand-Revel, 2005, p. 104). Dans le cadre du projet de conception de navettes de transport autonomes, qui sont amenées à être déployées dans une multitude de contextes différents, ce point de vue nous est apparu tout particulièrement pertinent.

2. Caractères situés et dynamiques des processus d'acceptation

L'acceptation réelle d'une technologie est toujours située dans un contexte donné (Docq & Daele, 2001). Pour Lucke (1995, p. 88) : « *To be stated is not only what is accepted (or refused), but rather what, by whom, within which society, in what situation, at what time, and for what reason* ».

La technologie prend sens pour les individus dans des contextes réels d'usages et de mise en pratique. Selon Bobillier-Chaumon et Dubois (2009, p. 372) : « *elle va être associée (au gré des besoins et des ressources des individus et des groupes mais aussi selon les contextes et les enjeux de la situation d'usage) à des interprétations qui vont la valoriser ou la dévaloriser et la rendre plus ou moins acceptable* ».

Par ailleurs, pour Bobillier-Chaumon (2013, p. 165) l'acceptation n'est jamais acquise définitivement : « *c'est une capacité de maîtrise qui s'inscrit dans une dynamique* ». En effet, selon l'auteur, l'acceptation est remise en cause par l'évolution des situations, des dispositifs techniques et des individus eux-mêmes. Il s'agit donc d'un processus qui repose sur différentes dimensions et qui est issu de la combinaison située et dynamique d'un certain nombre de facteurs.

3. Facteurs du processus d'acceptation

Bobillier-Chaumon (2013) (voir aussi Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009) distingue plusieurs facteurs à l'origine du processus d'acceptation. Il répartit ces facteurs en quatre dimensions (cf. Tableau 2).

Dans une première dimension dite « *personnelle* », l'auteur propose d'appréhender les coûts et les bénéfices cognitifs et émotionnels liés à l'utilisation d'un dispositif technologique.

La dimension « *interpersonnelle* », amène à s'intéresser aux reconfigurations des réseaux et des collectifs de travail, car l'introduction d'une technologie peut « *redessiner les circuits d'informations, redéfinir les liens de subordination (...)* » (Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009, p. 365).

La dimension « *méta-personnelle* » engage à comprendre les incidences organisationnelles liées notamment à la « *modification du système de contrôle et d'autonomie des salariés* » (ibid., p. 366).

Enfin, la dimension « *transpersonnelle* » concerne la culture qui entoure l'individu, les constructions professionnelles et identitaires : « *l'acceptation ou le refus est fondamentalement lié à une affirmation d'une identité qui s'inscrit toujours dans une culture professionnelle donnée* » (ibid., p. 369).

Il semble ainsi que toutes les dimensions interagissent avec la première (personnelle), qu'elles en sont des déterminants.

Tableau 2 : Caractéristiques des dimensions et facteurs d'acceptation (à partir de Bobillier-Chaumon, 2013, p. 165)

DIMENSIONS DE L'ACCEPTATION	DEFINITIONS	FACTEURS A REPERER, NOTIONS A EVALUER...
Dimension personnelle	Apprécier le coût cognitif et émotionnel que représente l'utilisation des technologies	En termes de charge cognitive → - Densification de l'activité, surcharge quantitative (<i>interruption, digression, fragmentation du travail, multi-activité...</i>) - Intensification de l'activité, surcharge quantitative (<i>savoir et savoir-faire à mobiliser...</i>) - Sous-charge qualitative et quantitative - Transferts d'apprentissage (<i>technologies de rupture vs de transition</i>) En termes de charge émotionnelle - Inconfort émotionnel (<i>Insatisfaction, déplaisir, anxiété, mal-être</i>) - Emotion prescrite / empêchée
Dimension interpersonnelle	Evaluer les reconfigurations en œuvre sur les collectifs et les réseaux de travail	- Redéfinition d'un "collectif de travail" en "travail collectif" formalisé (<i>coordination forcée, interdépendance pénalisante, remise en cause des rôles, positions et contributions dans le collectif...</i>) - Affaiblissement & dislocation du collectif (<i>tensions, conflits, concurrence</i>)
Dimension méta-personnelle	Apprécier les incidences socio-organisationnelles des technologies sur l'utilisateur et son activité	- Régulation et prescription de l'activité (<i>système info-normatif, hétéronomie</i>) - Supervision et contrôle accrus de l'individu au travail et hors travail (<i>système panoptique, évaluation permanente à 360°, bureau permanent...</i>) - Autonomie imposée (<i>prescription de la subjectivité...</i>) - Gains /pertes pour les acteurs (<i>pouvoir, légitimité, statut, autorité, privilèges, ...</i>)
Dimension transpersonnelle	Appréhender les répercussions sur la construction et la reconnaissance identitaires de l'individu	- Perte de sens au travail (<i>distançiation de l'objet du travail, dématérialisation, mise en retrait de l'individu, non-respect des règles du métier...</i>) - Requalification-Déqualification-Disqualification (<i>activités à faible valeur ajoutée, perte de savoir-faire, réajustements professionnels...</i>) - Activité empêchée (<i>pouvoir d'agir limité, contrarié par les TIC</i>)

Le modèle de Bobillier-Chaumon (2013, cf. Tableau 2) appuie le fait que les changements technologiques et leur acceptation sont multidimensionnels, complexes et qu'ils se situent à « *l'interface entre des composantes propres au sujet, ses capacités, conceptions et valeurs ; et des composantes de la tâche qu'il sera amené à réaliser avec le nouvel outil* » (Quiguer, 2013, p. 65).

Les différentes dimensions identifiées par Bobillier-Chaumon (2013) mettent en exergue le fait que l'acceptation n'est pas seulement une question individuelle. Dans le cadre du projet de conception d'un service de transport par NA, ce point de vue nous est apparu particulièrement pertinent. En effet, contrairement aux demandes qui nous avaient été adressées par les partenaires concepteurs au démarrage du projet (cf. Tableau 1), l'acceptation ne se « *joue* » pas

uniquement au niveau des utilisateurs d'une technologie, mais également au sein de l'ensemble du tissu social des sites sur lesquels ladite technologie est déployée, peut-être même au-delà (cf. Partie VI). Nous avons ainsi fait l'hypothèse qu'il fallait dépasser le périmètre des passagers pour comprendre les phénomènes d'acceptation/rejet des NA et observer, autour des navettes, les activités déployées sur les sites d'expérimentation. Par conséquent, lorsque nous parlons d'« *utilisateurs* », nous considérons que ce terme englobe à la fois :

- les passagers des NA ;
- les autres usagers des sites sur lesquels les NA sont déployées et qui constituent des utilisateurs potentiels, ou des personnes susceptibles d'influencer le rejet de la technologie ;
- Les accompagnants qui utilisent les NA comme instrument de travail. Ces utilisateurs particuliers que sont les accompagnants n'étaient pas encore connus au moment des études d'acceptabilité. Ils n'ont donc pas été intégrés à ces dernières.

Notons que le modèle de l'acceptation de Bobillier-Chaumon (ibid.) a, pour le moment, beaucoup été déployé dans des contextes professionnels vis-à-vis de technologies utilisées par des opérateurs dans le cadre de leur travail (l'on retrouve d'ailleurs des références à ce contexte professionnel dans le Tableau 2). L'extension de ces modèles à des processus d'acceptation de services « *publics* », qui plus est à des services de transports autonomes, n'a pas, à notre connaissance, été opérée.

4. Anthropomorphisme et acceptation

Waytz, Heafner et Epley (2014) ont conclu que les caractéristiques anthropomorphiques d'un simulateur de conduite rendaient la conduite plus agréable et le simulateur lui-même plus acceptable. L'étude en question montre également que, lors d'un inévitable accident simulé, la présence d'une voix humanoïde réduit l'attribution de la responsabilité au simulateur de conduite dans les yeux des conducteurs.

Dans les premières phases de développement des NAV1 d'un point de vue « *technique* », les constructeurs avaient sollicité notre pôle SHS pour leur apporter des repères de conception en termes d'acceptabilité (cf. Tableau 1). Les expérimentations des NAV1 avant la conception des NAV2 ont donc été l'occasion de vérifier, in situ, l'hypothèse selon laquelle l'attribution de caractéristiques anthropomorphes à un automate favorisait son acceptation.

5. Complémentarité des approches « acceptation / acceptabilité »

Malgré le fait que les modèles de l'acceptabilité et de l'acceptation soient sous-tendus par des paradigmes scientifiques différents (respectivement le cognitivisme et l'action située), ils s'avèrent généralement complémentaires d'un point de vue pragmatique, dans la genèse d'une conduite de projet.

Selon Février (2011, pp. 19-20) : « *le processus global d'adoption technologique est inscrit dans un continuum partant des représentations en termes d'acceptabilité que l'on peut avoir en amont, c'est-à-dire a priori, à l'égard d'un système, jusqu'à l'acceptation effective de la technologie. Le phénomène global d'adoption doit ainsi être considéré comme un phénomène progressif et complexe, qui comprend donc notamment une phase d'acceptabilité et une phase d'acceptation* ».

Ainsi, nous avons fait l'hypothèse que des études en termes d'acceptabilité contribuaient à réduire le risque d'échec et de rejet d'une technologie, mais que s'en contenter était dangereux dans le sens où les analyses en termes d'acceptation seraient certainement amenées à révéler des phénomènes différents. En effet, comme l'illustrent les travaux de Rabardel (1995), la conception des technologies se poursuit dans leur usage. Par conséquent, le déploiement des deux types d'études, acceptabilité puis acceptation, a ici été retenu. Ceci dans le but d'apporter des repères de

conception complémentaires et pertinents aux différentes étapes du projet et de rendre possible le passage du stade de développement technologique à celui d'innovation.

6. Symbiose humain-technologie

Selon plusieurs auteurs (Brangier, Hammes-Adelé & Bastien, 2010 ; Hammes-Adelé, 2011), les utilisateurs des technologies peuvent parfois être amenés à dépasser le niveau d'acceptation de ces technologies et à développer vis-à-vis d'elles des relations symbiotiques.

La symbiose est définie par Brangier, Dufresne et Hammes-Adelé (2009, p. 140) comme une : « *relation durable, structurante et bénéfique entre un humain et un artefact et dont chaque élément tire, directement ou indirectement, des moyens pour se développer* ». Selon ces auteurs, cette notion part de l'idée que la technologie n'est pas extérieure à l'humain mais que les systèmes techniques et humains co-évoluent : « *il vit et réalise toutes ses activités dans des espaces technologiques qui contiennent un peu de lui-même et le construisent en même temps* » (ibid.). L'humain est ainsi vu comme « *technologique, au même titre qu'il est affectif, social, biologique ou cognitif* » (ibid.). Dans cette perspective, il y a coévolution entre l'humain et la technologie, d'où la notion de symbiose empruntée métaphoriquement à la biologie.

Hammes-Adelé (2011) identifie trois déterminants clés de la symbiose :

- la perception de bénéfices conditionnés par une adaptation réciproque ;
- un accroissement de la performance personnelle et/ou professionnelle ;
- le sentiment de maîtrise.

Toutefois, même si l'on peut considérer qu'aujourd'hui la mobilité humaine est inhérente aux possibilités que lui offre la technologie, nous avons choisi de ne pas retenir ce paradigme de la symbiose dans le cadre de la conception d'un service de transport par NA. En effet, la plupart des travaux réalisés dans le champ de la symbiose concernent des objets personnels utilisés de manières relativement prolongées. Or, l'objet « *navette autonome* » n'appartient pas à l'utilisateur. Il est utilisé de façon ponctuelle et sur des durées/distances limitées. Aussi, il semble difficile de concevoir le même type de relation symbiotique que l'on peut développer avec son téléphone portable, son ordinateur, internet, ou encore sa voiture personnelle. Brangier et Hammes-Adelé (2013), auteurs spécialistes de la symbiose, reconnaissent eux-mêmes que pour certaines technologies le modèle de l'acceptation paraît plus approprié.

Même si nous n'adoptons pas le paradigme de la symbiose dans le cadre de la présente recherche-action, plusieurs concepts inscrits dans cette approche ont retenu notre attention. D'abord, la représentation d'un couplage individu/technologie nous apparaît en cohérence avec le concept d'acceptation précédemment développé. Ensuite, certains déterminants de la symbiose mis en avant par les auteurs du champ, nous semblent, a priori, potentiellement pertinents dans le cadre de l'acceptation de VA. Nous pensons ici au « *sentiment de maîtrise* » (Hammes-Adelé, 2009), encore à l'« *agentivité* » (concept développé dans le Chapitre 5(4)). Dans cette perspective, nous avons par exemple émis l'hypothèse qu'un des facteurs de rejet de la technologie autonome pourrait être l'impression, pour l'utilisateur, d'être privé de son agentivité, en l'occurrence du sentiment d'être agent de la conduite du VA (cf. Chapitre 5(4)).

Synthèse de la Partie I

Au cours de la Partie I, nous avons discuté des différents modèles qui coexistaient dans le champ de l'acceptation des technologies : l'acceptabilité, l'acceptation, la symbiose humain-technologie. Nous avons montré que ces modèles étaient empreints d'intérêts et de limites au regard de notre objet de recherche et de conception. Nous en avons déduit qu'en amont des premiers usages de NA par le grand public, des analyses en termes d'acceptabilité de la technologie s'imposaient pour notamment affiner la conception des navettes. Mais, nous avons également argumenté le fait que

les études d'acceptation, en situations d'usage, conduiraient certainement à des résultats différents et complémentaires des pronostics d'acceptabilité. Par ailleurs, au vu de la dimension systémique de l'acceptation, tout un réseau d'acteurs semble pouvoir influencer les phénomènes d'acceptation : les usagers des sites (passagers ou non-utilisateurs), les régulateurs, les exploitants et même les concepteurs. Nos analyses ont donc cherché à embrasser l'ensemble de ce réseau d'acteur. A l'issue de cette Partie I, la thèse intermédiaire suivante est donc formulée :

Thèse intermédiaire I : Les études d'acceptabilité ne sont pas nécessairement révélatrices des phénomènes réels d'acceptation du service de transport par navettes autonomes. L'articulation des approches en termes d'acceptabilité et d'acceptation est favorable au développement d'une innovation.

Partie II : valeurs et expérience vécue

Au cours de la Partie I, nous avons argumenté l'intérêt de comprendre les relations entre l'acceptabilité et l'acceptation des services de transport par NA, dans la perspective de rendre possible leur passage au stade d'innovation.

Au regard des définitions que nous avons données précédemment, il apparaît incontournable - pour comprendre les phénomènes d'acceptation - de s'intéresser à l'activité observable des utilisateurs, mais pas seulement... En effet, si l'acceptation correspond à la mise à l'épreuve d'une technologie, dans un contexte d'usage, par des individus qui en expérimentent les intérêts et les limites, en rapport à leurs projets particuliers, les comportements observés ne peuvent suffire à caractériser la façon dont ces individus vivent l'expérience de la technologie. Cette expérience vécue, en situation réelle d'usage doit donc faire l'objet d'une analyse particulière (Bobillier-Chaumon, 2013).

Par ailleurs, pour déterminer ce qui est acceptable ou non, comprendre les phénomènes d'acceptation et de rejet, la littérature scientifique nous invite à nous intéresser à ce qui « *vaut* » le plus, donc aux « *valeurs* » des réseaux d'acteurs impactés par le déploiement d'une nouvelle technologie.

Dans le Chapitre 3 de cette Partie II, nous justifions en quoi il nous apparaît pertinent d'identifier les « *valeurs* » portées par les réseaux d'acteurs en question. Nous montrons que, parmi les valeurs, il peut être distingué les valeurs « *déclarées* » des valeurs « *en acte* » ; et que l'analyse des relations entre ces deux types de valeurs pourrait permettre de mieux comprendre les liens entre acceptabilité et acceptation.

Dans le Chapitre 4, nous expliquons comment les « *valeurs en acte* », qui guident les actions des individus, entrent parfois en conflits (dans des situations que nous qualifions de « *critiques* ») et entraînent des arbitrages. La mise en lumière de ces arbitrages pourrait alors se révéler une ressource dans la perspective de concevoir une technologie innovante acceptée.

Dans le Chapitre 5, nous montrons que la construction des expériences vécues par les régulateurs d'un service, permet la mise en lumière de leurs valeurs en acte dans les situations réelles d'usages, et notamment en situation critique. Nous justifions en quoi cette approche « *expérientielle* » (analyse des comportements observables, construction des expériences vécues en situation critique, mise en lumière des valeurs en acte), nous apparaît essentielle pour comprendre des phénomènes d'acceptation et pour la conception d'une technologie innovante (visant à transformer les usages), comme le sont les NA.

Chapitre 3 : valeurs et valeurs en acte

L'ensemble des modèles de l'acceptabilité, de la symbiose ou encore de l'acceptation, décrits précédemment, suggèrent le fait que les « *valeurs* » des utilisateurs font partie des déterminants des processus d'acceptation et qu'il faut donc les prendre en compte au moment de la conception du produit/du service.

Pour d'autres, comme Tricot et al. (2003), Hassenzahl (2008) ou encore Février (2011), l'acceptabilité renverrait à la valeur de la représentation mentale que se construisent les individus concernant une technologie donnée et qui conditionnerait la décision d'un individu d'utiliser ou non cette technologie : « *l'acceptabilité [...] correspond à la perception a priori qu'a un individu de la valeur d'un système ou d'une technologie* » (Février, 2011, p. 15). Jouët parle de « *valeur symbolique de l'objet technique* » (2000, p. 501).

Quant à Bobillier-Chaumon, il définit l'acceptation située comme l'analyse des usages effectifs des technologies où l'on « *étudie le sens, les valeurs, les enjeux attribués à ces outils* » (2013, p. 72).

Dans le domaine de la relation de service, de nombreux auteurs affirment que l'enjeu fondamental de toute relation de service est la création de « *valeur* » pour un client, un usager (Maglio, Srinivasan, Kreulen & Spohrer, 2006 ; Vargo, Maglio & Akaka, 2008 ; Glushko, 2010 ; Maglio & Spohrer, 2013).

Enfin, dans le champ particulier des transports, plusieurs travaux ont montré que parmi les déterminants de l'acceptation des technologies, l'on trouvait généralement les valeurs d'utilité et de fiabilité (Quiguer, 2013) ou encore de sécurité (Anderson et al., 2014 ; Wybo, 2010).

Toutefois, d'après nos différentes lectures, le concept de « *valeurs* » recouvre des périmètres différents et manque à être clairement défini.

1. Définition générale des valeurs

Les SHS ont, depuis leur origine, accordé un intérêt conséquent à la question des valeurs (Shalom Schwartz, 2006). Pour Durkheim (1893) comme pour Weber (1905-1958), les valeurs sont fondamentales pour expliquer les organisations et les changements tant au niveau des sociétés que des individus. Les valeurs ont investi l'ensemble des disciplines composant les SHS : philosophie (axiologie), sociologie, anthropologie, ergonomie/ergologie, psychologie... et également d'autres champs scientifiques comme l'économie (théories de la valeur d'échange, la valeur client) ou encore les sciences de gestion (recherches sur la valeur créée et la valeur perçue). Ainsi, les acceptions des « *valeurs* » sont nombreuses et différentes (Rokeach, 1973 ; Boudon, 2001 ; Ogien, 2012). Pour certains auteurs, les difficultés d'objectivation, donc de mesure, de ces valeurs contribuent à cette diversité (Rohan, 2000 ; Hitlin & Piliavin, 2004).

Plusieurs définitions du concept de valeurs peuvent donc être recensées :

- pour Rokeach (1968), il s'agit d'une croyance durable selon laquelle un mode spécifique de conduite ou un but de l'existence est personnellement et socialement préférable à d'autres conduites ou buts ;
- Boudon et Bourricaud, 1983 parlent de « *préférences collectives* » qui apparaissent dans un contexte sociétal particulier et participent à la régulation de cette société ;
- Quant à Rezsóhazy, il définit les valeurs comme : « *ce que les hommes apprécient, estiment, désirent obtenir, recommandent, voire proposent comme idéal* » (2006, p. 5).

A la lecture de ces trois définitions, il apparaît que les valeurs sont hiérarchisables, qu'elles peuvent être individuelles ou collectives, qu'elles influencent les comportements, les désirs, ou encore qu'elles sont des croyances, durables.

Plusieurs auteurs ont essayé de recenser les différentes valeurs humaines :

- Rokeach (1973) a identifié 36 valeurs différentes, certaines qu'il nomme « *valeurs terminales* » (ou « *buts de l'existence* »), comme : le plaisir, la sécurité, le bonheur, l'égalité, la liberté, le sentiment d'accomplissement, les amitiés authentiques, la plénitude amoureuse... et d'autres qu'il nomme « *valeurs instrumentales* » (ou « *modes de comportements pour atteindre des buts* »), comme : l'autonomie, la créativité, l'ambition, la gentillesse, la bonne humeur...
- Kahle (1983) recense 9 valeurs « *terminales* » : 6 valeurs internes (le sens de l'appartenance, le besoin d'excitation, l'amusement et la joie de vivre, des relations chaleureuses avec les autres, l'épanouissement personnel, un sentiment d'accomplissement) et 3 valeurs externes (être respecté, la sécurité, le respect de soi).
- Shalom Schwartz et Bilsky (1987), qui se réfèrent aux travaux des deux auteurs précédemment cités, ont identifié 56 valeurs qu'ils regroupent en 10 « *domaines motivationnels* ». L'ensemble de ces valeurs et des domaines motivationnels auxquels appartiennent les valeurs sont recensés dans la Figure 13, ci-dessous.

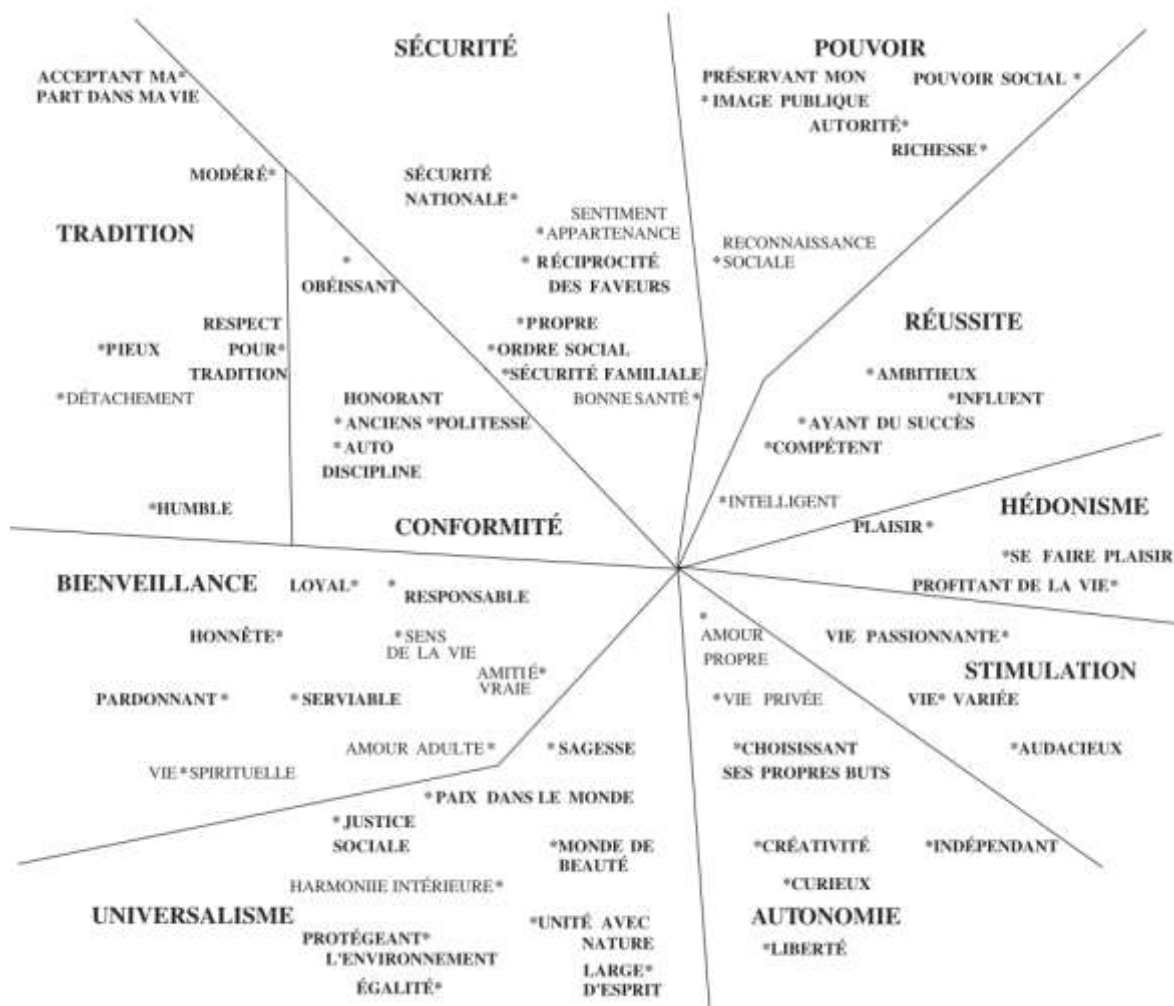


Figure 13 : Valeurs et domaines motivationnels, selon Shalom Schwartz et Bilsky (1987)

Shalom Schwartz (2006) décrit la dynamique des oppositions et des compatibilités entre les valeurs. Selon lui, certaines valeurs sont en opposition avec d'autres (la bienveillance s'oppose au pouvoir) tandis que d'autres vont de pair (Schwartz prend l'exemple de la conformité et de la sécurité).

L'auteur affirme également le caractère relatif des valeurs : une valeur peut-être importante pour une personne et sans importance pour une autre.

Dans la présente recherche, nous ne nous sommes pas intéressés à l'ensemble des valeurs qui habitent les êtres humains, indépendamment des contextes dans lesquelles ils agissent – *les valeurs référentes* – comme les appelle Barbier (2003). Nous nous sommes focalisés sur les valeurs portées par des acteurs particuliers (régulateurs, usagers des sites, exploitants, concepteurs) dans des contextes de confrontation à un objet spécifique : un service de transport par NA en développement.

De même, nous nous sommes autorisés à ne pas devoir coûte que coûte nommer les valeurs mises en lumière par nos analyses, selon des dénominations présentes dans un modèle préexistant, et ce pour différentes raisons :

- d'une part, parce que nous souhaitons être les plus fidèles possibles aux données recueillies dans le contexte particulier de ce projet. Nous ne voulions pas risquer de modifier le sens originel donné par certains acteurs aux valeurs qui les animent.
- D'autre part, parce que nous avons fait l'hypothèse que certaines valeurs, non présentes dans un modèle comme celui de Shalom Schwartz (2006), pourraient être révélées dans des contextes originaux de conception, d'exploitation et d'utilisation de NA.
- Ensuite parce que les questions de l'individuel et du social, ne sont pas non plus tranchées par les modèles précédemment évoqués.
- Enfin, parce que d'un point de vue pragmatique, les valeurs, à savoir ce qui « *vaut* », qui a de la « *valeur* » au moment d'agir, ne correspond pas forcément aux valeurs référentes, décontextualisées de l'action. Ainsi, l'ergonomie a régulièrement montré (cf. Partie III) que dans certaines situations la conformité et la sécurité n'allaient pas de pair, contrairement à la proposition de Shalom Schwartz (2006).

2. Des valeurs aux valeurs en actes

De nombreux auteurs se sont intéressés au caractère hiérarchisable des valeurs. Certains d'entre eux, comme Shalom Schwartz (2006), avancent que pour chaque personne, les valeurs peuvent être classées par ordre de priorité indépendamment des contextes dans lesquels cette personne se trouve.

D'autres pensent que, bien que les valeurs soient plus ou moins importantes pour chaque individu, les contextes, les situations, les actions dans lesquels les individus sont engagés, peuvent modifier la hiérarchie de ces valeurs :

- Ogien (2013, p. 8), parle de « *guide pour l'action* » pour définir ce qu'il appelle des « *valeurs comme conduites* ».
- Yves Schwartz (2009, pp. 1-2) définit les valeurs comme : « *ce qui vaut plus ou moins* » (dans un contexte particulier). Selon lui, les valeurs : « *n'existent pas comme un donné extérieur aux dramatiques de l'activité, extérieures aux expériences vécues, lesquelles au contraire n'arrêtent pas de les retravailler, les re-hiérarchiser, les redéfinir* » [...]
- Pour Dewey (2012), « *“ce qui fait valeur” se dévoile à mesure que les individus découvrent ensemble “ce à quoi ils tiennent” dans une situation d'action précise* ».
- Pour Bourgeois, Albarello, Barbier et Durand (2013), qui synthétisent les propositions clés de l'œuvre de John Dewey (1859/1952) : « *le sujet (ou autrui à propos du sujet) ne parle d'expérience qu'à partir du moment où il attribue un jugement de valeur à cette opération en tant que fondatrice pour lui-même* ».
- Selon Bidet, Quéré et Truc (2011, pp. 33-34) : « *ce à quoi nous attribuons de la valeur n'est rien d'autre que ce à quoi nous tenons, c'est-à-dire à quoi ou à qui nous manifestons concrètement notre attachement, à travers nos attitudes actives, nos comportements, nos façons d'agir* ». Ils ajoutent que

« ce à quoi nous tenons est aussi ce par quoi nous tenons » ; ce qui pourrait expliquer que l'on peut attribuer de la valeur à un objet, un service et donc une technologie comme les NA.

- Pour Molinier (2010, p.107), les valeurs des travailleurs correspondent à ce qui compte dans le travail pour les sujets.

Villame (2004, p. 151) citant Grize (1992, 1995), insiste sur la dimension située des valeurs : « *la construction de cette signification n'est pas seulement guidée par un sens conventionnel, mais résulte de l'interprétation qu'en fait l'individu. Or, cette interprétation dépend de son projet, de l'action qu'il a entreprise, du contexte dans lequel prend place cette action, de ses connaissances et expériences passées* ».

Yves Schwartz (2009, p. 3) développe le concept de « *valeurs en actes* » en affirmant que les valeurs sont nécessairement construites dans l'activité et mobilisées de façon originale par le sujet qui vit une expérience. Il parle de valeurs : « *opérantes dans l'activité* », « *tissées dans l'activité* » et qui « *n'ont pas d'existence entièrement séparable des protagonistes de l'activité, de leur expérience, parce que cette activité, cette expérience, au moment même où elles invoquent ces valeurs, retravaillent, redécouvrent en permanence le contenu et la définition de celles-ci* ». Cette association entre « *valeurs* » et « *expérience* » est également établie par Villame (2004) : « *les valeurs se forment ainsi à la fois en appui sur des expériences antérieures, dans la continuité de l'expérience de l'action, et dans des appréciations situées à partir des conditions actuelles des problèmes* ».

Dans le domaine de l'automatisation de la conduite automobile, Villame (2004) s'est intéressée aux « *significations* » qu'un conducteur automobile accordait aux événements qu'il rencontrait et à la situation qui l'entourait, au moment de la réalisation de son activité de conduite. Cette approche a permis de mettre en lumière des repères de conception d'aides à la conduite. Par exemple, il a été montré que le régulateur de distances s'avérait être une technologie utile dans certaines situations et au contraire contraignante dans d'autres ; et que la valeur que les utilisateurs accordaient à cette technologie évoluait en fonction des contextes d'usage.

L'expérience vécue d'engagement dans une situation singulière, les valeurs qui se révèlent au cours de ce vécu, ne sont que partiellement anticipables au moment de projeter cette expérience. C'est la raison principale qui expliquerait, selon-nous, que les études d'acceptabilité ne serait pas prédictives, de façon totalement fiable, des phénomènes d'acceptation.

Les valeurs déclarées par les individus à l'encontre d'un objet non situé, ont cependant probablement des liens avec leurs valeurs en acte lorsqu'ils sont engagés dans une situation dans laquelle intervient cet objet. Dans la perspective de tisser ces liens au cours de cette recherche, nous nous sommes à la fois intéressés :

- aux valeurs qui sont « *déclarées* », par les différents acteurs, à l'encontre des NA ;
- et aux « *valeurs en acte* » des acteurs engagés dans des situations dans lesquelles interviennent les NA.

Dans la suite de cet écrit, le terme de « *valeurs* » englobe les deux catégories (« *déclarées* » et « *en acte* »).

3. Valeurs en acte et relations de service

L'approche pragmatique des valeurs que nous adoptons ici, est convergente avec l'activité de professionnels. Selon Petit (2005, p. 64) : « *dans toute situation de travail chaque individu met un enjeu, au cœur de son activité, des valeurs qui guident son action* ». Bidet, Quéré et Truc (2011, p. 34) affirment que : « *les valeurs sont à la fois ce à quoi et ce par quoi les professionnels tiennent dans la perspective de la mission à poursuivre* ». Là encore, la question de la fin est associée à celle des moyens. La technologie pourrait ainsi être un moyen pour un opérateur d'atteindre ses objectifs, d'agir conformément à ce qui vaut pour lui dans la situation professionnelle qu'il vit ; ou à l'inverse constituer un obstacle, empêcher son activité (Clot, 1997).

De nombreux auteurs se sont intéressés aux valeurs des travailleurs, notamment dans le domaine de la relation de service (Yves Schwartz, 2000 ; Hubault, 2001 ; Petit, 2005 ; Poret, 2015). Il semblerait que ce champ de la relation de service abrite des caractéristiques particulières qui impactent le rapport des travailleurs aux valeurs. Pour Petit (2005, p. 64) : « *le rapport aux valeurs est plus marqué dans les services du fait de la présence du client dans la production et du fait aussi qu'il peut être lui-même le support de cette production* ».

Il nous est ainsi apparu essentiel, dans une perspective de développement du service de transport par NA, d'identifier :

- ce qui « *valait* » le plus pour les « *clients* », c'est-à-dire ici les usagers des sites dans lesquels étaient déployées les NA ;
- en quoi les régulateurs du service étaient partie prenante du processus de construction de valeurs, en acte, pour ces usagers ?

4. Valeurs, normes et règles

Dans la littérature scientifique, le concept de valeurs est régulièrement associé à ceux de normes et de règles. La distinction entre ces trois concepts est sujette à de nombreuses controverses (Ogien, 2012).

Les normes se réfèrent généralement à un comportement souhaité socialement, dans un contexte particulier. Les normes seraient alors ancrées sur des valeurs (Baertschi, 2001 ; Canguilhem, 2007) et sur des savoirs (Durrive, 2010 ; Récopé, Boyer, Rix-Lièvre & Coutarel, 2013).

La règle, quant à elle, est définissable comme : « *l'expression concrète des normes, définissant les pratiques à suivre* » (Lidgi, 2005, p.117). Le code de la route est, par exemple, un ensemble de règles.

Lidgi (ibid) distingue les valeurs, normes et règles dans le domaine de la conduite automobile par l'exemple suivant : « *le respect de l'intégrité d'autrui est une valeur, la prudence au volant est une norme, s'arrêter lorsque le feu passe au rouge est une règle* ».

D'un point de vue pragmatique il apparaît difficile d'identifier ce qui guide fondamentalement nos actions. En effet, les valeurs, normes et règles semblent s'articuler entre elles, singulièrement et de façon située. Le fait d' « *être respectueux des règles* » apparaît être une norme qui peut prendre plus ou moins de « *valeur* » en fonction des situations. Pour Récopé, Boyer, Rix-Lièvre et Coutarel (2013), valeurs, normes et règles peuvent être incorporées (les auteurs parlent alors de schème). Selon les auteurs, « *l'incorporation d'une norme témoigne, d'une manière ou d'une autre, d'une conceptualisation de sa valeur pratique* ». Canguilhem (2003), mobilise le concept de « *normes propres* » pour désigner des normes qui sont propres à un individu et produites dans l'agir.

Par conséquent, lors de nos analyses des expériences de confrontations des différents acteurs à la technologie NA, nous avons choisi de ne pas distinguer ces trois concepts « *valeurs/normes/règles* », et de nous intéresser simplement à ce qui « *valait* » pour eux ; c'est-à-dire à leurs « *valeurs déclarées* » ou à leurs « *valeurs en acte* ».

Chapitre 4 : conflits de valeurs en acte, situations critiques et arbitrages

Lorsque l'on s'intéresse aux valeurs et à leurs relations avec l'activité humaine, on constate une articulation fondamentalement dissonante : « *dès qu'on tente de les définir, de les décliner concrètement, les risques de contradiction entre elles et en nous affleurent* » (Yves Schwartz, 2009, pp. 1-2, à propos des valeurs).

Pour Curie (2002), cité par Barbier (2003, p. 132), l'action résulte nécessairement d'arbitrages : « *s'il y a eu engagement, il y a eu dépassement d'un conflit ; l'engagement est le produit d'un arbitrage entre des incitations contradictoires* ».

En ergonomie, en ergologie, ou encore en psychodynamique du travail, nombre de travaux ont mis en lumière les conflits de valeurs, les débats de normes (Canguilhem, 1943 ; Dejours, 1995 ; Daniellou, 2006 ; Yves Schwartz, 2009 ; Falzon, 2013) qui jalonnaient l'activité des travailleurs, notamment dans le secteur des services.

Varela (1989), explique les conflits de valeur par l'existence chez chaque être humain de plusieurs micro-identités qui se développent dans des micro-mondes associés. Il existerait alors dans chaque activité humaine de « *puissantes dynamiques susceptibles d'impliquer l'activation de nombreuses micro-identités concurrentes, chacune à l'origine d'une disposition particulière à l'action pour le moment suivant* » (Récopé, Boyer, Rix-Lièvre & Coutarel, 2013, p. 49). Ainsi, un conducteur automobile, un régulateur, pourrait-être à la fois : un automobiliste, un piéton, un cycliste, un travailleur, un père de famille, un vacancier, un travailleur, etc. ayant construit des systèmes de valeurs dans les micro-mondes associés à ces différentes micro-identités. Cette vision pluri-identitaire de l'Homme, à laquelle nous adhérons ici, contribue à justifier la nature fondamentalement située des valeurs et (surtout) de leur hiérarchisation.

La perspective d'un organisme affirmant son identité susceptible d'être menacée établit une nouvelle vision du monde : il s'agit en permanence d'un « *monde de valeurs* » (Weber & Varela, 2002, p. 118). Ainsi, selon Récopé et al. (2013, p. 49) : « *posséder un monde signifie d'abord et avant tout avoir affaire à des valeurs produites au sein du processus par lequel l'organisme affirme son identité* ». En suivant cette logique, l'ancrage de nos analyses dans les situations critiques, devrait révéler les systèmes de valeurs « *authentiques* » des régulateurs du service.

1. Conflits de valeurs dans le secteur de la conduite automobile

Walker, Stanton et Young (2001), ont montré que la conduite automobile comprenait plus de 1600 tâches. Parfois, ces tâches se superposent, les objectifs auxquels elles sont associées, peuvent entrer en conflit (Groeger, 2000) et les automobilistes sont alors amenés à mettre en place des régulations, effectuer des arbitrages. Lidgi (2005), démontre ainsi qu'en situation de conduite, l'automobiliste adapte les règles en permanence et que cette adaptation est l'une des conditions du « *bien conduire* » : « *l'automobiliste construit ses représentations du risque à partir de son expérience vécue. Lorsque, dans une situation concrète, une règle ne fait pas sens, n'est pas crédible, elle n'est pas suivie à la lettre, elle est adaptée à la situation vécue par le conducteur* (ibid. p. 25).

Une étude récente portant sur l'acceptation des voitures électriques (Poupon, Philips-Bertin, Bobillier-Chaumon & Kalampalakis, 2013) s'est particulièrement intéressée aux conflits de valeurs en acte et aux arbitrages des utilisateurs de cette technologie. Selon Bobillier-Chaumon (2013, p. 169), qui a participé à la recherche en question, le fait de « *repérer les arbitrages et les compromis qu'effectuent les usagers, par rapport à ces contingences, de voir ce qu'ils retirent ou ce qu'ils transforment de cet objet...* » (ou de ce service), participe au développement d'une innovation telle que la voiture électrique.

L'automatisation de certaines fonctions de la conduite a révélé par le passé, via l'analyse des expériences vécues par les conducteurs, l'apparition de situations de conduites critiques. Villame (2004), qui a travaillé sur la conception des régulateurs de distance, a montré que la mise en place de cette technologie était à l'origine de compromis qui ne satisfaisaient pas les conducteurs : « *augmenter la distance à laquelle se fait le dépassement, aboutit à se déplacer sur la file de gauche de façon très anticipée et à l'occuper parfois de façon prolongée. Il en résulte des situations difficiles voire conflictuelles pour les conducteurs (ce qu'ils ont exprimé nettement lors des essais), vis-à-vis d'usagers plus rapides arrivant derrière eux qu'alors ils gênent* » (ibid. p. 14). Nous pourrions interpréter, à partir de cette exemple, qu'une valeur que nous pouvons nommer « *ne pas gêner autrui* » a ici été mise à mal chez les conducteurs qui subissaient le choix du système de conduite autonome.

2. Conflits de valeurs et situations critiques chez les régulateurs de la relation de service

Le champ particulier de la relation de service induit des caractéristiques particulières des conflits de valeurs. Selon Yves Schwartz (2000, p. 17), il est particulièrement difficile pour un agent de tenir conjointement « *tous les registres de la valeur (concilier les effets utiles pour le client, l'entreprise et l'agent)* ». Daniellou (2006, p. 7) explique cette difficulté par la nature « *hétérogène* » des valeurs. L'auteur se réfère alors à Dejours (1995, p. 79) pour évoquer les différentes « *rationalités de l'agir (efficacité dans le monde physique, justesse dans le monde social, authenticité dans le monde subjectif), et les délibérations auxquelles elles donnent lieu* ». Daniellou va même plus loin en affirmant que : « *tous les objectifs, qui relèvent de différentes rationalités, ne peuvent souvent pas être atteints à la fois* » (ibid.). Ainsi, pour ces auteurs, l'atteinte des résultats passe par des arbitrages entre des objectifs partiellement ou totalement contradictoires.

Le phénomène de délibération, d'arbitrage dans l'activité entre des valeurs en acte conflictuelles est, selon Yves Schwartz : « *l'enjeu principal de la relation de service* » (2000, p. 17).

Les situations qui sont à l'origine des conflits de valeurs chez les travailleurs sont des situations que nous avons qualifiées de « *critiques* ». Le concept de « *situations critiques* » ne nous est pas apparu comme faisant l'objet de définitions systématiques et homogènes dans la littérature scientifique. Caroly et Weil-Fassina (2007, p.307) l'associent au phénomène de « *conflits* » qu'ont à gérer les agents de service : « *les situations critiques sont des situations épineuses dans lesquelles les agents doivent résoudre ces conflits au prix de différents risques* ». Cuny (2016, p.72), insiste quant à elle, sur les « *contradictions* », sur la survenue « *d'aléas* », « *de difficultés* », pour définir les situations critiques que doivent réguler les encadrants de proximité. Marchand (2009) recommande de former les pilotes militaires novices à la gestion des situations critiques à risque, à partir des « *récits expérimentiels* » des experts.

L'analyse des situations critiques, de leur dynamique, de la façon dont elles sont vécues et gérées par les régulateurs nous a alors semblé constituer un levier majeur de développement des NA et du (des) service(s) associé(s).

De nombreux auteurs (Cru, 1988 ; De Terssac 1992, 2012 ; Caroly & Barcellini, 2013) avancent le fait que, pour atteindre leurs objectifs, les opérateurs ont tendance à construire des règles autonomes qui leur permettent d'arbitrer en situation critique. Ces règles présentent des avantages (atteinte des objectifs en question, évitement de certains conflits intra et interindividuels). L'identification de ces règles permet de révéler des besoins et donc des leviers de développement du système. Mais, si ces règles ne sont pas sues par les gestionnaires du système, elles ne peuvent donner lieu à un travail par l'organisation, à des régulations froides (Daniellou 2002 ; Leplat, 2006) ; ce qui peut même mettre, dans certains cas, les individus et le système en danger. Rappelons que les régulations chaudes désignent les régulations effectuées par les travailleurs dans le cours de l'activité (de service par exemple). Les régulations froides, font

suite à une analyse (des situations critiques, par exemple), elles aboutissent à la « *re-prescription* » (Garcia, 2009, p.231) du travail et sont nécessaires à la créativité (ibid.).

Ratinaud, Labbé, Hammoud et Bataille, (2014, p. 346) envisagent les valeurs en acte comme : « *la régulation des pensées professionnelles et des collectifs qui les portent* ».

Par conséquent, les analyses des activités de régulation, des expériences vécues, des valeurs en acte et des arbitrages des régulateurs, devraient permettre de révéler :

- les situations dans lesquelles leurs valeurs entrent en conflits et impliquent des arbitrages ; c'est-à-dire les situations critiques auxquelles les régulateurs sont confrontés ;
- les formes de régulations qu'ils mettent en place face à chaque situation critique, de façon située ;
- leurs systèmes de valeurs en acte ; donc le poids que prennent leurs valeurs en fonction des contextes ;
- et, par inférence, des repères pour la conception et l'exploitation située des futurs services de transport par NA (une fois que l'autonomisation sera suffisamment mature pour se passer des régulateurs).

Pour ces différentes raisons, et du fait des contraintes et opportunités de terrain que nous développons en liminaire de Partie IV, les « *régulateurs* » ont été les principaux acteurs étudiés dans la présente recherche.

3. Evolution des valeurs et des arbitrages en situation critique en fonction du niveau d'expertise ?

Comme l'ont montré Caroly et Weill-Fassina (2004, pp. 326-327) l'instruction des compromis n'est pas la même en fonction des caractéristiques des agents qui opèrent. Par exemple, dans le secteur du service bancaire, les « *jeunes novices* » auraient tendance, en situation critique, à davantage respecter les prescriptions, à suivre une valeur en acte que nous pouvons nommer « *respect des procédures* », aux dépens de la valeur en acte « *qualité du service rendu au client* ». Les « *âgés expérimentés* », quant à eux percevraient beaucoup mieux les conflits de valeurs (les auteurs parlent de « *conflits de buts* ») et parviendraient davantage à satisfaire à un « *équilibre entre les pôles de l'activité de service* ». Néanmoins, en situation critique, ils privilégieraient généralement la valeur en acte « *qualité du service rendu au client* » aux dépens de la valeur en acte « *respect des procédures* ».

Afin d'identifier la nature des arbitrages et des règles construites par les régulateurs, de mettre en lumière leurs montées en compétences (De Terssac, 1992, 2012), nous avons suivi (quand cela était possible) l'évolution de leurs systèmes de valeurs en acte (en situation critique), depuis leur état de novice vers celui d'expert (Bourgeois, Albarello, Barbier & Durand, 2013). Nous avons ainsi fait l'hypothèse que la compréhension de l'évolution des systèmes de valeurs en acte des régulateurs du service pourrait permettre d'inférer des leviers de conception pour un service autonome mature et performant (point de vue qui sera prolongé en Partie III).

Chapitre 5 : approche expérientielle

La convocation de l'expérience comme dimension nécessaire à la conception des nouvelles technologies constitue une approche établie dans le champ de l'ergonomie et plus généralement de l'analyse des usages. Néanmoins, le sens qui est associé à ce terme « *expérience* » peut différer selon les modèles mobilisés.

Dans ce Chapitre 5, nous évoquons d'abord un des concepts les plus répandus dans le champ de la conception des technologies : celui de l'expérience utilisateur (UX). Nous déclinons les intérêts et limites des modèles développés dans le cadre de l'UX au regard de notre projet de conception/recherche particulier. Ce qui nous amène à expliquer pourquoi nous avons préféré retenir le concept d'« *expérience vécue* » pour identifier les valeurs en acte des régulateurs en situation critique.

1. Expérience Utilisation (UX)

Selon Nelson (2011), la notion d'expérience utilisateur serait née à la fin des années 1990 en cherchant à compléter le concept d'utilisabilité qui était alors la référence dans le champ de l'ergonomie de conception des nouvelles technologies. La principale critique qui était adressée à l'utilisabilité était le manque de prise en compte de la dimension hédonique et affective dans la relation entre l'utilisateur et la technologie. Pour Brangier et Bastien (2010) : « *l'ergonomie contemporaine doit tenir compte, pour augmenter l'acceptabilité d'un produit, de la relation que l'utilisateur entretient avec celui-ci en fonction des valeurs, émotions, affects véhiculés et suscités par le produit* ».

En 2010, la norme ISO 9241-210 définit l'UX comme : « *les perceptions et les réponses d'un individu qui découlent de l'usage ou de l'usage anticipé d'un produit, d'un système ou d'un service* » (traduction libre de Nelson, 2011). Selon Nelson (2011), l'UX viserait notamment à associer à l'usage du produit une expérience positive afin de susciter l'engagement de l'utilisateur, par exemple pour encourager l'acte d'utilisation, voire d'achat. Brangier et Bastien (2010) proposent une typologie plus précise. Pour eux, l'UX englobe quatre dimensions principales : l'utilisabilité, l'accessibilité, l'émotionnalité et l'influçabilité (cf. Figure 13).



Nous pouvons constater que les quatre principales dimensions englobent, elles-mêmes, une liste non-exhaustive de sous-critères de l'UX.

De nombreuses modélisations de l'UX ont été formalisées (Hassenzahl, 2003 ; Thüring & Mahlke, 2007 ; Law & al., 2009). C'est d'ailleurs un point délicat que soulignent Barcenilla et Bastien (2009, p. 323) : « *étant donné la diversité de points de vue disciplinaires, méthodologiques et conceptuels sur le sujet, il est difficile de trouver un consensus permettant d'arriver à une définition unique de ce qu'on peut entendre par "expérience de l'utilisateur"* ». Ainsi, les multiples versions de l'UX qui existent rendent improbable l'émergence d'un modèle relativement consensuel (Lallemand, Gronier & Koenig, 2013 ; Rochefeuille, 2013).

Par ailleurs, la robustesse épistémologique de l'UX est mise à mal par plusieurs auteurs (Law, Hvannberg, & Hassenzahl, 2006 ; Barcenilla & Bastien, 2009 ; Kuutti, 2010 ; Salembier, 2013) qui regrettent le « *manque de fondement théorique* » des travaux de type UX (Salembier, Cahour & Zouinar, 2013, p. 68). Les auteurs décrivent les modèles de l'UX comme une liste d'items à prendre en compte au moment de la conception, sans que les concepts que ces items mobilisent soient théoriquement définis.

La méthodologie utilisée dans la majorité des travaux actuels de type UX est également sujette à des critiques. D'après Salembier, Cahour et Zouinar (2013, p. 68), l'étude de l'expérience est réalisée par le biais de : « *méthodes objectivantes (indicateurs physiologiques, relevés comportementaux...) dites en troisième personne, et qui s'efforcent de donner à voir une représentation synthétique quantitative de l'expérience à partir de questionnaires aux items prédéfinis* ». Ces méthodes, ne semblent pas suffire à appréhender, à elles seules, la complexité de la dimension « *vécue* » de l'expérience, comme nous allons l'argumenter dans les lignes à venir.

Toutefois, au sein de la diversité des théorisations de l'expérience utilisateur, on trouve aussi des conceptions en phase avec les ancrages épistémologiques de l'ergonomie de l'activité et de l'acceptation située. Par exemple, McCarthy et Wright (2004) prônent une conception holistique de l'UX : les pensées, sensations, émotions, valeurs forment un tout inséparable. L'accent est mis sur la signification que les individus attribuent à l'interaction avec l'objet technologique (voir aussi Light, 2006). De plus, comme l'écrivent Salembier, Cahour et Zouinar (2013, p. 68), certaines approches de l'UX : « *considèrent que l'étude de l'expérience passe prioritairement (mais pas exclusivement) par la mise en place de méthodes centrées sur l'expression par les sujets eux-mêmes de leur expérience vécue* ».

2. Définition de l'expérience vécue

Contrairement à l'UX, l'expérience vécue est un objet qui a été abondamment théorisé et qui a structuré nombre de courants de pensées en philosophie, en psychologie, en anthropologie ou encore en ergonomie. Salembier (2013) recense notamment au cours des 19^{ème} et 20^{ème} siècles : la philosophie de l'expérience de William James, le projet de construction d'une psychologie comme science de l'expérience chez Husserl, la conception du contenu d'expérience vécue développée par Wittgenstein, l'identification de principes d'organisation de l'expérience perceptive dans la psychologie de la Gestalt, la sociologie phénoménologique de Schütz, la théorie du flux expérientiel (Flow) de Csikszentmihalyi, etc.

Zouinar et Cahour (2013, p. 71) définissent l'expérience vécue comme le : « *flux des pensées (interprétations, anticipations-attentes), actions, émotions, ou sensations perceptives (visuelles, auditives, kinesthésiques,...) qui se produisent pendant l'activité cible et sont conscientisées soit au cours de l'activité [...] soit après-coup via un acte de réfléchissement, par exemple au cours d'un entretien* ». L'expérience unique que vit un sujet particulier est – au moment où il la vit - in situ, de l'ordre de l'éprouvé (Rix & Biache, 2004). Ce vécu, cet éprouvé, immanent à l'action dans laquelle le sujet est engagé, est de l'ordre du pré-réflexif (Vermersch, 1994). Il est distingué par Varela (1998) de l'expérience réflexive, ou de l'expérience de se référer à son propre vécu (Récopé, Rix-Lièvre, Fache, Boyer, 2013). C'est donc l'effort de réflexivité qui permet la construction et la verbalisation de l'expérience vécue.

3. Approches par l'expérience vécue et conception de nouvelles technologies

Dans le champ de la conception de nouvelles technologies, plusieurs travaux ont insisté sur l'importance de prendre en compte l'expérience vécue des utilisateurs en situation (Norros & al., 2014 ; Savioja et al., 2013 ; Theureau, 2003), y compris dans le domaine du transport (Filippi & Theureau, 1993).

Cahour et al. (2007, p. 113) invitent à resituer l'activité dans sa dynamique et à s'intéresser aux déterminants et aux effets de l'activité dont le sujet vit l'expérience : « *L'interprétation des circonstances de l'apparition d'un affect négatif est essentielle pour comprendre en quoi une technologie peut être acceptée ou rejetée par les utilisateurs ; il ne s'agit pas seulement d'identifier les affects des utilisateurs mais aussi d'expliquer ce qui les génère pendant l'utilisation de l'instrument, et quel est leur effet sur l'activité* ». On distingue ici la logique conceptuelle fondatrice de l'ergonomie de l'activité et notamment schématisée par Leplat et Cuny en 1974 dans le « *schéma à 5 carrés* » avec une mise en exergue du caractère décisif de l'expérience vécue comme élément d'analyse et de transformation des activités.

Cahour et al. (2007, p. 113) précisent que les analyses des expériences vécues doivent préférentiellement être menées à partir d'un socle de connaissances portant sur les comportements observables des acteurs en situation : « *L'analyse des verbalisations et des observables nous permet de comprendre ces phénomènes : les données observables sont utiles, d'une part parce que ce qui, du vécu, est accessible à la conscience réflexive est limité (cela dépend aussi en partie de l'habitude et de l'aptitude des sujets à procéder à une activité réflexive), d'autre part parce qu'il est parfois difficile pour l'intervieweur de savoir, pendant les entretiens, quels sont les points intéressants à questionner précisément et l'on manque alors de données expérientielles. Les comportements observables restent par conséquent une source d'information précieuse pour l'analyse, et ces différents types de données sont complémentaires pour approcher la complexité de l'activité humaine* ».

Cette précision de Cahour et al. (ibid.), nous a amenés - en amont des analyses des valeurs en acte des régulateurs par la construction de leurs expériences vécues en situation critique – à constituer un socle de connaissances portant sur les comportements observables des régulateurs en question.

Bien que chaque expérience vécue soit singulière, et les systèmes de valeurs en acte propres à chaque individu en fonction de son histoire et des situations qu'il rencontre, un certain partage intersubjectif semble plausible (Scheler, 1955) et il est : « *possible de se centrer sur ce qui est commun à la diversité des activités contingentes* » (Récopé, Boyer, Rix-Lièvre & Coutarel, 2013, p. 56). Ce point de vue est également celui de Varela (1989, p. 10) : « *Quel que soit le type de système autonome que nous étudions, nous ne pouvons l'aborder qu'à partir de certaines régularités de son comportement, qui sont intéressantes pour nous, observateurs extérieurs, parce que nous avons un accès conjoint au fonctionnement du système et à ses interactions* ».

Ainsi, au cours de nos investigations, nous avons cherché identifier des régularités, des invariants aux niveaux :

- des situations critiques : de la façon dont elles sont gérées, de leurs déterminants, de leurs conséquences potentielles ou effectives ;
- des valeurs et des valeurs en acte, des manières d'arbitrer en situation critique ;
- des expériences vécues.

4. Expérience vécue et agentivité

Selon les modèles de l'acceptabilité, de l'acceptation ou encore de la symbiose il est important, pour une nouvelle technologie, de préserver voire de développer l'agentivité des utilisateurs.

Selon Bandura (2001), la perte du sentiment de contrôle pour l'utilisateur pourrait dégrader son expérience, et donc limiter son acceptation de la technologie. Il développe d'ailleurs ce concept de l'agentivité, le classant comme une propriété humaine universelle : *"The capacity to exercise control over the nature and quality of one's life is the essence of humanness"*. Csikszentmihalyi (2000), dans un contexte similaire, a développé un autre concept, celui du « *flow* », qui se caractérise par le fait de ressentir un état agréable, mais aussi par un sentiment de contrôle.

Dans des champs théoriques et disciplinaires plus proches de l'ergonomie, de nombreux auteurs (Béguin & Rabardel, 2005 ; Clot, 2008 ; Barcellini, Van Belleghem, & Daniellou, 2013 ; Bobillier Chaumon, 2013) ont insisté sur les rapports développementaux qui lient la technologie et les individus. Ces auteurs invitent les acteurs des projets de conception à s'assurer que la nouvelle technologie, le nouveau service, favorisent le développement de l'activité des opérateurs/usagers et surtout ne l'empêchent pas.

Dans le cadre de l'acceptation des VA (comme les NA que nous contribuons ici à concevoir), nous faisons l'hypothèse que les utilisateurs pourraient ressentir une perte d'agentivité en abandonnant le contrôle du véhicule à un automate. Ceci pourrait les amener à vivre une expérience moins appréciable et donc constituer un facteur de rejet.

Synthèse de la Partie II

Au cours de la Partie II, nous avons montré que les analyses des comportements observables et des expériences vécues par différents acteurs du service devraient permettre révéler leurs valeurs à l'encontre de la technologie et de comprendre les systèmes de valeurs en acte des régulateurs en situation critique, les arbitrages que ces régulateurs mettent en œuvre de façon située. Ces arbitrages, les façons dont sont gérées les situations critiques, devraient avoir des effets sur un certain nombre de critères de performance du service de transport, et donc sur son acceptation par les usagers des sites.

La compréhension des liens entre les valeurs déclarées par les différents acteurs à propos des NA et des valeurs en acte des régulateurs en situation critique devrait nous permettre de mieux comprendre les liens entre acceptabilité et acceptation.

Enfin, nous soutenons fortement l'hypothèse que ces analyses devraient permettre de faire émerger des repères de conception originaux dans les perspectives d'autonomisation et d'acceptation du service.

Thèse intermédiaire II : « *Les analyses des expériences vécues et des valeurs en acte des régulateurs en situation critique ainsi que des valeurs des différents acteurs devraient permettre de mieux comprendre les écarts entre acceptabilité et acceptation, et révéler des leviers de conception originaux* ».

Partie III : conception d'un service autonome sûr et résilient

Les agents humains, que nous avons nommés « *régulateurs* » sont amenés à disparaître une fois la technologie mature. En effet, les partenaires concepteurs, d'après la manière dont ils ont présenté le projet (cf. Introduction (1.5.3)), visent la conception d'une technologie autonome, c'est-à-dire qui fonctionne sans action humaine. Il n'a ainsi jamais été question, au cours des premières phases de développement de la technologie, de projeter une gestion humaine du futur service. Or, nombre de travaux (en ergonomie notamment) ont illustré le fait que l'activité humaine était indispensable à la gestion des systèmes sociotechniques complexes et à l'atteinte des critères de performances (Amalberti, 1996, 2001.a, 2007, 2013 ; Hoc, 1996 ; Clot, 2008 ; Leplat, 2011 ; Daniellou, 2012 ; Falzon, 2013).

Parmi les critères de performance, la sécurité apparaît comme un des enjeux majeurs du projet de conception des NA. Les partenaires concepteurs disent d'ailleurs ne vouloir faire « *aucun compromis sur la sécurité* » (cf. Introduction) ; se positionnant ainsi dans ce qui nous appelons : « *le paradigme d'une sécurité totale* ». Pourtant, au cours de la Partie II, nous avons montré que les compromis, les arbitrages entre des critères de performance potentiellement contradictoires étaient consubstantiels : à l'activité humaine, à la situation de service, à la conduite automobile, et au fonctionnement des systèmes sociotechniques complexes. Aussi, le fait de n'envisager « *aucun compromis sur la sécurité* » pose question et nous conduit - à la lumière de nos études de la littérature scientifique - à défendre un paradigme alternatif d'une « *sécurité acceptable* ».

Cette troisième Partie, est ainsi composée de deux chapitres :

- Dans le Chapitre 6 nous discutons du rôle de l'humain dans la gestion des systèmes sociotechniques complexes, à travers plusieurs thématiques :
 1. la dualité « *travail prescrit / activité réelle* » ;
 2. deux visions opposées de l'humain : agent de fiabilité ou d'infirmité ? ;
 3. la dialectique sécurité réglée / sécurité gérée ;
 4. les processus de conception consistant en l'allocation de fonction.
- Dans le Chapitre 7 nous discutons de la sécurité des systèmes complexes. Nous définissons ce qu'est un système sûr, avant d'évoquer les différents modèles de gestion du risque.

Chapitre 6 : rôle de l'humain dans la gestion des systèmes sociotechniques complexes

Les représentations que portent les concepteurs et les gestionnaires d'entreprise sur le travail sont régulièrement en opposition avec celles des ergonomes. Nous avons fait l'hypothèse, au moment d'aborder le présent projet de recherche et de conception, que les régulateurs du service (et notamment les accompagnants à bord des navettes) constituaient des ressources pour le développement de la technologie, beaucoup plus précieuses que ne se le représentaient les partenaires concepteurs. Au cours de ce Chapitre 6 nous tentons de justifier ce point de vue.

1. Travail prescrit, activité réelle et conception

Un des apports majeurs de l'ergonomie de l'activité est sa démonstration que l'activité réelle déployée par chaque travailleur est systématiquement différente du travail qui lui est prescrit (Guerin, Laville, Daniellou, Duraffourg & Kerguelen, 2001 ; Béguin, 2007 ; Clot, 2008 ; Barcellini 2015).

Le « *travail prescrit* » correspond, selon Weil-Fassina et Rabardel, à : « *tout ce qui est défini par avance par l'entreprise dans le pôle système et donné à l'opérateur pour définir, organiser, réaliser et régler son propre travail, en cohérence avec le processus de production* » (2009, p. 5). Or, la complexité des situations de travail dans lesquels sont immergés les opérateurs, les variabilités qui peuvent toucher l'ensemble des déterminants des situations de travail, l'occurrence inévitable de situations critiques (Caroly & Weill-Fassina, 2004 ; Guérin & al., 2001 ; Leplat, 2006 ; Quiguer, 2013 ; Cuny, 2016 ; Cuny & al., 2016), imposent des adaptations stratégiques de la part des opérateurs, des régulations non prévues par la procédure, des compromis, et ainsi le déploiement d'une activité qui se révèle toujours différente du travail prescrit.

Cet écart, ainsi que les régulations mises en place par les opérateurs, sont souvent sous-estimés, voire méconnus dans les entreprises (Barcellini, Van Belleghem & Daniellou, 2013). Et ce, y-compris dans le cadre de projets de conception de nouvelles technologies ; ce qui débouche sur la conception d'automatismes trop simples et incapables de faire face aux variabilités (Daniellou, 1987 ; Barcellini, 2015). Selon Barcellini, Van Belleghem et Daniellou (2013, p. 3) : « *le travail futur, qui se déroulera dans le nouveau système, est lui aussi abordé sous l'angle des procédures prescrites, avec l'hypothèse que le travail sera une exécution de celles-ci. Les contraintes et les marges de manœuvre relatives à l'activité de travail, les conséquences sur la santé et sur la qualité de la production des biens ou des services sont peu anticipées* ». Par conséquent, il est généralement attendu que le développement des activités utiles au fonctionnement du nouveau dispositif « *s'opère dans l'expérience du nouveau dispositif* » (ibid.). Malheureusement le développement de ces activités se retrouve alors « *entravées par l'inadéquation du nouveau système conçu aux logiques structurantes de l'activité* » (ibid.).

Selon Weil Fassina et Rabardel (2010, p. 5), l'écart « *prescrit-réel* » est ainsi : « *la marque de la régulation du système par les opérateurs et la marque de l'intelligence au travail* ». Face aux « *résistances de réel* » (Coutarel, 2003), aux « *situations imprévues, impensées* » (Cuvelier, Falzon, Granry & Moll, 2009, p. 127), les opérateurs sont amenés à effectuer des régulations, à déroger à la prescription.

Il apparaît ainsi essentiel aux ergonomes, en vue de la réussite des projets de conception de : « *peupler les représentations des décideurs et intégrer les différentes logiques de l'organisation et notamment du travail* » (Barcellini, 2015, p. 97) ; « *signaler des formes de variabilité probables dans le futur système, et de transmettre la liste des situations d'action caractéristiques que les opérateurs auront à gérer* » (Daniellou, 2004, p. 368).

Dans le cadre du projet de conception qui nous intéresse ici, la présence des régulateurs s'avère constituer une opportunité pour :

- mettre en lumière les écarts entre le travail prescrit et l'activité réelle ainsi que les régulations nécessaires au bon fonctionnement du service actuel ;
- inventorier et analyser les situations critiques rencontrées par le service en conception ;
- élaborer des repères de développement de la technologie, afin de les transmettre aux concepteurs.

2. L'humain agent de fiabilité ou d'infiabilité ?

Dans le champ de la conception technologique, de la gestion, ou encore du management, l'humain est régulièrement considéré comme « *agent d'infiabilité* » (Faverge, 1970), source d'erreurs, de déviations. L'erreur humaine est tenue pour responsable de la majorité des accidents : sur la route, dans les transports, dans les systèmes sociotechniques en général (Neboit, Cuny, Fadier & Ho, 1990). En effet, 65% à 80% des causes des accidents sont imputées aux opérateurs de première ligne (Amalberti, 1995, 2001.b) et l'erreur humaine représente dans 70% à 90% des cas la cause des accidents dans les transports terrestres, maritimes ou aériens (Roussel, 1991). Aussi, si l'humain était retiré de la boucle de contrôle, c'est-à-dire désengagé de l'activité de conduite, et remplacé par un système automatisé, le nombre d'accidents devrait significativement baisser (Lidgi, 2005 ; Payre, 2015).

Toutefois, en opposition à une vision de l'Homme comme un agent d'infiabilité, l'ergonomie a depuis toujours contribué à démontrer la contribution essentielle de l'activité humaine à la performance des systèmes sociotechniques complexes (Amalberti, 1996, 2001.a, 2007, 2013 ; Hoc, 1996 ; Clot, 2008 ; Leplat, 2011 ; Daniellou, 2012 ; Falzon, 2013).

Les ergonomes se sont attachés à montrer « *les aspects positifs du comportement des individus, des collectifs* » (Le Coze, p. 121), et à expliquer les accidents (et autres manquements aux objectifs de performance) au-delà des simples « *erreurs humaines* » (Sperandio, 1977 ; Rasmussen, 1997 ; Amalberti, 1996, 2013 ; Hoc, 1996 ; Reason, 2008 ; De Terssac & Mignard, 2011). Il a notamment été démontré que :

- l'erreur est consubstantielle à l'activité humaine (Rasmussen, 1983, 1997 ; Reason, 1990, 2008) ; et au développement des systèmes sociotechniques complexes. Éviter les erreurs ne peut pas être un objectif atteignable ; et n'est pas souhaitable (Amalberti, 2013) ;
- le nombre d'erreur ne prédit en rien le risque d'accidents ; l'immense majorité des erreurs sont récupérées et/ou n'ont aucun effet sur la performance du système (ibid.) ;
- les opérateurs de première ligne sont souvent tenus pour responsables d'erreurs latentes de conception et d'organisation (ibid.) ;
- les opérateurs ne visent pas un niveau de performance maximal, mais acceptable, suffisant, afin de préserver leurs ressources et pouvoir gérer des imprévus (Hoc & Amalberti, 2003) ; ils visent un équilibre entre efficacité et conformité (Hollnagel, 2009) ;
- l'erreur présente des vertus, notamment celle de permettre aux opérateurs de développer la compétence de gérer des aléas (Amalberti, 1995, 2001.b). Ainsi, un système aseptisé d'incidents et d'erreurs est un système où les régulateurs ne savent pas gérer les imprévus. Ces imprévus non gérés pourront alors causer de graves effets sur la performance (incluant la sécurité) ;
- dans le cours de leur activité les opérateurs intègrent d'autres critères de performance que la sécurité. Ils élaborent des compromis, des arbitrages (cf. Chapitre 4). Ils s'inscrivent dans une logique de la « *suffisance* » pour gérer des risques contradictoires (Amalberti, 2013, pp. 40-48).

Selon, De Keyser (2002), l'Homme reste le maillon fort de la sécurité des systèmes et il contribue à éviter que bon nombre d'incidents se transforment en accidents ou en catastrophes. Pour Reason, (2008, p. 3) : « *The human (is) (an) hero, a system element whose adaptations and compensations have brought troubled systems back from the brink of disaster on a significant number of occasions* ». Amalberti soutient également une vision de l'Homme comme « *agent de fiabilité* » en rappelant que : « *si près de 80% des accidents graves dans les industries à risque ont une cause humaine, on observe aussi 99,9999% des situations de travail sans accident grave, résultats obtenus grâce aux étonnantes capacités cognitives des opérateurs* » (2013, p. 50).

Ainsi, pour Hollnagel (2009), les progrès en termes de sécurité, notamment dans le secteur des transports, passent autant par l'analyse de ce que l'opérateur met en place, le positif, qui permet d'éviter et de récupérer un très grand nombre de situations incidentelles, plutôt que par l'étude des erreurs et des défaillances. Cette approche nous est apparue particulièrement prégnante au regard des objectifs de conception (et notamment d'allocations de fonctions, comme nous le précisons dans le prochain sous-chapitre) qui animent le présent projet.

3. Allocations de fonctions et conception d'un service de transport autonome

Certains des opérateurs qui gèrent le service aujourd'hui (nous pensons notamment aux accompagnants à bord des NA) sont amenés à disparaître avec le développement de la technologie.

Dans les chapitres précédents nous avons fait l'hypothèse que ces opérateurs mettaient en place des actions, des régulations, assuraient des fonctions qui contribuaient à la qualité du service. Ainsi, l'on peut envisager que l'humain partage, durant la phase d'implantation de la technologie, certaines fonctions de l'objet et du service destinés à devenir autonomes.

Dans le but de concevoir des navettes et des services fiables, autonomes, sécurisés et acceptés, il apparaît donc essentiel d'analyser la nature de ces actions ; ceci afin d'anticiper la façon dont elles seront, demain, assurées, sans la présence des opérateurs en question (Vicente, 1999).

Une telle démarche, consistant à répartir les opérations entre les agents humains et les éléments techniques automatisés, s'appelle l'allocation de fonction. Selon Morel, Chauvin, Rossi et Berruet (2008, p. 2), l'allocation de fonction est la phase « *la plus importante [...] dans le processus de conception d'un système sociotechnique complexe [...] fortement automatisé [...] dans la mesure où elle va conditionner la conduite même du système une fois mis en service* ». Les auteurs prônent une allocation de fonction « *dynamique* » ; approche qui vise à définir : « *ce qui doit être automatisé, quand et comment il faut automatiser* » (ibid. p. 3). Ils estiment que cette étape d'allocation de fonction est garante de la sécurité et plus généralement de la performance des systèmes sociotechniques complexes.

Enfin, d'un point de vue méthodologique, l'approche expérientielle développée jusqu'à présent semble, encore une fois pertinente, dans la perspective d'une allocation de fonction dynamique. En effet dans le cadre de la conception de systèmes automatisés censés se substituer aux opérateurs humains, Villame (2004, p. 22) donne : « *la première place à l'action de l'individu et à son engagement dans la situation* ». Selon l'auteur, cette approche permet des gains de temps considérables. En effet, comme cela a été évoqué dans le Chapitre 4, le régulateur du service est à l'interface d'un grand nombre de critères de performance du système (critères auxquels il attribue des valeurs de façon située). Par conséquent, l'analyse des expériences vécues de la part des régulateurs en situations critiques, offre la possibilité de révéler, de façon efficiente, lesdits critères de performance. Toujours selon Villame, la compréhension des mécanismes sous-jacents aux actions des régulateurs placés en position de conducteurs : « *est bien souvent ce qui permet d'être en mesure de définir des orientations précises de conception ou encore d'identifier et justifier sur quelle(s) caractéristique(s) d'un système évalué il faudrait agir pour améliorer l'interaction conducteur-système* » (ibid.).

4. Sécurité réglée, sécurité gérée

L'allocation de fonction telle qu'elle vient d'être présentée, vise à s'inspirer des activités humaines, actuelles et passées, pour concevoir les automates de demain. Ceci en partant du principe que les fonctions assurées par les humains devront être allouées aux automates.

Cette vision de la conception n'est que partiellement satisfaisante. En effet, d'après la littérature scientifique, aucun système sociotechnique complexe, y compris les transports publics, ne fonctionne sans le concours de l'Homme : « *même si le nombre d'opérateurs tend à se réduire avec les solutions innovantes* » (Amalberti, 2013, p. 9).

Les travaux de Morel, Amalberti et Chauvin (2008) portant sur l'activité des marins-pêcheurs (et plus généralement sur la sécurité des systèmes sociotechniques complexes) ont amené à la naissance des concepts de « *sécurité réglée* » et « *sécurité gérée* ». Repris ensuite par de nombreux auteurs, ces concepts peuvent être définis ainsi :

- la sécurité réglée consiste à : « *éviter toutes les défaillances prévisibles par des formalismes, règles, automatismes, mesures et équipements de protection, formations aux « comportements sûrs », et par un management assurant le respect des règles* » (Daniellou, Boissière & Slimard, 2010, p. 4) ;
- quant à la sécurité gérée, elle est : « *la capacité d'anticiper, de percevoir et de répondre aux défaillances imprévues par l'organisation. Elle repose sur l'expertise humaine, la qualité des initiatives, le fonctionnement des collectifs et des organisations, et sur un management attentif à la réalité des situations et favorisant les articulations entre différents types de connaissances utiles à la sécurité* » (ibid.).

Les études en ergonomie, ont montré que dans l'ensemble des systèmes sociotechniques complexes, y compris dans les industries à risques reposant sur un fonctionnement rigide du point de vue du respect des procédures, les travailleurs œuvraient à la sécurité de façon gérée, en ne respectant pas toujours les prescriptions (Mollo, 2004 ; Nascimento, 2009 ; Dicioccio, 2012 ; Falzon & al., 2014). L'irruption de situations critiques est inévitable.

De Terssac et Mignard (2011, p. 185) qui ont analysé l'accident de l'usine AZF en 2001, affirment que la « *sécurité effective* » ne se réduit pas à « *l'énoncé de règles de sécurité, mais à leur mise en action qui va donner lieu à un compromis entre plusieurs sources normatives* » (De Terssac, 2012, parle aussi de compromis entre des valeurs). Pour Nascimento et al. (2013), même si les règles constituent des ressources pour l'action, elles ne peuvent à elles seules garantir la sécurité : « *la sécurité résulte de la capacité des opérateurs à juger quand et comment adapter (ou ne pas adapter) les procédures aux circonstances locales* » (p. 4).

Au regard des différents développements déjà opérés dans cet écrit, la dialectique « *réglé/géré* », bien que développée originellement autour de la sécurité, apparaît transposable aux autres critères de performance d'un système sociotechnique complexe. En effet, les travailleurs humains tentent d'obéir à un certain nombre de règles, de prescriptions, de modes opératoires, de normes, de valeurs, qui visent l'atteinte de la plupart des critères de performance du système (et également d'autres enjeux personnels). Aussi leurs arbitrages, leurs compromis, leurs prises d'initiatives vont largement dépasser le cadre de la sécurité. De même, selon certains auteurs, la sécurité est une sous dimensions d'autres critères de performance comme la qualité (Falzon et al., 2014), la fiabilité (Neboit, Cuny, Fadier et Ho, 1990) et donc, par inférence, l'acceptabilité (Anderson et al., 2014 ; Wybo, 2010) et l'acceptation.

C'est ainsi que Falzon et al. (2014, p. 7-8) parlent de « *qualité réglée* », « *qualité gérée* » et « *qualité raisonnée* », à propos des activités de service, de supervision ou encore de gestion de trafic : « *la gestion de conflits via les arbitrages raisonnés vise simultanément la recherche de la qualité du service rendu aux bénéficiaires (qu'il s'agisse de contribuables, de patients ou de passagers) et la performance de l'organisation, en termes d'efficacité, de sécurité, de justice ou de minimisation du coût. La qualité du travail est donc la résultante d'ajustements, de compromis, d'optimisations entre critères de sécurité, de performance et d'équité. [...] La qualité*

gérée n'est pas seulement le comblement des lacunes de la qualité réglée ou la réponse à des violations à la qualité réglée. C'est aussi un jugement sur la pertinence, dans des circonstances données, de l'application de la qualité réglée et la conception et la mise en œuvre d'un arbitrage raisonné permettant l'atteinte du meilleur niveau de qualité possible dans le contexte particulier. Cet arbitrage peut conduire à s'éloigner très notablement du prescrit au point d'être parfois transgressif [...] Il est illusoire de penser tout pouvoir prévoir et l'intervention humaine est une nécessité pour assurer la fiabilité, la qualité, la performance ».

Vis-à-vis du projet qui nous intéresse ici, la présence de régulateurs humains s'avère une fois de plus une opportunité pour la conception, afin de comprendre :

- comment les régulateurs du service gèrent aujourd'hui la sécurité (et les autres critères de performance du service de transport) ?
- Quelle est la proportion de « *sécurité réglée* » et de « *sécurité gérée* » dans la phase de développement de la technologie actuelle ?
- Comment les concepteurs s'emparent de cette dialectique « *régulé/géré* » et la projettent dans les futures phases de développement de la technologie ? C'est-à-dire, comment procèdent-ils à l'allocation de fonction ?

D'un point de vue méthodologique (cf. Partie IV), l'approche expérientielle développée précédemment s'avère une nouvelle fois pertinente dans la perspective de mettre en lumière les dimensions réglées et gérées du fonctionnement du service en conception. En effet, c'est dans « *l'expérience vécue* », « *dans la rencontre* » (Yves Schwartz, 1994 [2000]), en ne se contenant pas de réaliser, mais « *d'accomplir* » (Hubault, 1996) que le travailleur parvient à compenser les insuffisances de la prescription.

Au cours de ce Chapitre 6, nous avons émis plusieurs hypothèses :

- l'activité réelle des régulateurs du service en conception pourrait s'avérer différente du travail de régulation que se représentent les concepteurs ;
- ceci pourrait en partie s'expliquer par une vision, de la part des concepteurs, d'un humain « *agent d'infirmité* », d'une non-anticipation des situations critiques. Or, nous pensons que les régulateurs participent à l'atteinte d'un ensemble de critères de performance du service en conception ; qu'ils constituent des « *agents de fiabilité* » du système ;
- la sécurité réglée ne suffit pas à assurer la sûreté du système (voir aussi le Chapitre 7). La sécurité gérée est indispensable ;
- l'analyse des activités, des expériences vécues, des valeurs en acte des régulateurs devrait s'avérer une ressource précieuse pour l'allocation de fonction dans la perspective d'autonomiser le service ;

Chapitre 7 : conception d'un service de transport : d'une sécurité « totale » à une sécurité « acceptable »

1. Qu'est-ce qu'un système sûr ?

Lorsque l'on s'intéresse à la sécurité des systèmes sociotechniques complexes, l'on constate qu'aucun de ces systèmes n'est fondamentalement sûr²¹. La sécurité est relative et relève d'une question de perception : « *la sécurité n'est pas une question scientifique ; elle apparaît surtout une affaire de perception sociale* » (Amalberti, 2013, p. 121).

Selon la norme ISO 26262 (2011, Part I, 1.102), un système peut être considéré comme « sûr », lorsqu'il ne comporte pas de « *unreasonable risk* ». Ce concept relativement abstrait de « *risque non raisonnable* » est complété par la norme ISO 26262 (2011, Part I, 1.136), qui stipule qu'un « *safe state* » est seulement présent lorsque les risques actuels et futurs sont en-deçà du seuil accepté par la société (traductions personnelles). La norme, précise que ce seuil est à considérer comme une valeur (« *value* ») de ce qui n'est pas acceptable dans un contexte spécifique, en accord avec ses considérations sociales, morales ou éthiques (traduction personnelle).

Ainsi, le seuil d'acceptabilité en matière de sécurité n'est que peu corrélé à des critères objectifs comme la gravité ou la fréquence d'apparition du risque et des paradoxes existent entre les différents systèmes sociotechniques complexes. Par exemple, Neyns (2011, pp. 39-41), rappelle les chiffres de 4260 morts en France en 2009 sur les routes contre 410 morts dans un accident d'avion la même année. Or, précise-t-il, « *les premiers sont bien mieux acceptés* » (ibid.). Selon l'auteur, l'explication tiendrait à la perception de contrôle, à ce que nous avons appelé plus tôt « *l'agentivité* ». En effet, lorsqu'un risque est choisi et non subi, lorsque les individus ont le sentiment de pouvoir y échapper (puisque c'est eux-mêmes qui sont aux commandes), alors ils acceptent davantage ce risque. Par conséquent, l'automatisation des véhicules de transport pourrait abaisser le seuil de ce qui est acceptable, ou non, en termes de sécurité sur les routes, étant donné que les usagers perdront le contrôle de la conduite.

Mais pourquoi se demander quel sera le seuil de sécurité acceptable pour les VA et ne pas viser directement un niveau de sécurité maximal ? Pour Amalberti, il existe deux raisons majeures à cela :

- d'abord parce le degré d'acceptabilité du risque au sein d'un système sociotechnique dépend du modèle de gestion du risque dans lequel il s'inscrit : résilience, HRO ou ultrasécurité ;
- ensuite, parce que les systèmes sociotechniques obéissent à des cycles de vie et qu'un niveau de sécurité maximal ne semble pas atteignable, ni même souhaitable dès les premiers cycles.

Ces deux affirmations sont respectivement développées au cours des sous-chapitres 2 et 3 qui suivent.

2. Des systèmes ultra-sûrs aux systèmes résilients

Amalberti (2001.a) a distingué trois types de systèmes généraux de gestion du risque en lien avec l'activité humaine : les systèmes amateurs, les systèmes réglés et les systèmes ultra-sûrs. Ces systèmes se basent respectivement sur les modèles de : la résilience, HRO (High Reliability Systems) et de l'ultrasécurité. Leurs caractéristiques sont résumées dans le Tableau 3.

²¹ On emploie ici « *sûr* » et « *sécurisé* » comme des synonymes

Tableau 3 : Caractéristiques des trois modèles de sécurité (d'après Amalberti, 2013, pp. 99-100)

	Modèle de la résilience (systèmes amateurs)	Modèle des HRO (systèmes réglés)	Modèle de l'ultrasécurité (systèmes ultra-sûrs)
Exemples	Alpinisme himalayen Pêche professionnelle Aviation de combat Finances internationales Urgences hospitalières	Marine Marchande Marine militaire Pompiers Industrie pétrolière Bloc opératoire	Aviation civile Trains et métros Industrie nucléaire Biologie médicale Radiothérapie
Rationalité	La prise de risque est l'essence du métier, recherchée	Le risque n'est pas recherché, mais il faut partie du métier	Le risque est exclu, autant que possible
Trait de culture principal	Fighter spirit, culte des champions et des héros	Culture de l'intelligence, du groupe et de l'adaptation aux situations changeantes	Culture de l'application des procédures et de la sécurité organisée par une supervision efficace
Caractéristiques des accidents et des leçons tirées pour la sécurité	Multiplés, arrivent çà et là, peu de victimes, peu de médiatisation, ne marquent pas la profession	Fréquent, nombres de victimes variables, parfois forte pression médiatique mais toujours des enquêtes et analyses d'accidents	Rares, beaucoup de victimes et dégâts collatéraux, forte pression médiatique
Trait principal du modèle qui procure la sécurité	La compétence experte des acteurs et leur expérience accumulée sur le domaine technique	La compétence du groupe à s'organiser, à appliquer les procédures, à s'adapter, à percevoir les variations de contexte	La compétence des superviseurs du système à éviter d'exposer les acteurs au front de ligne aux risques inutiles. La compétence des acteurs de front de ligne à appliquer les protocoles
Niveau de sécurité objectif de ces systèmes	Entre 10^{-2} et 10^{-4}	Entre 10^{-4} et 10^{-6}	Meilleur que 10^{-6}
Capacité de progrès à l'intérieur du modèle	Facteur 10	Facteur 10	Facteur 10

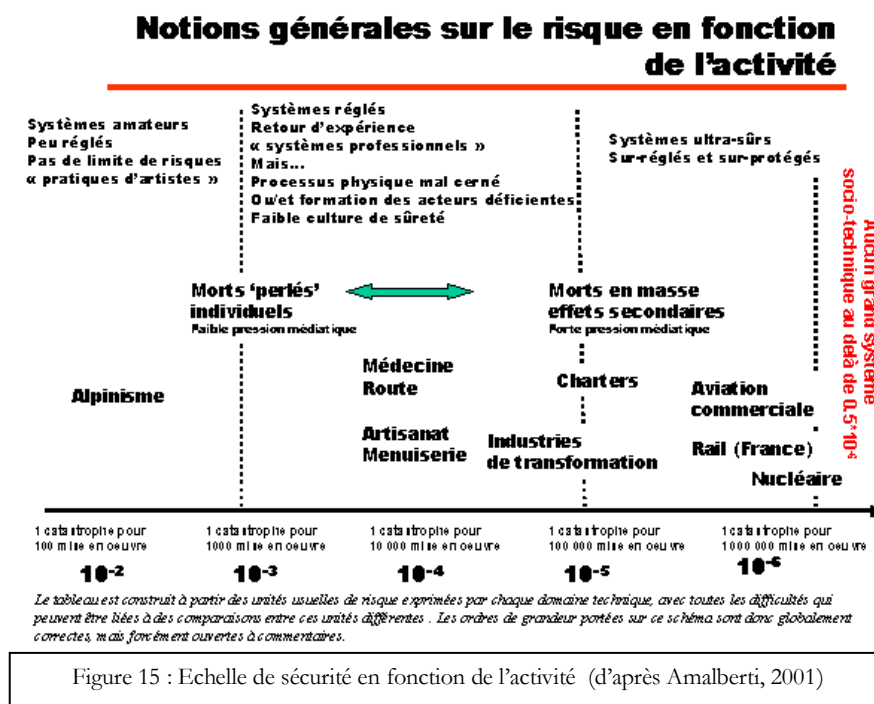
Amalberti (2013, pp. 96-97), apporte quelques précisions à propos des trois modèles de sécurité :

- ils sont radicalement différents : « *ils répondent à des conditions économiques différentes, ils ont leur propre logique d'optimisation, leur propre logique de formation, leurs propres avantages et limites* » ;
- ils ne sont pas « *miscibles* » : tenter de mélanger les traits de l'un avec l'autre conduirait à des échecs en termes de sécurité et/ou serait contreproductif ;
- la bascule d'un modèle à l'autre est très compliquée. Elle ne peut pas se faire localement et nécessite une « *fracture* » radicale qui « *adresse toute la profession et son économie* » ;

- les trois modèles ont la même capacité d'amélioration en interne, à hauteur d'un facteur 10 (10 fois plus sûrs).

Amalberti insiste sur le fait que tous les systèmes sociotechniques quels qu'ils soient sont empreints d'une sécurité gérée et d'une sécurité réglée. Toutefois, selon Amalberti, la proportion entre les deux formes de sécurité varie considérablement en fonction du modèle de sécurité dans lequel le système s'inscrit. Plus un système repose sur une sécurité réglée (ne laissant que très peu de place aux régulations humaines non procédurées), et moins il est résilient aux aléas (l'avion ne décolle pas dès la moindre alerte). A l'inverse, plus un système repose sur une sécurité gérée et plus il est résilient aux aléas (les alpinistes ou les marins-pêcheurs parviennent à travailler efficacement dans des conditions de variabilités extrêmes). En revanche dans ces systèmes sociotechniques « amateurs », l'occurrence des accidents est beaucoup plus importante.

En 2001, Amalberti a d'ailleurs modélisé ce rapport entre l'activité, la sécurité et la résilience sur une échelle (cf. Figure 15).



Les précédents développements ont montré qu'il était indispensable de positionner le seuil de sécurité acceptable d'un système de façon fine, afin de ne pas dépasser la demande sociale et de ne pas favoriser la sécurité aux dépens d'autres critères de performance. Dès lors, il apparaît légitime de se demander où se situent les véhicules routiers autonomes, et les NA en particulier, sur l'échelle de sécurité (cf. Figure 15) ; et, a fortiori, dans quel système de gestion du risque ils s'inscrivent. Celui de la résilience, de l'HRO (High Reliability Systems) ou de l'ultrasécurité ?

En ce sens, les travaux d'Amalberti sur les cycles de vie des systèmes sociotechniques constituent également une ressource pour la conception du système de transport par NA ; puisque les caractéristiques du modèle de gestion du risque dans lequel s'inscrira ce système détermineront :

- le rapport « réglé/géré » (sur le plan de la sécurité mais également des autres critères de performance du système) ;
- les modalités d'allocation de fonction entre l'Homme et la machine dans le futur service de transport « mature » ;
- les stratégies de communication auprès du grand public, de commercialisation ;

- les valeurs, la culture (et en particulier la culture de la sécurité) portées par les futurs gestionnaires du système ;
- les possibilités d'amélioration particulières de la sécurité (Grote, 2012) et, sans doute, des autres critères de performance du système.

Au regard des éléments développés dans ce chapitre, il nous est apparu pertinent, au cours du processus d'expérimentation des NA de :

- caractériser la dialectique « réglé/géré » dans la phase de développement de la technologie. Est-elle constante ou variable ? Et si elle varie, quels sont les déterminants à l'origine de ces variations ? (objectif qui sera alimenté par les résultats de la thèse intermédiaire II) ;
- identifier la place que prend la valeur « sécurité » au sein des systèmes de valeurs des différents acteurs du projet ;
- pour, in fine, pouvoir discuter du modèle de sécurité dans lequel devrait s'inscrire les systèmes de transport par NA.

3. Cycles de vie des systèmes sociotechniques

Selon Amalberti (2013), différentes phases jalonnent la vie d'un système sociotechnique (cf. Figure 16) :

- Dans les premiers temps de l'invention, au moment de la naissance du système, la sécurité n'est pas prioritaire. Toutefois, comme les accidents touchent surtout les inventeurs, l'image de la technologie n'est pas ternie auprès du public.
- Puis, vient le temps de « la qualité ». L'industrie absorbe l'innovation, l'optimise et la généralise. Cette étape est constituée de deux phases : d'abord les problèmes les plus importants de l'innovation sont réglés, puis celle-ci est rendue « utilisable commercialement » (ibid., p. 12). A ce stade, la sécurité « évolue très rapidement en parallèle de chaque amélioration technique » (ibid.). La contrainte réglementaire augmente. Les accidents sont moins nombreux. La justice est clémente : « c'est un temps privilégié de symbiose entre résultats économiques, satisfaction du public, progrès de sécurité et tolérance aux accidents » (ibid., p. 16). Cette clémence juridique associée à une clémence sociale tient au fait que les concepteurs se défendent de la survenue de l'accident du fait de connaissances insuffisantes : « souvent d'ailleurs, la situation accidentogène ne pourrait plus se reproduire au moment du procès par le seul fait des découvertes et progrès réalisés entre le temps de l'accident et le temps de la justice » (ibid.).
- Vient ensuite la phase d'optimisation finale et le « temps de la sécurité ». Les progrès se ralentissent, l'opinion publique et la justice deviennent intolérantes vis-à-vis des accidents. Les crises qui touchent le système sont nombreuses et violentes.
- Enfin arrive la fin du cycle et la mort du système qui est remplacé par un autre.

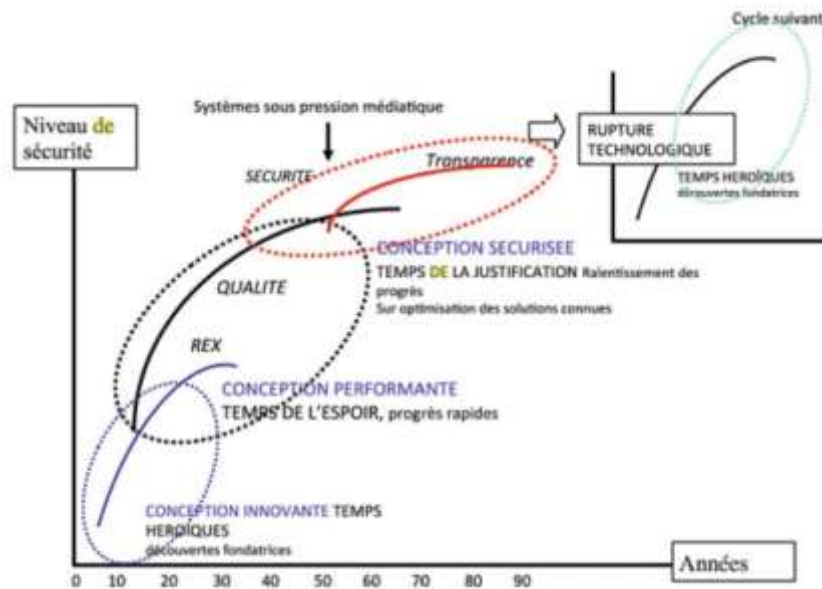


Figure 16 : Conception et cycle des systèmes sociotechniques et vulnérabilité juridique (d'après Amalberti, 2013)

Nous retenons de ce modèle que plus le niveau de sécurisation progresse et plus la demande sociétale en termes de sécurité est importante. L'intolérance face aux accidents devenant de plus en plus aigüe, l'auteur conseille de : « ne pas dépasser la demande ni aller trop vite vers l'ultrasécurité (en quelques sorte garder des marges de progression) » (2013, p. 23).

Synthèse de la Partie III

Au cours de la Partie III, nous avons montré que le travailleur/régulateur, par sa sensibilité aux différentes valeurs de performance d'un système et son intelligence situationnelle pour faire face aux variabilités et aux contradictions, déploie une activité singulière différente de la prescription. Nous avons également montré que le travailleur/régulateur est agent de fiabilité, de sécurité et d'acceptation. Nous avons ainsi élaboré l'hypothèse selon laquelle les régulateurs du service de transport par NA, en conception, devraient constituer des ressources précieuses pour l'allocation de fonction dans la perspective d'autonomiser le service. D'après la littérature scientifique, ces différents points de vue ne sont pas toujours partagés par les concepteurs.

Nous avons aussi défini ce qu'est un « système sûr », et insisté sur le caractère relatif de la sûreté. Nous avons argumenté le fait qu'il apparaissait indispensable de d'identifier le modèle de sécurité dans lequel doit s'inscrire le système de transport par NA, ainsi que le seuil de sécurité acceptable. Ceci passe par le fait de connaître l'étape à laquelle le projet se situe dans le cycle de vie de la technologie. Et également d'articuler cet enjeu de sécurité avec les autres enjeux de performance du système.

Par conséquent, à l'issue de cette Partie III, la thèse intermédiaire suivante est formulée :

Thèse intermédiaire III : Le modèle d'une « sécurité totale » dans lequel s'inscrivent les concepteurs des navettes n'est pas compatible avec l'acceptation d'un service de transport par navettes autonomes. Les conditions d'une sécurité « acceptable » doivent être définies.

Thèse générale et thèses intermédiaires à l'issue des Parties I, II et III

Thèse intermédiaire I : « Les études d'acceptabilité ne sont pas nécessairement révélatrices des phénomènes réels d'acceptation du service de transport par navettes autonomes. L'articulation des approches en termes d'acceptabilité et d'acceptation est favorable au développement d'une innovation ».

Thèse intermédiaire II : « Les analyses des expériences vécues et des valeurs en acte des régulateurs en situation critique ainsi que des valeurs des différents acteurs devraient permettre de mieux comprendre les écarts entre acceptabilité et acceptation, et révéler des leviers de conception originaux ».

Thèse intermédiaire III : « Le modèle d'une « sécurité totale » dans lequel s'inscrivent les concepteurs des navettes n'est pas compatible avec l'acceptation d'un service de transport par navettes autonomes. Les conditions d'une sécurité « acceptable » doivent être définies ».

Thèse générale englobant les thèses intermédiaires I, II et III :

« L'analyse des expériences vécues et des systèmes de valeurs constitue une ressource précieuse en vue de la conception d'un système de transport par navettes autonomes, sûr et accepté ».

Partie IV : cadrage méthodologique

La méthodologie déployée pour investiguer les trois thèses intermédiaires que nous venons de rappeler a été contrainte par un certain nombre d'éléments contextuels.

D'abord, la présente recherche est ancrée dans la conduite globale d'un projet de conception qui s'est déroulé sur plusieurs années (cf. Figure 17). Ainsi, entre juin 2013 (notre intégration dans le collectif de concepteurs) et juin 2016 (nos derniers échanges avec les partenaires concepteurs), les caractéristiques du projet et les problématiques de recherche ont significativement évolué (cf. Tableau 1).

Par exemple, les études d'acceptabilité, porteuses d'enjeux forts jusqu'à l'été 2014 en amont des premières expérimentations, n'étaient plus aussi

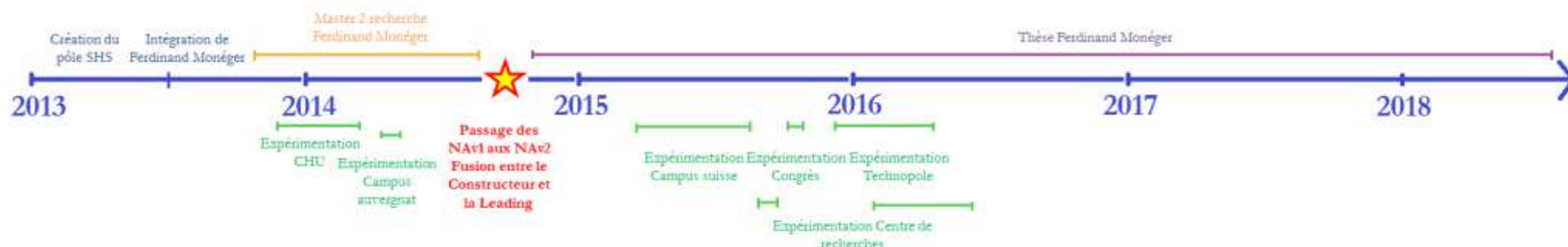


Figure 17 : Frise chronologique du projet vue par le chercheur

De même, les caractéristiques humaines, techniques, organisationnelles et environnementales étaient très différentes d'une expérimentation à l'autre : nombre de NA, type de NA (v1 ou v2), caractéristiques des tracés, présence ou non de certaines catégories d'acteurs (exploitants, constructeur, Leading, superviseurs, hôtesse), durée de présence du chercheur sur les sites (cf. Tableau 4).

Du fait des enjeux commerciaux, les partenaires concepteurs – et, a fortiori, la Leading - ont insisté pour une présence « *discrète des chercheurs* ». Cette discrétion était aussi revendiquée par plusieurs exploitants qui ne souhaitaient pas perturber les activités se déployant habituellement sur leurs sites respectifs. Cette contrainte a eu deux effets majeurs sur l'activité des chercheurs :

- D'abord, il nous a fallu négocier systématiquement nos possibilités d'action sur les sites d'expérimentations. Par exemple, la possibilité de filmer a été construite pendant plusieurs semaines pour le site du CHU, notamment auprès de l'exploitant. Cette négociation a abouti à l'autorisation d'utiliser des caméras « *discrètes* » (GoPro) et d'informer les usagers du site par des affichages. L'utilisation d'appareils d'enregistrements a été catégoriquement interdite sur le site de Centre de recherches et tolérée sur les autres sites (puisque'il n'est pas possible d'interdire à une personne de filmer avec son téléphone dans un lieu public). La possibilité de transmettre des questionnaires a été âprement négociée avec les exploitants des sites du CHU et du Centre de recherche. Sur le site du CHU, nous avons dû concevoir un questionnaire unique, contenant à la fois les items intéressant les chercheurs en psychologie et en ergonomie. En revanche, la possibilité de solliciter les usagers des sites pour des entretiens formels (en salle, pendant plusieurs minutes...) a donné lieu à un avis défavorable de la part de la Leading. Aucune forme d'entretien reproductible n'a donc pu être envisagée avec les usagers des 4 derniers sites expérimentaux.
- Ensuite, les chercheurs ont dû, tout au long du projet et auprès de chaque partenaire (Constructeur, Leading et exploitants), construire leur légitimité et faire la preuve de leur utilité du point de vue de la conception. Les chercheurs ont donc, en parallèle de leurs préoccupations de recherche, dû se positionner comme acteurs de la conception, ce qui impliquait notamment :
 - o la production de recommandations, le rendu de livrables concernant des repères de conception de la technologie (cf. Annexes 1 et 2) ;
 - o un positionnement stratégique dans un réseau complexe et dynamique d'acteurs, se traduisant notamment par : la participation à des réunions (préparation des expérimentations, régulation des expérimentations, synthèse des expérimentations, consortiums, workshops...), l'engagement dans des moments informels comme des repas, des trajets en voiture, des échanges de courriels/sms.

Cette contrainte s'est accrue au moment de la fusion avec la Leading traduisant le passage d'un projet de recherche régional à un projet de commercialisation à l'international. Les négociations amenant à notre présence sur les sites d'expérimentation sont devenues plus longues et plus difficiles ; les accords étaient parfois reçus la veille pour le lendemain. Les sollicitations que nous émettions à l'encontre des partenaires concepteurs recevaient rarement des réponses et il a fallu ajuster nos méthodologies pour collecter les données nécessaires à l'instruction de nos problématiques de recherches (cf. Introduction (2.3.2)).

Dans cette Partie IV, après avoir présenté les différents sites d'expérimentation et proposé une synthèse des caractéristiques des investigations que nous avons menées (cf. Tableau 4) et des NA, nous apportons les éléments de cadrage méthodologique correspondants :

- Chapitre 8 : aux mesures d'acceptabilité et d'acceptation ;
- Chapitre 9 : aux analyses des activités ;
- Chapitre 10 : aux analyses des expériences vécues, à la mise en lumière des valeurs ;
- Chapitre 11 : à la mise en perspective de l'évolution des dimensions réglées et gérées du service.

Du fait de la diversité des méthodes utilisées, nous avons fait le choix, dans cette Partie IV, de présenter uniquement les éléments généraux de cadrage méthodologique. Les détails des recueils de données sont abordés au moment de la présentation des résultats (Partie IV).

1. Présentation des sites d'expérimentation

Entre décembre 2013 et mars 2016, les concepteurs ont pu expérimenter le service de transport par NAV sur plusieurs sites européens, avec un accès libre au public.

Six de ces sites nous ont permis de mettre en place différentes investigations, dans la perspective d'instruire les hypothèses de recherche élaborées en Parties I, II et III. Ces sites étaient :

1.1. Un Centre Hospitalier (CHU)

Du 17/12/13 au 28/03/14

Une NAV1 a été mise en circulation sur un tracé piéton (trottoir) de 300m qui reliait le parvis du CHU au parking (cf. Figures 18, 19, 20). L'accompagnant était un salarié intérimaire du constructeur. Nos analyses ont été produites sur toute la durée de l'expérimentation.



1.2. Un Campus Universitaire auvergnat

Du 02/06/14 au 13/06/14

L'expérimentation du campus n'était pas programmée par les concepteurs mais a été négociée par les chercheurs pour « affiner l'élaboration des repères de développement des NAV1 déjà développés lors de l'expérimentation du CHU » (formulation adoptée lors de la réunion de consortium du 22 mai 2014). Une NAV1 a été mise en circulation sur un tracé piéton de 450m (allées du campus). Ce tracé reliait les parkings aux amphithéâtres et desservait plusieurs laboratoires ainsi que le restaurant et la bibliothèque (cf. Figures 21, 22, 23). Deux chercheurs du pôle SHS (dont l'auteur de cette thèse) ont saisi l'opportunité de se faire prêter une NAV1 par le constructeur, pour réaliser cette expérimentation. Ainsi, les fonctions d'accompagnant/régulateur, étaient assurées par les chercheurs eux-mêmes, en toute autonomie. Nos analyses ont été produites sur toute la durée de l'expérimentation.



1.3. Un Campus universitaire polytechnique suisse

Du 16/04/15 au 28/08/15

Six NAv2 ont été mises en circulation sur un tracé d'1,5 km emprunté également par d'autres types d'utilisateurs (piétons, cyclistes, segways, automobilistes, livreurs, taxis, etc.) et jalonné de 5 arrêts (cf. Figures 24, 25, 26). Une cinquantaine d'accompagnants - tous des étudiants du campus, rémunérés pour cette mission - se succédaient en permanence dans les NAv2 pour accompagner les utilisateurs. Nos analyses ont été produites du 24/06/15 au 26/06/15.



Figure 24 : Flotte d'NAv2 devant la bibliothèque du campus universitaire



Figure 25 : Deux NAv2 stationnées à une station



Figure 26 : Circuit emprunté par les NAv2 sur le site du campus universitaire

1.4. Un Centre de recherches d'un industriel du secteur de l'automobile

07/09/15 au 02/10/15 (phase 1) puis du 25/01/16 au 13/05/16 (phase 2)

Deux NAv2 ont été mises en circulation sur un tracé d'1,6 km jalonné de 8 arrêts (cf. Figures 27, 28, 29). Le trajet empruntait essentiellement des voies communes avec les voitures et autres véhicules circulants sur le site (camions, livreurs...). Les 3 accompagnants présents à bord des NAv2 étaient des ingénieurs intérimaires employés par le constructeur. Nos analyses ont été produites sur toute la durée de l'expérimentation.



Figure 27 : Centre de de recherches industriel automobile



Figure 28 : NAv2 stationnée à une station



Figure 29 : Modèle des affiches diffusées sur le site

1.5. Un Congrès international portant sur les transports intelligents

Du 05/10/15 au 9/10/15

Un Congrès international portant sur les transports intelligents a eu lieu du 5 au 9 octobre 2015 à Bordeaux. Pour cette occasion, la Leading avait mis en place une démonstration de flotte de 3 NAv2 sur un trajet de 700m, sans arrêt intermédiaire (cf. Figures 30, 31). Une quatrième NAv2 était en exposition (cf. Figure 32). Ce trajet reliait le Palais des Congrès (où se déroulaient les conférences) au parc des expositions. Les 5 accompagnants présents à bord des NAv2 étaient des techniciens, salariés de la Leading. Une superviseure, également salariée de la Leading œuvrait à la gestion de flotte. Enfin, 2 hôtesses, salariées de l'exploitant, géraient les attentes aux arrêts et les entrées dans les NAv2. Nos analyses ont été produites sur toute la durée de l'expérimentation.



Figure 30 : NAV2 devant le Parc des expositions



Figure 31 : Circuit emprunté par les NAV2 sur le site du Congrès international



Figure 32 : NAV2 devant le Palais des Congrès

1.6. Une Technopole

Du 18/12/15 au 31/03/16

Une flotte de 4 NAV2 a été mise en circulation sur un tracé d'1 km jalonné de 6 arrêts (cf. Figures 33, 34, 35). Le trajet empruntait une piste cyclable spécialement construite pour l'occasion. Six accompagnants étaient présents à bord des NAV2. Une salle de contrôle avait été confectionnée pour accueillir 3 superviseurs qui se relayaient. Ces 9 régulateurs étaient tous des salariés de l'exploitant. Nos analyses ont été produites du 2/03/16 au 7/03/16.



Figure 33 : NAV2 à l'arrêt « parking »



Figure 34 : NAV2 devant le Golf de la Technopole



Figure 35 : Circuit emprunté par les NAV2 sur le site de la Technopole

2. Caractéristiques fonctionnelles des NA

Les NAV1 et NAV2 présentait des caractéristiques fonctionnelles communes :

- elles pouvaient être conduites en « *mode manuel* », grâce à un joystick manipulé par un conducteur humain ; ou bien fonctionner de manière autonome sans action humaine ;
- pour fonctionner de façon autonome, il était nécessaire de leur faire « *apprendre le circuit* » lors d'un premier trajet effectué en mode manuel ;
- elles n'avaient pas la capacité de s'écarter de ce circuit de façon autonome, par exemple pour contourner un obstacle ;
- grâce à la technologie Lidar (cf. Introduction (2.4)), elles ralentissaient de façon autonome à l'approche d'un obstacle, et s'arrêtaient avant la collision.

Les NAV1 et NAV2 présentait aussi des différences :

- les NAV2 étaient plus spacieuses (cf. Introduction (2.4)) : elles pouvaient transporter jusqu'à 9 passagers contre 6 pour les NAV1 ;

- les NAV2 étaient dotées d'un habitacle et d'une rampe permettant l'accès aux personnes à mobilité réduite ;
- les NAV2 étaient limitées techniquement (pour des raisons de sécurité) à une vitesse de 15 km/h alors que les NAV1 n'ont jamais roulé à plus de 8 km/h sur les expérimentations du CHU et du Campus auvergnat.

3. Caractéristiques des investigations

Les caractéristiques des investigations que nous avons menées au cours des différentes expérimentations sont résumées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Caractéristiques des différentes expérimentations de NA

Les expérimentations ayant permis des investigations « longues » (sur toute la durée de l'expérimentation) sont recensées dans les colonnes à l'arrière fond bleu.
Les expérimentations ayant permis des investigations « courtes » (sur 3 à 5 jours) sont recensées dans les colonnes à l'arrière fond rose.

Terrains d'expérimentations	Centre hospitalier (CHU)	Campus universitaire polytechnique Auvergne	Campus universitaire polytechnique Suisse	Centre de recherche industriel automobile	Congrès transports intelligents	Technopole
Dates expérimentation	17/12/13 - 28/03/14	02/06/14 -13/06/14	16/04/15 -28/08/15	07/09/15 - 02/10/15 puis du 25/01/16 au 13/05/16	05/10/15 – 09/10/15	18/12/15 – 31/03/16
Dates de présence du chercheur	Sur toute la durée de l'expérimentation	Sur toute la durée de l'expérimentation	Les 24, 25, 26 juin 2015	Sur toute la durée de l'expérimentation	Du 5 au 10 octobre 2015	Du 2 au 7 mars 2016
Nombre de NA	1 NAv1	1 NAv1	6 NAv2	1 NAv2	3 NAv2 + 1 en exposition	4 NAv2
Nombre de régulateurs	1 accompagnant	Accompagnement et régulations effectués par 2 chercheurs du pôle SHS, dont l'auteur de cette thèse	50 accompagnants (étudiants du campus, rémunérés)	3 accompagnants (intérimaire employés par la Leading)	- 5 accompagnants - 1 superviseure (techniciens salariés de la Leading) - 2 hôtesse (intérimaires, salariées de l'exploitant)	- 6 accompagnants - 3 superviseurs (salariés de l'exploitant)
Public	Population hospitalière : soignants, patients, visiteurs	Etudiants et chercheurs, sciences de l'ingénieur. Lycéens	Etudiants chercheurs sciences de l'ingénieur – quelques touristes	Salariés du Centre de recherches, quelques visiteurs extérieurs	International, spécialistes transports intelligents	Salariés du site, touristes, résidents
Type de trajet	Tracé de 300m sur le trottoir du CHU (présence de piétons). Aucun arrêt intermédiaire. Liaison parvis-parking.	Tracé de 450m sur les allées du campus (présence de piétons). Deux arrêts intermédiaires. Liaison parkings - amphithéâtres. Le tracé passait devant plusieurs laboratoires, le restaurant, la bibliothèque.	Tracé d'1,5 km partagé avec autres usagers (piétons, cyclistes, segways, automobilistes, livreurs, taxis, etc.). Trois arrêts intermédiaires. Liaison station de métro - résidences étudiantes. Le tracé passait par le cœur du campus (laboratoires, restaurants, bibliothèque)	Tracé d'1,6 km partagés avec autres usagers (camions, livreurs...). Six arrêts intermédiaires. Boucle parkings – restaurant. Le tracé passait devant les bâtiments de travail. A noter que dans le cours du second temps d'expérimentation, des travaux ont eu lieu sur le tracé et le restaurant a été déplacé.	Tracé de 700 m sur voie dédiée. Aucun arrêt intermédiaire. Liaison Palais des Congrès - Parc des expositions.	Tracé de 1 km sur piste cyclable. 4 arrêts intermédiaires. Liaison parking - bâtiments de travail.

Chapitre 8 : mesures d'acceptabilité et d'acceptation

Rappel de la thèse intermédiaire I : « *Les études d'acceptabilité ne sont pas nécessairement révélatrices des phénomènes réels d'acceptation du service de transport par NA. L'articulation des approches en termes d'acceptabilité et d'acceptation est favorable au développement d'une innovation* ».

Afin d'alimenter cette thèse, nous avons cherché à mesurer et comparer l'acceptabilité et l'acceptation des NA.

Pour cela, plusieurs méthodes ont été utilisées :

1. La mise en place de Focus Groups en amont des premières expérimentations ;
2. La transmission des questionnaires *acceptabilité/acceptation* sur le site du CHU ;
3. Les relevés d'affluence du service sur 5 des 6 sites d'expérimentation ;
4. La manipulation de facteurs potentiels d'acceptation sur le site du Campus auvergnat ;
5. La transmission du « *questionnaire utilisateurs* » sur le site du Centre de recherches.

1. Focus Groups

En Juillet 2013, les NAv1 étaient en cours de conception. Nous avons alors mis en place, dans l'enceinte de l'Université, quatre Focus Groups. Les participants conviés étaient tous des visiteurs occasionnels du CHU. Cette première démarche avait pour objectif de recueillir les représentations spontanées, les croyances, et les zones de résistance des individus vis-à-vis des NA ; ceci dans le but de spécifier les items pertinents pour concevoir les questionnaires d'acceptabilité/acceptation.

2. Questionnaires acceptabilité/acceptation

En décembre 2013, les NAv1 étaient en passe d'être expérimentées sur le site du CHU. Des questionnaires (cf. Annexe 3) ont alors été distribués, dans des salles d'attente du CHU, à des usagers du site, potentiels utilisateurs, afin de mesurer l'acceptabilité de ces premières NA.

Puis en février 2014, ces mêmes questionnaires ont été transmis à d'autres usagers du site venant d'effectuer un trajet en NAv1 ; ceci devait permettre de comparer les résultats en termes d'acceptabilité et d'acceptation.

Les questionnaires *acceptabilité/acceptation* ont été conçus sur la base du modèle TAM ; modèle que nous avons ajusté en fonction des résultats des Focus Groups et de nos différentes questions de recherche.

3. Manipulations de facteurs potentiels d'acceptation

En juin 2014, les NAv1 venaient d'être expérimentées, pour la première fois auprès du grand public, sur le site du CHU.

Les recommandations que nous avons transmises au Constructeur suite à cette première expérimentation de NA (cf. Annexe 1) amenèrent ce dernier à envisager la conception d'une flotte de NAv2.

Pour spécifier nos repères de conception, le constructeur nous laissa la possibilité d'expérimenter nous-mêmes, de façon autonome (sans sa présence), une NAv1 sur le site du Campus auvergnat.

Afin de transmettre au constructeur - à sa demande - des spécifications favorisant l'acceptation des NA, nous avons mis en place deux tests, construits sur deux hypothèses :

- l'agentivité favoriserait l'acceptation (cf. Chapitres 2(6), 5(4), 7(1)) ;
- les caractéristiques anthropomorphiques des technologies autonomes favoriseraient leur acceptation (cf. Chapitre 2).

4. Affluences du service

Le nombre de passagers des NA a été comptabilisé sur la plupart des expérimentations. Pour cela, différents outils ont été utilisés :

- un tableau de suivi, rempli manuellement après chaque trajet par les accompagnants ;
- une tablette tactile (utilisée uniquement sur l'expérimentation du Campus universitaire suisse) ;
- un agenda (utilisé uniquement lors première phase d'expérimentation sur le Centre de recherches, cf. Annexe 4).

La quantification des affluences du service n'a pas pu être effectuée sur l'expérimentation du Campus auvergnat. En effet, les accompagnants qui étaient les chercheurs du pôle SHS se sont concentrés sur les manipulations de facteurs potentiels d'acceptation (cf. paragraphe précédent).

De même, lors de la seconde phase d'expérimentations sur le Centre de recherche, la Leading a demandé aux accompagnants de quantifier, non plus le nombre de passagers, mais le nombre de passagers effectuant une liaison entre deux arrêts. Par conséquent, un passager effectuant un trajet était généralement comptabilisé plusieurs fois ; ce qui rend les résultats d'affluence obtenus sur cette expérimentation difficilement interprétables dans le cadre de notre recherche.

5. Questionnaires utilisateurs du Centre de recherches

Pour compenser le manque de données en termes d'indicateurs d'affluence du service lors de la seconde phase d'expérimentations sur Centre de recherches, nous avons négocié avec l'exploitant la possibilité de transmettre un questionnaire via l'intranet de l'entreprise. Le *questionnaire utilisateurs du Centre de recherches* comportait plusieurs items, co-construits avec l'exploitant. Deux de ces items visaient à renseigner l'affluence du service :

1. Avez-vous déjà utilisé la NAV2 sur le Centre de recherches ? « oui » - « non »
2. Si « oui », combien de fois ? « une fois » - « entre 2 et 5 fois » - « plus de 5 fois »

Les autres items du *questionnaire utilisateurs du Centre de recherches* (cf. Annexe 5 et suite de cette Partie IV) devaient nous permettre de comprendre de façon plus fine les processus d'acceptation des NA sur ce site, en :

- identifiant les types de trajets pour lesquelles les NA étaient utilisées ;
- caractérisant l'expérience vécue par les passagers ;
- saisissant la manière dont était perçue la présence de l'accompagnant par les passagers ;
- identifiant les raisons de non-utilisation, de rejet, des non-utilisateurs ;
- ouvrant à des suggestions pour améliorer le service / les NA.

Chapitre 9 : analyse des activités

Comme cela a été argumenté dans le Chapitre 5(3), avant de mener des analyses en termes d'expériences vécues et des valeurs, il a d'abord fallu disposer d'un socle de connaissances sur l'activité des différentes catégories d'acteurs ciblés dans le cadre de cette recherche, à savoir :

- les régulateurs (accompagnants, superviseurs, hôtesses) ;
- les utilisateurs (les passagers et les usagers de sites non-utilisateurs) ;
- les exploitants ;
- les concepteurs de la Leading.

Cette phase d'analyse des activités des différents acteurs, nous apparaissait essentielle pour :

- nous familiariser avec ces populations, appréhender les cultures des différents acteurs, leurs rapports avec leur site, avec les NA, avec le service, avec le projet ;
- savoir où trouver les utilisateurs : à quels moments les passagers empruntaient les NA ? Sur quels types de trajets ? A quels moments, dans quelles zones du site, sous quelles formes, les autres usagers du site, non-utilisateurs, étaient confrontés aux NA, au service ;
- identifier des situations qui pouvaient être sources de rejets de la part des utilisateurs (passagers, ou non), les situations nécessitant des régulations de la part des régulateurs, les situations à risque, ou d'une façon plus générale : les situations critiques qui pourraient être, par la suite, évoquées au moment des analyses des expériences vécues et des valeurs ;
- identifier quels seraient les outils les plus adaptés aux analyses d'expériences vécues à venir, vis-à-vis des populations et des contextes particuliers. Construire des supports pour aider les acteurs dans la future démarche de verbalisation de leurs expériences vécues et de leurs valeurs (cf. Chapitre 10).

Cette étape d'analyse des activités devait alimenter les thèses intermédiaires I, II et III.

Afin d'appréhender l'activité des différents acteurs, nous avons mobilisé les techniques suivantes :

1. Photographies et analyses vidéo
2. Observation participante / participation observante
3. Relevés systématiques d'actions et de verbalisations
4. *Entretiens composites*
5. *Questionnaire utilisateurs* du Centre de recherches
6. Observations systématiques des prises d'information visuelles des accompagnants
7. Recueil de traces d'activité en termes d'exposition aux situations critiques

1. Photographies et analyses vidéo

A l'exception du Centre de recherches (où il nous a été interdit d'utiliser des appareils d'enregistrement), nous avons pu photographier et filmer les comportements des usagers et des régulateurs sur l'ensemble des sites expérimentaux.

Pour cela le chercheur a utilisé un smartphone. Sur les sites du CHU et du Campus auvergnat, des films ont également pu être réalisés grâce à 6 caméras *GoPro*. Ces caméras discrètes, munies de ventouses, pouvaient être fixées sur les parois intérieures et extérieures des NAV1.

2. Observation participante / participation observante

Sur l'ensemble des expérimentations la principale méthode retenue pour atteindre conjointement un maximum des objectifs de recherche fut l'observation participante (Platt, 1983).

Ainsi, durant toute la durée de recherche-action le chercheur s'est immergé dans différents milieux :

- les milieux des régulateurs et des usagers ;
- le milieu des concepteurs (cf. liminaire de cette Partie IV et Chapitre 13(3)).

Une de ses variantes, la participation observante, fut également mobilisée. Comme le précisent Adler et Adler (1987), la participation observante permet au chercheur de s'affirmer en tant que membre à part entière de son terrain de recherche. Selon Lalonde (2013, p. 17), évoquant les travaux de Adler et Adler (1987) : « *le fait d'être émotionnellement et rationnellement très proche des membres du groupe favorise une attitude plus ouverte de la part des acteurs de terrain. Elle permet aussi d'atteindre un niveau de compréhension très élevé du phénomène étudié* ».

C'est aussi dans cette optique de se familiariser avec son terrain, que le chercheur a - au cours de l'expérimentation du Campus auvergnat - saisi l'opportunité d'exercer la fonction d'accompagnant/régulateur ; et donc de procéder à de la participation observante en étant, lui-même, gestionnaire du service.

En réalisant ces immersions, le chercheur n'avait pas pour quête d'extraire des résultats, par exemple en inspectant sa propre expérience ; cette méthode étant sujette à de nombreux écueils (Soulé, 2007). Il visait le développement d'une meilleure connaissance du terrain, des acteurs, de leur jargon, de leur culture, de leurs valeurs, normes et règles, de leurs besoins, des situations critiques qu'ils étaient amenés à vivre... pour ensuite parvenir à développer les outils et les techniques les plus adaptés à la ré-flexion, à la construction et à la verbalisation de leurs expériences vécues et de leurs valeurs. En effet, comme le formule Barbier (2013, p. 82) : « *la communication de l'expérience passe par des cadres sociaux de grammaires, conventions et règles sociales, codes langagiers et plus généralement sémiotiques* ».

Ainsi, pour reprendre l'expression de Soulé (2007, p. 131), l'approche que nous avons mise en place croyait en : « *la primauté de l'implication interactionnelle et intersubjective sur la prétention à l'observation objective* ».

3. Relevés systématiques d'actions et de verbalisations

Pour Valléry (2004), l'interaction verbale entre un agent et un client-usager est au centre de l'univers professionnel des services. La parole située forge, selon l'auteur : « *les actes de travail, construit l'interaction sociale, permet d'animer les échanges, de rechercher des solutions et des compromis autour d'une demande initiale (du client-usager)* » (p. 124). Les verbalisations des agents de services apparaissent des vecteurs de leurs stratégies utilisées, des actions engagées, et des régulations opérées aux cours de la dynamique des échanges. L'analyse des interactions sociales situées s'avère donc, selon plusieurs auteurs, une clé d'entrée fondamentale pour comprendre les activités de services (Visetti, 1989 ; Conein, 1998).

Le chercheur a pu relever de façon systématique les actions et les verbalisations des passagers et des accompagnants, à bord et aux abords des NA, sur l'ensemble des sites - à l'exception du Campus auvergnat (où sa fonction d'accompagnant l'a empêché de mettre en place ce protocole).

Sur le site du Congrès et sur la Technopole, le chercheur a pu également relever de façon systématique les actions et verbalisations d'autres catégories de régulateurs : les superviseurs et les hôtesses.

Ces relevés d'actions et de verbalisations systématiques, en plus de renseigner l'activité des différents usagers, a permis de collecter des données relatives : aux processus d'acceptation, aux processus de régulation, aux expériences vécues ou encore aux valeurs.

4. Entretiens composites

Des « *entretiens composites* » (semi-directifs inspirés des techniques d'explicitation, Mouchet, 2003) ont été menés auprès des régulateurs et des concepteurs de la Leading (cf. Annexes 6 et 7).

Les questions posées aux régulateurs, aux exploitants et aux concepteurs de la Leading au moment des *entretiens composites* visaient plusieurs objectifs, dont celui de comprendre leur activité, ainsi que celle des autres acteurs qui nous intéressent dans ce projet.

Les autres objectifs de ces « *entretiens composites* » étaient de :

- construire les expériences vécues par les régulateurs, les exploitants et les concepteurs de la Leading ;
- identifier les valeurs mobilisées par les différents acteurs à l'encontre de la technologie ;
- identifier les valeurs en acte des régulateurs en situations critiques ;
- instruire la dialectique réglé / géré du service ;
- ce faisant, comprendre les processus d'acceptation, de rejet du service de transport par NA.

5. Questionnaire utilisateurs du Centre de recherches

Une des questions posées dans le *questionnaire utilisateurs* du Centre de recherches, visait spécifiquement à mieux connaître l'activité des passagers des NAv2, et notamment :

- savoir où et quand les rencontrer;
- identifier des facteurs d'attractivité et donc indirectement d'acceptation, du service.

La question était formulée ainsi : « *Sur quels types de trajets avez-vous utilisé la NAv2* » ?

Quatre possibilités de réponses étaient proposées :

- Arrivée sur site/bureau
- Bureau/pause déjeuner
- Pause déjeuner/bureau
- Autre (veuillez préciser)

6. Observations systématiques des prises d'information visuelles des accompagnants

Pour Barbier (2003, p. 130) : « *L'engagement dans une activité implique de fait un renoncement à d'autres activités possibles dans le même moment (directions de regards)* ».

Un des objectifs de la phase d'analyse d'activité était de faire l'inventaire des situations critiques. Nous cherchions à identifier les zones du tracé, les événements auxquels les accompagnants étaient attentifs. Les données ainsi recueillies devaient ensuite nous servir de support pour les analyses des expériences vécues et des valeurs en acte.

Pour cela, nous avons cherché à relever de façon systématique leurs prises d'informations visuelles. Du fait de la présence discrète qui nous était imposée, le recueil des prises d'informations visuelles des accompagnants n'a pas pu être effectué à partir d'outils tels que l'eye-tracking. C'est le chercheur,

positionné de façon stratégique dans la NA qui retranscrivait, sur une grille de cotation, de façon systématique : l'heure à laquelle avait lieu la prise d'information de l'accompagnant, la durée de la prise d'information, la direction (« devant », « derrière », « à gauche dans l'angle mort », « le piéton sur le trottoir », « le camion garé en double file »...), l'action éventuelle qui accompagnait la prise d'information.

Au moment des expérimentations de la NAv1 sur les sites du CHU et du Campus auvergnat, la présente recherche était à un stade exploratoire. Notre intérêt pour l'expérience vécue des accompagnants et certains aspects de leur activité (comme leurs prises d'informations visuelles) s'est construit au fil de ces deux premières expérimentations et notamment à la lumière des premiers résultats en termes d'acceptabilité et d'acceptation (cf. Chapitre 12). Ainsi, certains protocoles d'investigation ont uniquement été construits et déployés au moment des expérimentations des NAv2 (analyses des prises d'informations visuelles, des expériences vécues, des valeurs, *entretiens composites*).

7. Recueils de traces d'activité en termes d'exposition aux situations critiques

D'autres outils ont été mis en place pour inventorier les situations critiques auxquelles était exposé le service :

- Au cours de l'expérimentation du Campus suisse, les accompagnants ont été outillés, à l'initiative de l'exploitant, d'une tablette tactile (cf. Figure 36). Cet outil leur permettait de recenser les situations critiques auxquelles ils étaient confrontés. Ainsi, lorsqu'ils rencontraient un « incident », ils le notaient sur la tablette. Ils positionnaient le lieu de l'incident sur le tracé et le qualifiaient (« piéton qui a traversé devant la NA » ; « croisement d'une voiture »...). L'exploitant a accepté de partager avec nous les résultats issus de ces remontées d'incidents.
- Au cours de l'expérimentation du Centre de recherches de l'industriel de l'automobile, l'agenda confié aux accompagnants par la Leading avait également fonction de « carnet de bord » permettant de recenser les situations critiques (cf. Annexe 4). Les accompagnants nous ont laissé consulter et photographier cet agenda.

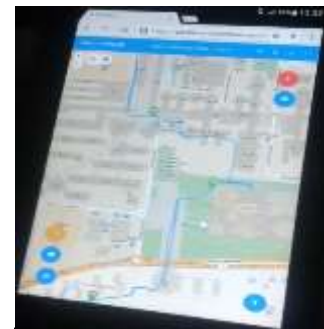


Figure 36 : Tablette tactile confiée aux accompagnants sur le Campus universitaire suisse

Chapitre 10 : construction des expériences vécues et mise en lumière des valeurs

Les analyses des expériences vécues et des valeurs avaient pour objectifs principaux de :

- identifier les situations critiques et analyser la manière dont ces situations sont vécues et gérées par les régulateurs ;
- identifier les valeurs en acte des régulateurs, qui expliquent leurs comportements et leurs arbitrages en situations critiques ; et qui permet d'inférer les critères de performance du service de transport par NA en fonction des situations ;
- identifier les valeurs déclarées des différents acteurs à l'encontre de la technologie NA ;
- tisser des liens entre les valeurs déclarées par les différents acteurs et les valeurs en acte des régulateurs (cf. thèse intermédiaire II) ;
- comprendre les phénomènes d'acceptation et de rejet des NA ; tisser des liens entre l'acceptabilité et l'acceptation (cf. thèse intermédiaire I) ;
- évaluer le positionnement de la valeur sécurité par rapport aux autres valeurs (cf. thèse intermédiaire III) ;
- identifier des leviers de développement de la technologie.

Ce Chapitre 10 vise donc à alimenter les thèses intermédiaires I, II et III.

1. Analyse des expériences vécues des régulateurs en situations critiques

L'expérience, au moment où elle est vécue, est de l'ordre de l'éprouvé (Rix & Biache, 2004). Ainsi, au moment où il s'engage dans l'action, l'acteur n'est pas pleinement conscient de ce qu'il vit. Pour Vermersch (1999, p. 13), le vécu de l'acteur n'est pas « *immédiatement accessible car il est largement implicite dans le sens de pré-réfléchi* ». Barbier (2013, p. 69) dit que le vécu est « *pré-réflexif* » ou « *ante-prédicatif* ». Il faut donc un effort de ré-flexion pour que l'acteur puisse conscientiser et expliciter sa « *conscience engagée* » (Rix & Biache, 2004, p. 38) et ainsi donner lieu à une formalisation de l'expérience vécue.

Différentes méthodes ont été élaborées pour construire les expériences vécues. Les méthodes en questions sont associées aux buts de recherche spécifiques poursuivis par les chercheurs qui les mobilisent, par exemple :

- Theureau a développé les techniques des entretiens d'auto-confrontations (1992) dans la perspective de transformer l'activité ;
- Vermersch a développé les techniques des entretiens d'explicitation (1994) dans le but de décrire le vécu et l'activité ;
- Clot (2004) a développé les techniques des entretiens d'auto-confrontations croisées pour développer les activités ;
- D'autres auteurs (Mouchet, 2003 ; Mouchet, Vermersch & Bouthier 2011), proposent des méthodes composites du fait de questions de recherches particulières et/ou de contraintes de terrains spécifiques. Ces méthodes composites nous évoquent la métaphore du « *bricolage* » chère à Lévi-Strauss : « *L'univers instrumental du bricoleur est clos, et la règle de son jeu est de toujours s'arranger avec "les moyens du bord", c'est-à-dire un ensemble à chaque instant fini d'outils et de matériaux, hétéroclites au surplus, parce que la composition de l'ensemble [...] est le résultat contingent de toutes les occasions qui se sont présentées de renouveler ou d'enrichir le stock* » (1962, p. 30).

L'ensemble de ces méthodes ont en commun le fait qu'elles sont basées sur l'expression par les sujets eux-mêmes de leur expérience vécue (Light, 2006 ; Cahour et al., 2007 ; Cahour et Salembier, 2012).

Le projet qui nous intéresse ici, au travers des enjeux précédemment décrits, intègre plusieurs des objectifs poursuivis par Theureau, Vermersch et Clot. Nous cherchons en effet, à partir de la conception d'un service innovant, à comprendre puis développer/transformer les activités. Et pour cela, nous avons pris le parti de construire les expériences vécues par les régulateurs et de mettre en lumière leurs valeurs en acte en situations critiques.

Toutefois, comme nous l'avons évoqué, les conditions d'accès aux terrains d'expérimentations ne nous auraient pas permis de mettre en place les techniques de Theureau, Vermersch ou Clot, de façon strictement conforme aux propositions des auteurs.

Aussi, dans l'optique de construire les expériences vécues des régulateurs en situations critiques, nous avons mis en perspectives les analyses d'activité précédemment évoquées avec des *entretiens composites*.

Entretiens composites à destination des régulateurs

Les *entretiens composites* étaient constitués d'entretiens semi-directifs entremêlés de touches d'explicitations (Mouchet, 2003).

Ce que nous nommons « *touches d'explicitations* » sont des relances inspirées des techniques d'entretien d'explicitation de Vermersch (1994). Voici quelques principes essentiels inhérents à ces techniques (Cahour et al., 2007, p. 94) :

- *Questionner sans induire de contenu en guidant seulement les actes d'évocation du sujet ;*
- *Aider à dévoiler l'expérience selon certaines de ses propriétés structurales ;*
- *Ralentir le processus d'évocation, en permettant ainsi à l'activité réflexive de se réaliser ;*
- *Ajuster le niveau de la fragmentation temporelle de la description (l'idée étant que chaque segment temporel peut être divisé en segments plus petits pour une description plus fine).*

La grille d'*entretiens composites* à destination des régulateurs (cf. Annexe 6) comportait :

- Des questionnements simultanés ou consécutifs à l'action.

Le fait d'accompagner les régulateurs pendant leur travail (cf. Tableau 5) nous permettait d'assister à des situations significatives pour eux (notamment les situations critiques). Ceci constituait une opportunité pour construire leur expérience de ces situations qu'ils étaient en train de vivre ou qui venaient d'être vécues ; et ainsi éviter les « *biais du temps qui passe* » (Theureau, 2010, p. 294). Ainsi, nous avons utilisé la technique des verbalisations provoquées, interruptives où : « *l'ergonome demande à l'acteur d'explicitier ses actions et communications, par des questions qui se maintiennent strictement en référence à ce qui a été fait et dit précédemment* » (Theureau & Jeffroy, 1994, p. 39).

La technique des questionnements simultanés à l'action consistant à demander à l'acteur, pendant son activité, de « *penser à haute voix* » (Theureau & Jeffroy, 1994), a également été employée dans certaines situations. Pour cela, les régulateurs devaient être « *disponibles* », c'est-à-dire qu'ils ne devaient pas être surchargés cognitivement par la gestion d'une situation, ou gênés par la présence d'un autre acteur (un passager dans la navette par exemple).

- Des questionnements sur un mode de resituant.

Certains auteurs considèrent que seuls les observables permettent d'accéder à l'action (Suchman, 1987) telle qu'elle se déploie en situation réelle. Mais d'autres défendent l'idée que certains types d'entretiens permettent de « *re-situer* » (Vermersch, 1994 ; Cahour, 2012 ; Cahour & Salembier, 2012) le sujet dans une situation d'activité passée, et de reconstruire, après-coup, son expérience vécue. Ainsi, nous nous sommes, là aussi, inspirés des techniques de l'entretien d'explicitation de Vermersch pour reconstruire l'expérience vécue des situations critiques qu'avaient dû gérer les régulateurs dans

des moments passés (moments auxquels nous n'avions pu assister en tant qu'observateurs). Dans le secteur de la conception de systèmes de transport routier innovants, des méthodes d'analyses des expériences vécues proches de celles que nous venons de décrire ont déjà été déployées. Pour Villame (2004, p. 17), il est indispensable de « *recueillir des données sur la signification que chaque conducteur accorde à un événement donné dans une situation donnée, cette signification étant directement liée à son expérience personnelle, « ici et maintenant » aussi bien que passée* ». Or, selon l'auteur, seul le conducteur (qui est, de facto, un régulateur dans le cadre de la conduite d'un véhicule routier individuel) est capable : « *de nous fournir les éléments qui, mis en rapport avec d'autres, vont nous permettre de comprendre comment s'est constituée cette signification « située » : ce qu'il a pris en compte dans la situation, comment cela a contribué à la construction d'une action ou d'une interprétation, comment il l'a relié à un élément de connaissance ou d'expérience* » (ibid.).

2. Mise en lumière des valeurs

Les valeurs que nous avons cherché à appréhender n'ont pas toutes le même statut. Comme nous l'avons évoqué dans le paragraphe précédent, nous faisons une distinction entre :

- les « *valeurs en acte* » qui, sont inhérentes à ce qui vaut pour un individu lorsqu'il est engagé dans des situations d'action particulières (Barbier, 2003) - ici les situations critiques - et qui expliquent les comportements situés des individus ;
- et les valeurs « *déclarées* » par les individus à l'encontre d'un objet non situé. Les valeurs des différents acteurs, à l'encontre de la technologie VA nous intéressent également car elles influencent probablement (d'une façon que nos analyses tendent à comprendre) les valeurs en acte des accompagnants.

Plusieurs méthodes ont été mises en place pour identifier les valeurs des différents acteurs :

- Les recueils de verbalisations systématiques (déjà développé dans cette Partie IV)
- Les analyses de directions de regard (déjà développé dans cette Partie IV)
- Les observations participantes, les entretiens informels (déjà développé dans cette Partie IV)
- Les *entretiens composites* à destination des régulateurs (déjà développé dans cette Partie IV)
- Les *entretiens composites* à destination des concepteurs et des exploitants
- Les *questionnaires utilisateurs* du Centre de recherches

Entretiens composites à destination des exploitants et des concepteurs de la Leading

La grille d'*entretiens composites* à destination des exploitants et des concepteurs de la Leading (cf. Annexe 7) a été adaptée aux caractéristiques de ces acteurs, à leur activité, à leur positionnement par rapport à la technologie NA, à leurs valeurs, qui nous sont apparues d'une autre nature que celles des régulateurs.

Eux aussi gèrent des situations critiques, effectuent des régulations, influencent les phénomènes d'acceptation, la sécurité des systèmes. Toutefois, la temporalité de leurs actions est différente, ils ont davantage de temps pour prendre des décisions, anticiper (réfléchir leurs actions avant de les déployer). Ils ne sont pas non plus engagés physiquement dans la situation de service, dans l'immédiateté de la gestion des situations critiques ; ce qui ne nous aurait pas permis de mettre en place des analyses des expériences vécues, telles que nous les avons définies.

De même, les exploitants et les concepteurs de la Leading représentent aussi des institutions, ce qui ouvre le biais à des discours empreints de valeurs « *dites* », « *formalisées* », « *affichées* » ou encore « *signifiées* », « *correspondant, en fait, à ce que pour les sujets il importe de dire ou de communiquer relativement à leurs engagements dans des activités* » (Barbier, 2003, p. 138-139). Nous ne parlerons donc pas, à leur

encontre de « *valeurs en acte* », mais de « *valeurs déclarées* » associées à différents objets : la technologie, son exploitation, son développement, etc.

Questionnaire utilisateurs du Centre de recherches

Certaines questions posées dans le *questionnaire utilisateurs* du Centre de recherches cherchaient à appréhender, plus ou moins directement, les valeurs des usagers du Centre de recherches (cf. Annexe 5) :

- Comment avez-vous perçu cette expérience ?
- Quelles évolutions du service des NA pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ?
- Pourquoi n'avez-vous jamais utilisé la NAv2 ?
- La présence de l'accompagnant est-elle surtout (cinq possibilités de réponses étaient proposées) :
 - o Sécurisante
 - o Instructive
 - o Gênante
 - o Utile
 - o Inutile

Chapitre 11 : mise en perspective de l'évolution des dimensions réglées/gérées du service

La méthodologie évoquée dans ce Chapitre 11 vise l'instruction de la thèse intermédiaire III que nous avons formulée ainsi : « le modèle d'une « sécurité totale » dans lequel s'inscrivent les concepteurs des NA n'est pas compatible avec l'acceptation d'un service de transport par NA. Les conditions d'une sécurité « acceptable » doivent être définies ».

Afin d'instruire la thèse intermédiaire III, il nous est apparu pertinent de :

1. Caractériser la dialectique « réglé/géré »
2. Identifier précisément la place de la valeur sécurité au sein des systèmes de valeurs des différents acteurs

1. Dialectique réglé/géré

Afin de caractériser la dialectique réglé/géré, nous avons d'abord cherché à inventorier les tâches prescrites aux régulateurs. Pour cela, nous avons mobilisé plusieurs techniques :

- l'analyse des fiches de postes des régulateurs ;
- le recensement des prescriptions orales formulées par les prescripteurs (Leading, exploitants) à destination des régulateurs. Ce recensement a été réalisé par l'intermédiaire des observations participantes et des *entretiens composites* menés auprès des régulateurs, des exploitants et des concepteurs de la Leading.

L'inventaire des prescriptions orales et écrites devait ensuite être comparé avec les activités réellement déployées par les régulateurs (cf. Chapitre 9).

Grâce aux observations participantes et aux *entretiens composites* menés auprès des régulateurs, des exploitants et des concepteurs de la Leading, nous avons également cherché à caractériser l'ensemble des processus de prescriptions, les régulations chaudes et froides (Daniellou, 2002 ; Leplat, 2006) ainsi que les représentations des concepteurs sur les écarts entre le travail prescrit aux régulateurs et l'activité que ces régulateurs déployaient effectivement.

2. Place de la valeur sécurité au sein des systèmes de valeurs des différents acteurs

L'ensemble des techniques visant l'analyse des expériences vécues et des valeurs, devait nous permettre de faire une focale sur la valeur sécurité et notamment sur :

- les régulations mettant en jeu la sécurité ;
- le poids de la valeur sécurité pour les différents acteurs du système.

Synthèse de la Partie IV :

Au cours de la Partie IV, nous avons détaillé l'approche méthodologique retenue pour instruire les thèses intermédiaire I, II et II et la thèse générale soutenue dans cette recherche, à savoir : « *L'analyse des expériences vécues et des systèmes de valeurs constituent une ressource précieuse en vue de la conception d'un système de transport par NA, sûr et accepté* ».

Après avoir présenté les différents terrains d'expérimentation des NA, leurs particularités et les contraintes méthodologiques bornant ce projet de recherche, nous avons détaillé les protocoles mis en places pour :

- mesurer l'acceptabilité et l'acceptation des NA et du service associé ;
- analyser les activités des différents acteurs ciblés par nos recherches (usagers des sites, régulateurs, exploitants, concepteurs de la Leading) ;
- construire les expériences vécues par ces différents acteurs ; identifier leurs valeurs ;
- mettre en perspective les évolutions des dimensions réglées / gérées du service ;

Les techniques utilisées sur chaque expérimentation sont résumées dans le Tableau 5²².

Tableau 5 : Techniques utilisées sur les différentes expérimentations

Terrains d'expérimentations Techniques utilisées	CHU	Campus auvergnat	Campus suisse	Centre de recherches	Congrès	Technopôle
Enregistrements vidéo	GoPro et smartphones > 20h	GoPro et smartphones > 15h	Smartphones Environ 4 heures	/	Smartphones Environ 1 heure	Smartphones Environ 4 heures
Relevé systématique des actions et des verbalisations	Dans la NA : 13h A l'intérieur de l'hôpital / sur le parvis : 1h30	/	Dans la NA : 16h30	Dans la NA : 38h00	Dans la NA : 6h30 Aux stations d'arrêt : 5h30 Dans la salle de contrôle : 1h30	Dans la NA : 13h30 Dans la salle de contrôle : 4h30

²² Certains éléments référencés dans ce Tableau 5 sont présentés dans la Partie V.

Entretiens composites			9 accompagnants 2 exploitants	3 accompagnants (dont 1 a été interviewé deux fois : novice puis expert) 2 exploitants	3 accompagnants 2 hôtesse 1 superviseure 1 concepteur de la Leading	6 accompagnants 2 superviseurs 1 exploitant 1 concepteur de la Leading
Observation systématique des prises d'informations visuelles			2 accompagnants suivis pendant 1h chacun	1 accompagnant suivi pendant 1h au 2 ^{ème} jour de travail, puis à nouveau pendant 1h au bout de 2 mois		2 accompagnants suivis pendant 1h chacun
Entretiens informels	- 30 usagers du site non-utilisateurs : 22 visiteurs et 8 membres du personnel - 3 constructeurs	- 25 usagers du site non-utilisateurs - 3 constructeurs	- 22 usagers du site non-utilisateurs : 5 livreurs, 2 cyclistes, 13 étudiants dont 11 en études d'architecture - 2 salariés du service de sécurité du site - 2 exploitants, - 1 concepteur de la Leading	- 18 usagers du site non-utilisateurs : 16 piétons et 2 livreurs - 2 exploitants - 2 concepteurs de la Leading.	- 13 personnes présentes dans la file d'attente (et s'appêtant à embarquer dans les NAV2) - 4 usagers du site non-utilisateurs - 1 exploitant - 5 concepteurs de la Leading	- 12 usagers du site non-utilisateurs - 1 exploitant - 1 concepteur de la Leading
Autres	Focus Group Questionnaires <i>acceptabilité / acceptation</i>	Questionnaires <i>acceptabilité / acceptation</i> Manipulation de variables potentielles d'acceptation (klaxon, voix humanoïde)	Recueil de traces d'activité en termes d'exposition aux situations critiques : tablettes	Recueil de traces d'activité en termes d'exposition aux situations critiques : carnet de bord Questionnaire <i>utilisateurs du Centre de recherches</i>		Analyse des fiches de postes

Partie V : résultats et premiers niveaux d'analyses

Dans cette Partie V, nous présentons les résultats issus de nos différentes investigations.

Ces résultats sont restitués en trois Chapitres (12, 13, 14), permettant respectivement d'alimenter les trois thèses intermédiaires, ainsi que la thèse générale élaborées en Partie III, et que nous rappelons ici :

Thèse générale et thèses intermédiaires à l'issue des Parties I, II et III

Thèse intermédiaire I : « Les études d'acceptabilité ne sont pas nécessairement révélatrices des phénomènes réels d'acceptation du service de transport par navettes autonomes. L'articulation des approches en termes d'acceptabilité et d'acceptation est favorable au développement d'une innovation ».

Thèse intermédiaire II : « Les analyses des expériences vécues et des valeurs en acte des régulateurs en situation critique ainsi que des valeurs des différents acteurs devraient permettre de mieux comprendre les écarts entre acceptabilité et acceptation, et révéler des leviers de conception originaux ».

Thèse intermédiaire III : « Le modèle d'une « sécurité totale » dans lequel s'inscrivent les concepteurs des navettes n'est pas compatible avec l'acceptation d'un service de transport par navettes autonomes. Les conditions d'une sécurité « acceptable » doivent être définies ».

Thèse générale englobant les thèses intermédiaires I, II et III :

« L'analyse des expériences vécues et des systèmes de valeurs constitue une ressource précieuse en vue de la conception d'un système de transport par navettes autonomes, sûr et accepté ».

Dans le Chapitre 15, nous présentons les résultats relatifs à notre implication en tant qu'acteur du projet de conception de NA. Nous décrivons les processus qui nous ont permis de transmettre des repères de conception aux partenaires concepteurs.

Chapitre 12 : apports des perspectives d'acceptabilité et d'acceptation

Rappel de la Thèse intermédiaire I : « *Les études d'acceptabilité ne sont pas nécessairement révélatrices des phénomènes réels d'acceptation du service de transport par NA. L'articulation des approches en termes d'acceptabilité et d'acceptation est favorable au développement d'une innovation* ».

Dans ce Chapitre 12, nous décrivons les résultats d'acceptabilité et d'acceptation obtenus par la combinaison de 5 types de méthodes :

1. L'acceptabilité à travers les Focus Group
2. Les questionnaires *acceptabilité/acceptation*
3. Les manipulations de facteurs potentiels d'acceptation
4. Les affluences du service
5. Les questionnaires *utilisateurs* du Centre de recherches

1. Acceptabilité à travers les Focus Group

Pour rappel, les Focus Group visaient deux objectifs :

- recueillir les représentations spontanées, les croyances, et zones de résistances des individus vis-à-vis des NA ;
- confronter des modèles d'acceptabilité existants (cf. Chapitre 1) à des potentiels utilisateurs des NA, afin d'extraire les variables les plus adaptées à notre objet de recherche ; ceci dans le but de spécifier les items des questionnaires *acceptabilité/acceptation*.

Les 4 Focus Group, réalisés dans l'enceinte de l'université, ont rassemblé 23 personnes ; toutes étaient des visiteurs occasionnels du CHU. Les participants avaient été recrutés par une annonce publiée dans un journal d'information local. Chaque groupe durait environ 1h45. Un chercheur du pôle SHS animait les débats, un autre prenait les verbatims des participants en notes. L'auteur de cette thèse n'était pas présent pour animer ces Focus Group.

La grille d'entretien utilisée pour la discussion de groupe était basée sur la théorie du comportement planifié (Ajzen, 2002) et sur le modèle d'acceptabilité d'une technologie (TAM, Davis, 1985, 1989). Elle permettait d'aborder, de manière qualitative, 7 points :

- 1.1. L'attitude vis-à-vis des NA : « *Que pensez-vous de ce type de véhicule ?* ».
- 1.2. L'image renvoyée par l'intermédiaire de l'utilisation de la NAv1, les normes de groupe : « *Si vous utilisiez ce véhicule, quelle image de vous auraient vos proches ?* » ; ou encore : « *Quelles sont les caractéristiques des personnes qui utiliseraient ce véhicule ?* ».
- 1.3. Le contrôle perçu : « *Vous sentez-vous prêt(e) à être véhiculé(e) sans intervention de votre part ?* ».
- 1.4. Les conditions facilitant - ou ne facilitant pas - l'utilisation : « *Pour quelles raisons accepteriez-vous / n'accepteriez-vous pas d'utiliser ce véhicule ?* ».
- 1.5. L'utilité perçue : « *A votre avis, pour qui ce véhicule pourrait être utile ?* ».
- 1.6. Les facteurs personnels, affects, croyances, bénéfices perçus : « *quels sont les bénéfices associés à l'utilisation de ce véhicule, les risques ?* ».
- 1.7. La facilité d'utilisation perçue : « *Que pensez-vous de l'effort à fournir pour comprendre l'utilisation de ce véhicule ?* ».

Après l'analyse des verbatims des participants, nous avons choisi de mettre en avant les arguments qui représentent plus de 10% des réponses des participants pour chaque concept testé.

1.1. Attitude vis-à-vis des NA.

Les réactions des participants se sont orientées vers des questions de fonctionnement de la NAv1 (15%) : « *roule-t-elle sur le trottoir ?* », « *est-ce que les détecteurs perçoivent rapidement le danger ?* » ; de fonctionnalités (11%) : « *comment appeler un service en urgence ?* ».

La NAv1 a été jugé utile et pratique (14%), destiné aux personnes à mobilité réduite (PMR) (12%).

Des craintes furent également exprimées (11%) en termes de peur d'une perte de contrôle et de sentiment d'insécurité lié à l'absence de chauffeur.

1.2. Image et normes du groupe

Pour 48% des participants, utiliser la NAv1 renverrait une image positive : l'image d'une personne « *à la mode* », qui suit les innovations, source de fierté vis-à-vis des proches (famille, collègues, amis).

Des réticences ont également été évoquées vis-à-vis de la lutte contre la sédentarité (17%) et de la perte d'emplois des chauffeurs (taxis, bus : 10%).

1.3. Contrôle perçu

Sur le thème du contrôle perçu, 37,5% des participants ont exprimé spontanément leur confiance dans la NAv1.

La volonté de préserver un contact humain était présente dans 25% des réponses : annonce vocale de la destination, surveillance informatique à distance, présence d'une personne qui « *surveille* ».

Des peurs des imprévus et dysfonctionnements (25%) et de l'absence de chauffeur (13%) ont également été évoquées.

1.4. Conditions facilitant – ou ne facilitant pas – l'utilisation de la NAv1

Les participants utiliseraient la NAv1 en cas de difficultés de déplacement (25%) liées à des : problèmes pour la marche, séquelles d'une opération, ports de charges (bagages), etc.

Ont également été perçus comme facteurs facilitant l'utilisation de la NAv1 : l'aspect pratique du véhicule pour le personnel (14%), le gain de temps (13%), la curiosité (13%), son fonctionnement (aide à l'orientation, arrêt devant les services : 13%).

Ont été perçus comme des facteurs ne facilitant pas l'utilisation de la NAv1 : le fait qu'elle devrait être réservée aux personnes ayant des difficultés pour se déplacer (peur de prendre la place d'une personne qui en aurait besoin : 30%), l'absence de chauffeur (18%), les inquiétudes sur le fonctionnement (12%), le danger (12%).

1.5. Utilité perçue

La NAv1 a été jugée utile pour les personnes ayant des difficultés pour se déplacer (63%) : personnes âgées, femmes enceintes ou avec des enfants, personnes ayant subi une opération.

Mais elle a également été perçue comme étant destinée au grand public (22%), notamment pour : « *les curieux* », « *les pressés* ».

1.6. Facteurs personnels, affectifs, croyances, bénéfices perçus

Les répondants se sont montrés sensibles aux :

- services que la NAv1 pouvait apporter aux personnes à mobilité réduite et aux personnes âgées (35%) ;
- services pour le grand public (pour les personnes qui ne connaissent pas l'hôpital et pour le personnel de l'hôpital : 15%) ;
- bénéfices environnementaux (« *non polluant* » : 15%) ;
- avancées technologiques, à l'image/la notoriété locale (« *made in Auvergne* » : 12%).

1.7. Facilité d'utilisation perçue

Des réticences vis à vis des nouvelles technologies ont été rapportées dans 33% des cas : refus d'essayer la NAv1, problèmes générationnels vis à vis de la technologie. En revanche, dans 27 % des cas, les participants ont estimé qu'aucun effort n'était à fournir pour apprendre à utiliser la NAv1.

Enfin, une volonté d'avoir des explications précises sur le fonctionnement est apparue dans 13% des cas.

En synthétisant les résultats des Focus Group, nous avons identifié 6 variables clés à l'origine de l'intention d'utiliser, ou non, les NA :

1. Le public concerné par l'utilisation des navettes (28% des propos rapportés ; e.g. « *La NAv1 devrait être réservée aux personnes qui ont des difficultés pour se déplacer* »).
2. Le contrôle comportemental perçu (23% des propos rapportés ; e.g. « *Craintes des imprévus et des dysfonctionnements* »).
3. Le caractère innovant du véhicule (18% des propos rapportés ; e.g. « *C'est une avancée technologique source de notoriété pour la région* »).
4. La facilité d'utilisation (15% des propos rapportés ; e.g. « *Aucun effort n'est à faire pour apprendre à utiliser la NAv1* »).
5. Les normes sociales (13% des propos rapportés ; e.g. « *Je donnerai l'image positive d'une personne qui suit les innovations* »).
6. Les bénéfices environnementaux (3%, e.g. « *C'est non polluant* »).

Les résultats des Focus Group ont ainsi permis de cibler les variables les plus pertinentes pour estimer l'acceptabilité des NA et, ce faisant, de spécifier les items des questionnaires *acceptation/acceptabilité* (cf. Chapitre 12(2) ; Annexe 3).

Ces résultats ont également permis de révéler les représentations spontanées, les croyances, et zones de résistances des individus vis-à-vis des NA, ainsi que certaines de leurs normes sociales. Cela a donné aux concepteurs, aux exploitants, et même aux régulateurs des repères de conception et/ou de communication pour attirer les usagers. Par exemple, en :

- valorisant le label « *fabrication locale* » (« *made in Auvergne* » en Auvergne ; « *logiciel de guidage fabriqué par des ingénieurs du campus* » sur le campus universitaire suisse, etc.) ;
- vantant la valeur écologique de cette technologie innovante (le Constructeur a habillé les NAv1 de stickers représentant des arbres verts) ;
- intégrant l'enjeu d'accessibilité pour les PMR à la conception des NAv2, ce que n'avaient pas fait les constructeurs concurrents ;

- construisant des contre-arguments vis-à-vis de certaines réticences évoquées lors des focus group : « *les NA ne vont pas provoquer des pertes d'emploi mais au contraire en créer* », « *oui, il faut lutter contre la sédentarité, néanmoins, il y aura de très nombreuses situations où ces NA seront utiles...* », « *nous n'avons jamais eu d'accident, 90% des accidents de la route sont dus à une erreur humaine* ».

Enfin, ces Focus Group ont nourri l'intérêt de manipuler deux facteurs potentiels d'acceptation : l'agentivité et les caractéristiques anthropomorphiques des technologies autonomes (cf. Chapitre 12(3)).

2. Questionnaires acceptabilité/acceptation

Les questionnaires *acceptabilité/acceptation* devaient permettre :

- d'abord, d'affiner les résultats en termes d'acceptabilité des NAV1 et ainsi d'envisager des ajustements pour les éventuelles futures études d'acceptabilité des NA ;
- ensuite, de comparer les résultats en termes d'acceptabilité (phase 1 de l'étude) et d'acceptation (phase 2 de l'étude). Ceci était rendu possible puisque le questionnaire était d'abord transmis à des usagers du site n'ayant pas utilisé la NAV1, puis, quelques semaines plus tard, à des passagers sortant de la NAV1 ;
- enfin, d'obtenir des premiers résultats en termes d'acceptation des NA.

Les participants à la première phase de l'étude étaient 108 visiteurs « *tout venant* » rencontrés dans les salles d'attentes du CHU entre le 9 et le 20 décembre 2013.

Les flyers distribués auprès de participants étaient des dépliants. Le recto du dépliant décrivait la NAV1. La partie intérieure comportait les questions (cf. Annexe 3). Puis, sur le verso nous remercions les participants de leurs réponses et leur indiquons nos coordonnées en cas d'interrogations particulières.

Nous avons conçu les questionnaires *acceptabilité/acceptation* sur la base du modèle TAM (cf. Chapitre 1(1)) et des Focus Group, en ciblant les 6 items suivants :

1. l'intention d'utilisation des NAV1 et du service (Ajzen, 1991) ;
2. l'utilité perçue (Davis, 1989) ;
3. le contrôle perçu (Ajzen, 1991) : item qui fait écho à des enjeux sociétaux évoqués en introduction mais également à des hypothèses liées à l'agentivité (cf. Chapitres 2(6), 5(4), 7(1)) ;
4. la confiance dans le véhicule (Huijts, Molin & Steg, 2012) ;
5. si l'utilisation d'une NA correspondait aux normes de groupe, à certaines valeurs de l'interviewé (Ajzen, 1991 ; Fielding & al., 2008). La question posée ici était : « *combien d'habitants de la région Auvergne seraient d'accord pour dire que le véhicule autonome sans chauffeur est une bonne chose ?* ».
6. Le plaisir perçu (Venkatesh, 2000).

Entre le 25 et le 28 mars 2014 a eu lieu la deuxième phase de l'étude qui consistait à transmettre les questionnaires *acceptabilité/acceptation* (sous forme de dépliant) aux passagers sortant de la NAV1. Cinquante-six passagers de la NAV1 ont ainsi été sondés.

L'analyse des questionnaires *acceptabilité/acceptation* sur le CHU a permis d'obtenir les résultats présentés dans le Tableau 6²³.

²³ Les participants répondaient aux questions à partir d'échelles de Likert en 7 points : de 1 (*pas du tout*) à 7 (*tout à fait*).

Tableau 6 : Résultats des questionnaires acceptabilité/acceptation sur le site du CHU

Items questionnés	Résultats phase 1 (acceptabilité)	Résultats phase 2 (acceptation)	Delta (<i>d</i>) phases 1-2
Intentions d'utiliser la NAv1	4,33 / 7	6,72 / 7	+2,39/7
Utilité perçue	4,51 / 7	6,20 / 7	+1,69/7
Contrôle perçu	5,27 / 7	6,61 / 7	+1,34/7
Confiance	5,11 / 7	6,52 / 7	+1,41/7
Normes du Groupe / Influence Sociale	4,99 / 7	5,95 / 7	+0,96/7
Plaisir perçu	4,92 / 7	6,38 / 7	+1,46/7
Moyenne sur l'ensemble des items questionnés	4,86 / 7	6,40 / 7	+1,54/7

Les résultats des items d'acceptabilité (avant utilisation) des NAv1 sont compris entre 4,33/7 et 5,27/7. Le score moyen des réponses des participants sur l'ensemble de ces items est de 4,86/7.

Tous les items retenus témoignent d'un avis plus favorable après une première utilisation de la NAv1 qu'avant. La plus grande progression concerne les intentions d'utilisation qui augmentent de plus de 2 points (sur l'échelle de 1 à 7) après la première utilisation. L'utilisation des NAv1 a un effet que l'on peut qualifier de « *large* » ($d > 0,80$; Cohen, 1988, 1992), « *very large* » ($d > 1,20$; Sawilowsky, 2009) voire « *huge* » ($d > 2,0$; Sawilowsky, 2009) sur les différentes variables d'intérêt.

3. Manipulations de facteurs potentiels d'acceptation

Les manipulations de facteurs potentiels d'acceptation devaient permettre, à l'étape de la conception de la NAv2, d'orienter les choix de conception. Ainsi, au moment de l'expérimentation du Campus auvergnat, nous souhaitions vérifier deux hypothèses inspirées par la littérature scientifique et confirmées par les Focus Group, à savoir :

1. l'agentivité favoriserait l'acceptation (cf. Chapitres 2(6) et 5(4)) ;
2. les caractéristiques anthropomorphiques des technologies autonomes favoriseraient leur acceptation (cf. Chapitre 2(4)).

Hypothèse 1 : l'agentivité favoriserait l'acceptation

En abandonnant la conduite à un automate, les passagers pourraient se sentir privés de leur agentivité, et ainsi rejeter les VA.

Afin de rendre les passagers davantage « *acteurs* » de la conduite des NA, nous leur avons donné la main sur une des commandes du véhicule, à savoir : le klaxon. Concrètement, au cours de plusieurs trajets, nous accueillions les passagers en leur confiant le boîtier du klaxon et en leur donnant pour consigne de klaxonner dès qu'ils en voyaient l'intérêt. Nous leur précisions, que lorsque le klaxon était géré par l'automate, ce dernier l'activait régulièrement : à l'arrivée aux différentes intersections, ou lorsque des piétons, présents sur le parcours, n'entendaient pas la NAv1 arriver (le flux de personnes était important sur le parcours du Campus auvergnat). Nous indiquions aussi aux passagers la présence d'un bouton d'arrêt d'urgence.

A l'issue du parcours, lorsque les passagers descendaient, nous leur transmettions le questionnaire *acceptabilité/acceptation*. Vingt passagers ont participé à ce test et répondu au questionnaire *acceptabilité/acceptation*.

Hypothèse 2 : les caractéristiques anthropomorphiques des NA influenceraient leur acceptation

Afin de tester l'hypothèse selon laquelle les caractéristiques anthropomorphiques des technologies autonomes favoriseraient leur acceptation (hypothèse inspirée des travaux de Waytz, Heafner et Epley (2014)), nous avons mis en place un test consistant à associer une voix humanoïde à l'accompagnement du trajet.

A l'aide d'un mini-ordinateur portable relié à des enceintes camouflées dans l'habitacle, un chercheur, positionné de façon discrète dans la NA (assis sur la banquette à la manière d'un passager) actionnait manuellement une bande-son. Les enregistrements sonores portés par une voix féminine comportaient des propos comme : « *Bonjour, je suis la NAv1, le Véhicule Individuel et Public Autonome* » ; « *Je vérifie une dernière fois, le chemin est libre, nous allons pouvoir démarrer* » ; « *Je reprends de la vitesse après le virage, les amphithéâtres sont juste devant nous* » ; ou encore « *Vous pouvez ouvrir les portes maintenant* » (cf. Annexe 9).

A l'issue du parcours, lorsque les passagers descendaient, le second chercheur leur transmettait le questionnaire *acceptabilité/acceptation*. Vingt passagers ont participé à ce test et répondu au questionnaire *acceptabilité/acceptation*.

Le questionnaire *acceptabilité/acceptation* a également été transmis à 20 autres passagers « *témoins* » ; c'est-à-dire ayant effectué un trajet en NAv1 sur le Campus auvergnat sans voix humanoïde et avec un klaxon autonome.

Tableau 7 : Résultats des manipulations de variables d'acceptation sur le site du Campus auvergnat

Items questionnés	Résultat population <i>témoin</i>	Résultat avec klaxon manuel (<i>d</i>)	Résultat avec voix humanoïde (<i>d</i>)
Intentions d'utiliser la NAv1	4,96 / 7	5,23 / 7 (+0,47)	4,72 / 7 (-24)
Utilité perçue	6,33 / 7	4,51 / 7 (-1,82)	4,15 / 7 (-2,18)
Contrôle perçu	5,42 / 7	5,39 / 7 (-0,03)	5,33 / 7 (-0,09)
Confiance	4,64 / 7	4,48 / 7 (-0,16)	4,45 / 7 (-0,19)
Normes du Groupe / Influence Sociale	5,71 / 7	4,89 / 7 (-0,82)	4,91 / 7 (-0,80)
Plaisir perçu	4,84 / 7	3,91 / 7 (-0,93)	3,72 / 7 (-1,12)
Moyenne sur l'ensemble des items questionnés	5,32 / 7	4,74 / 7 (-0,58)	4,54 / 7 (-0,88)

A la lecture des résultats du Tableau 7, il apparaît que, d'une manière générale, les passagers ayant expérimenté le klaxon manuel ou l'accompagnement par une voix humanoïde, ont moins apprécié le service que ceux ayant effectué un trajet « *classique* » (-0,58 pt. de moyenne avec la variable « *klaxon manuel* » et -0,88 pt. de moyenne avec la variable « *voix humanoïde* », par rapport à la moyenne de la population témoin).

Ces résultats viennent donc à l'encontre des deux hypothèses testées, puisque la voix humanoïde semble plutôt déranger les passagers et le klaxon manuel les encombrer. Cette interprétation est principalement appuyée sur les résultats associés à trois des items d'acceptabilité du questionnaire :

l'utilité perçue (delta « *very large* » avec le klaxon manuel, et « *huge* » avec la voix humanoïde), les normes du groupe et le plaisir perçu (deltas « *large* »).

Ces résultats - bien que devant être interprétés avec précaution, dans la mesure où les effectifs des participants inclus étaient faibles (20 participants par condition expérimentale) - nous amènent à formuler les interprétations suivantes :

- Le klaxon manuel pourrait diminuer la représentation du caractère autonome et innovant du service du point de vue des passagers et, ce faisant, venir en conflit avec certaines normes du groupe liées à l'innovation, dégrader un des plaisirs associés au service, minimiser l'utilité perçue.
- La maîtrise du klaxon ne permet peut-être pas d'améliorer le sentiment de maîtrise de la conduite.
- Le fait de klaxonner pourrait venir en conflit avec d'autres normes et d'autres valeurs des passagers dans le sens où cette action pourrait être vécue comme « *agressive* » envers les autres usagers du site.
- L'agentivité liée à la conduite, n'est peut-être pas un facteur majeur de l'acceptation / du rejet des NA. En effet, certaines situations de références dans le transport montrent que les utilisateurs ne sont que très peu acteurs de leur trajet : lorsqu'ils sont passagers d'un transport individuel, lorsqu'ils empruntent des transports en commun, y compris des transports en commun autonomes comme le sont aujourd'hui certaines rames de métro. Et pour autant, ces modes de transport sont acceptés.
- Par ailleurs, même si le fait de confier son déplacement à un automate, tendait effectivement à diminuer le sentiment d'agentivité liée à la conduite, nous pouvons faire l'hypothèse que cette perte de d'agentivité pourrait être compensée. En effet, en libérant l'utilisateur de l'astreinte de la conduite, l'automate lui permettrait de développer son agentivité : en lisant le journal, en utilisant son smartphone, son ordinateur, en n'ayant plus besoin d'avoir le permis de conduire, d'être valide pour utiliser son véhicule, en ne perdant plus de temps à chercher une place en centre-ville puisque le véhicule l'y déposerait sans avoir à stationner, etc. De plus, en ayant lui-même choisi d'embarquer dans un véhicule autonome, l'utilisateur demeure acteur et agent de la situation qu'il vit...
- Enfin, la présence d'une voix humanoïde est également une variable porteuse de conséquences que nous n'avions pas anticipées. En effet, par nos observations, nous avons constaté qu'en portant leur attention sur la voix humanoïde les passagers avaient tendance à moins discuter entre eux (et avec l'accompagnant) - ce qui pourrait dégrader le plaisir social (Jordan, 1999). Et lorsque les passagers essayaient de converser entre eux, la voix humanoïde devenait alors une nuisance sonore.

Suite à ces résultats, les options « *klaxon manuel* » et « *voix humanoïde* » n'ont pas été retenues pour la conception des NAV2.

Les moyennes des résultats des *questionnaires d'acceptation* sur les sites du CHU et du Campus auvergnat sont respectivement de 6,40/7 et 5,32/7. Tous les items sont en baisse chez les utilisateurs témoins du campus, par rapport aux utilisateurs du CHU ($-0,24/7 < d < -1,88/7$) à l'exception de l'utilité perçue qui reste comparable ($d = +0,13/7$).

Même si certaines conditions expérimentales étaient proches (même navette, mêmes questionnaires, distance et temps de trajets comparables), les différences de résultats entre le Campus auvergnat et le CHU, pourraient s'expliquer par des variabilités inter-expérimentations en termes :

- d'accompagnant/d'accompagnement : un accompagnant « *visible* » au CHU qui conversait systématiquement avec les passagers vs. des accompagnants « *discrets* » sur l'expérimentation du Campus auvergnat qui étaient davantage dans des rôles d'observateurs que d'animateurs ;
- de communication : une communication importante sur le site du CHU (des affiches, des informations officielles à tous les personnels du site, des articles dans la presse, un reportage tv) vs. aucune communication officielle sur le site du campus auvergnat ;
- de conditions expérimentales : deux arrêts intermédiaires sur le Campus auvergnat (donc un trajet interrompu pour les passagers l'effectuant en intégralité) vs. aucun arrêt intermédiaire sur le CHU ; une expérimentation ayant eu lieu au mois de juin par de fortes chaleurs (chaleurs amplifiées par les parois vitrées des NAV1) sur le site du Campus auvergnat vs. une expérimentation hivernale sur le CHU (NAV1 abritait les passagers du froid) ;
- de public : des enseignants, chercheurs, étudiants de filières techniques sur le Campus auvergnat vs. un public hospitalier « *tout venant* » sur le CHU (les exigences en termes de conception de nouvelles technologies sont probablement supérieures chez le premier public).

4. Affluences du service

Pour quantifier les phénomènes d'acceptation, nous avons recueilli les affluences du service sur les différentes expérimentations. Ces résultats sont résumés dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Affluences du service sur les différentes expérimentations

Expérimentations	Nombre de passagers transportés sur toute la durée de l'expérimentation	Durée (en jours) de l'expérimentation	Nombre de passagers transportés par jours	Nombre de passagers transportés par jours et par navette
CHU	878	68	13	13
Campus suisse	6000	98	61	10
Centre de recherches (phase 1)	410	20	21	21
Congrès	2500	5	500	167
Technopole	4059	70	58	15

Les nombres de passagers transportés sur toutes les durées des expérimentations relèvent de résultats officiels, communiqués par les concepteurs et/ou les exploitants, et dont nous n'avons pas pu superviser l'élaboration.

Ces résultats montrent une corrélation entre le nombre de passagers transportés « *par jour et par navette* » et la durée des expérimentations. En effet, pour les expérimentations qui ont duré entre 68 et 98 jours, que nous pouvons qualifier de « *longues* », le nombre moyen de passagers transportés « *par jour et par navette* » est stable (compris entre 10 et 15). Pour l'expérimentation du Congrès qui a duré 5 jours et que nous pouvons qualifier de « *courte* », le nombre de passagers transportés « *par jour et par navette* » est de 167. Pour la première phase d'expérimentations sur le Centre de recherches, qui a duré 20 jours, le nombre de passagers transportés « *par jour et par navette* » est de 21.

Le fait de ne pas avoir eu accès à l'affluence des passagers, chaque jour sur chaque site, ne nous permet malheureusement pas de proposer des interprétations à partir de ces seuls résultats quantitatifs. D'autant que le fait de moyenniser les affluences comporte des limites, notamment, sur le Campus suisse où toutes les NAV2 ne fonctionnaient pas tous les jours, à cause des pannes et de l'affluence décroissante. Néanmoins, nos analyses qualitatives montrent (cf. Chapitre 13) que le service soulevait une forte affluence de passagers lors des premiers jours de son déploiement (et donc lors d'une expérimentation courte), puis que cette affluence décroissait progressivement au fil des semaines - ce qui explique la faible moyenne de passagers transportés « *par jour et par navette* » sur les expérimentations longues.

Nous pouvons également faire l'hypothèse que la nature de l'expérimentation (démonstration à un Congrès international vs. mise à disposition d'un public « *sédentaire* ») favoriserait une affluence plus importante.

5. Questionnaires utilisateurs du Centre de recherches

Lors de la seconde phase d'expérimentations sur le Centre de recherche, l'affluence du service n'a pas été mesurée. Les *questionnaires utilisateurs* visant à analyser les phénomènes d'acceptation des NAV2 comportaient une question liée à l'affluence du service, à savoir : « *Avez-vous déjà utilisé les NAV2 sur le site du Centre de recherches ?* » (les usagers du site avaient deux possibilités de réponse : OUI ou NON).

Les questionnaires utilisateurs ont été remplis par 142 usagers du site. Parmi eux, 56 ont déclaré avoir utilisé les NAV2, soit 39,4%.

Pour les utilisateurs des NAV2, une deuxième question visait à identifier le nombre de fois qu'ils avaient utilisé le service. Un quart des utilisateurs ont déclaré n'avoir fait qu'un seul voyage au sein des NAV2, 58% entre 2 et 5 voyages, 17% plus de 5 voyages.

Sur le site du Centre de recherches les trois quarts des utilisateurs ont donc dit avoir utilisé ce service plusieurs fois. Ce phénomène - qui n'a pas pu être quantifié sur d'autres expérimentations - semble illustrer une forme d'acceptation du service par une partie de la population du Centre de recherches, bien que seulement 17% d'utilisateurs aient utilisé le service (mis à disposition pendant près de 5 mois), plus de 5 fois.

6. Conclusion du Chapitre 12

La combinaison de 5 types de méthodes (Focus Group, questionnaires *acceptabilité/acceptation*, manipulations de facteurs potentiels d'acceptation, mesure des affluences du service, questionnaires *utilisateurs* du Centre de recherches) nous a permis d'estimer l'acceptabilité des NA et d'obtenir des premiers résultats en termes d'acceptation.

Les Focus Group ont conduit les chercheurs à cibler les 6 variables les plus pertinentes pour mesurer l'acceptabilité des NA (public concerné par l'utilisation des NA, contrôle comportemental perçu, caractère innovant du véhicule, facilité d'utilisation, normes sociales, bénéfices environnementaux), ce qui a permis de spécifier les items des questionnaires *acceptation/acceptabilité*. Les Focus Group ont également permis d'identifier les normes sociales à valoriser dans la conception et la communication (« *conception locale* », « *technologie respectueuse de l'environnement* », « *permettant la mobilité des PMR* ») ; et les normes sociales sources potentielles de rejet de la technologie (« *maintien des emplois* », « *lutte contre la sédentarité* »).

Sur le site du CHU, toutes les variables retenues dans les questionnaires *acceptabilité/acceptation* témoignent d'un avis largement plus favorable après la première utilisation de la NAV1 qu'avant.

L'expérience d'une première utilisation des NA a donc un effet positif important sur le processus d'acceptation de la NAv1 (entre la phase d'acceptabilité et la première utilisation). Les résultats des questionnaires *acceptabilité/acceptation* sur le Campus auvergnat illustrent le caractère déterminant des conditions expérimentales sur les résultats d'acceptation par questionnaires (les intentions d'utilisation des NAv1 sont plus faibles de 25% sur le Campus par rapport au CHU).

Les manipulations de variables contextuelles indiquent que la voix humanoïde semble plutôt déranger les passagers, et la prise en main du klaxon les encombrer. Ces deux options n'ont donc pas été retenues pour la conception des NAv2.

Les résultats en termes d'affluence de passagers montrent une corrélation entre le nombre de passagers transportés « *par jour et par navette* » et la durée des expérimentations : plus l'expérimentation dure dans le temps et plus le nombre de passagers « *par jour et par navette* » est faible. L'affluence du service semble diminuer au fil des semaines.

Au final, en regardant l'ensemble des résultats en termes d'acceptabilité et d'acceptation, nous constatons un paradoxe entre :

- des résultats « *encourageants* », « *positifs* » en termes d'acceptabilité (avant utilisation) et d'acceptation (après la première utilisation) lorsque ces résultats sont obtenus par l'intermédiaire de questionnaires ;
- des résultats « *décevants* », « *négatifs* » lorsque l'on moyenne l'affluence sur chacun des sites expérimentaux à l'issue de périodes d'expérimentations dépassant les 68 jours de mise en service des NA.

Ce paradoxe méritait d'être examiné à la lumière d'analyses plus poussées des phénomènes d'acceptation - ce que nous avons fait par la construction des expériences vécues et l'analyse des valeurs des différents acteurs, dont les résultats sont restitués dans le Chapitre 13 à venir.

Chapitre 13 : bénéfices de l'approche par l'expérience vécue et les valeurs

Rappel de la Thèse intermédiaire II : « *Les analyses des expériences vécues et des valeurs en acte des régulateurs en situation critique ainsi que des valeurs des différents acteurs devraient permettre de mieux comprendre les écarts entre acceptabilité et acceptation, et révéler des leviers de conception originaux* ».

Les résultats présentés dans ce Chapitre 13 sont répartis en 3 sous-chapitres :

1. Les situations critiques rencontrées par les régulateurs
2. Les valeurs des régulateurs et leurs arbitrages des situations critiques
3. Les valeurs des autres acteurs

Chaque sous-chapitre, est structuré selon la chronologie suivante :

- dans une première partie sont décrites les techniques qui ont été utilisées ;
- puis, viennent les résultats et leur analyse.

Dans ce Chapitre 13, une focale est faite sur les régulateurs (accompagnants, superviseurs, hôtesse). Comme cela a été précédemment expliqué, les régulateurs (et a fortiori les accompagnants) sont des utilisateurs privilégiés de la technologie NA, puisqu'ils sont les garants de la qualité de service et à l'interface avec toutes les autres catégories d'acteurs (usagers, exploitants, concepteurs). De plus, les caractéristiques des expérimentations, ont permis d'avoir accès aux activités, aux expériences vécues en situation d'usage des NA (et notamment en situation critique), aux valeurs en acte des régulateurs - et non des autres acteurs.

Dans ce Chapitre 13, une place centrale est attribuée aux résultats obtenus sur les 4 sites où ont été expérimentées les NAv2. Du fait du caractère exploratoire des expérimentations de la NAv1 sur les sites du CHU et du Campus auvergnat, notre intérêt pour les expériences vécues et des valeurs (notamment des régulateurs) n'étaient pas suffisamment mature pour permettre de mettre en place certains protocoles d'analyses (analyses des prises d'informations visuelles, des expériences vécues, *entretiens composites*, mise en lumière des valeurs des différents acteurs).

Ce chapitre 13 est décomposé en 3 sous-chapitres :

1. Les situations critiques rencontrées par les régulateurs
2. Les valeurs des régulateurs et leurs arbitrages en situations critiques
3. Les valeurs portées par les autres acteurs

1. Situations critiques rencontrées par les régulateurs

Les analyses des activités et des situations critiques devaient principalement permettre :

- au chercheur de se familiariser avec les différents terrains, les différents acteurs ;
- de servir de support aux analyses des expériences vécues pour identifier les valeurs, les conflits de valeurs et les arbitrages des régulateurs en situations critiques (cf. Chapitre 13(2)) ;
- d'identifier des leviers de conception, d'exploitation et d'acceptation situés des services de transport par NA ; en faisant notamment l'hypothèse que certaines situations critiques seraient localisées et spécifiques à des contextes d'expérimentations.

1.1. Techniques utilisées pour identifier les situations critiques

Pour rappel, par « *situations critiques* », nous désignons des situations imposant des arbitrages entre des valeurs difficilement conciliables, voire contradictoires chez les régulateurs.

Ne connaissant pas, a priori des analyses des activités et des expériences vécues, quelles étaient les valeurs des régulateurs, nous pouvions difficilement identifier les situations leur imposant des arbitrages. Aussi, dans un premier temps, nous avons considéré comme « *situation critique* », les situations :

- incidentogènes, accidentogènes ;
- amenant les régulateurs à déroger aux prescriptions ;
- source de critiques négatives de la part des différents acteurs ;
- et d'une manière générale apparaissant difficiles à gérer pour les régulateurs.

Pour identifier ces situations, les techniques suivantes ont été mobilisées de façon itérative :

- 1.1.1. Photographies et analyses vidéo
- 1.1.2. Observation participante / entretiens informels
- 1.1.3. Recueils systématiques d'actions et de verbalisations
- 1.1.4. Observations systématiques des prises d'information visuelles des accompagnants
- 1.1.5. Recueil de traces d'activité en termes d'exposition aux situations critiques
- 1.1.6. *Entretiens composites*
- 1.1.7. *Questionnaire utilisateurs* du Centre de recherches

1.1.1. Photographies et analyses vidéo

A l'exception du Centre de recherches où il était interdit d'utiliser des appareils d'enregistrement, la photographie et le film ont été mobilisés sur l'ensemble des sites expérimentaux.

Pour cela un smartphone a été utilisé. Sur les sites du CHU et du Campus auvergnat, six caméras GoPro munies de ventouses ont également été fixées sur les NAV1. Quatre de ces caméras ont été installées sur les parois extérieures afin de capter, à 360°, les comportements des usagers du site non-utilisateurs (cf. Figure 37). Les deux autres caméras étaient fixées à l'intérieur de l'habitacle (cf. Figure 38) afin de filmer les actions des passagers et de l'accompagnant (cf. Figure 39).

Ces six caméras, discrètes par leurs tailles, étaient synchronisées et déclenchées à distance grâce à une télécommande (cf. Figure 40).



Figure 37 : Fixation d'une caméra à l'intérieur de la NAV1

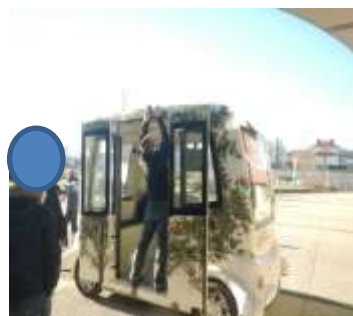


Figure 38 : Fixation d'une caméra à l'extérieur de la NAV1



Figure 39 : Vue depuis une caméra fixée à l'intérieur de la NAV1

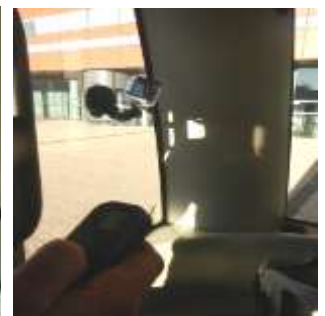


Figure 40 : Télécommande

Pour réaliser ces films, en fonction des contextes, le chercheur adoptait deux types de postures :

- La première posture consistait à assumer explicitement sa fonction de chercheur/concepteur en l'expliquant aux utilisateurs qu'il souhaitait filmer ou photographier. Cette posture était généralement favorisée par :

- des interactions de plus « *longue durée* » avec les utilisateurs (De Sardan, 2001) ;
 - des interactions avec des utilisateurs qui faisaient preuve d'une attitude ressentie comme « *ouverte* » par le chercheur (ces utilisateurs souriaient, posaient des questions à l'accompagnant et/ou au chercheur positionnés dans la navette...) ;
 - la nature des situations. Le chercheur pouvait demander aux utilisateurs l'autorisation de les filmer si l'acte de filmer n'était pas susceptible de « *générer des changements artificiels de comportement* » (Soulé, 2007). Par exemple, nous avons demandé à une personne transportant une poussette la permission de la filmer pendant sa descente de la NA, en lui expliquant que cette séquence nous servirait pour poursuivre la conception des NA ; mais nous ne demandions pas à des passagers si nous pouvions filmer l'ensemble de leurs dire et de leurs faire, tout en agissant comme s'ils n'étaient pas filmés.
- La seconde posture adoptée consistait à se positionner de façon anonyme. Ainsi, placé à l'intérieur ou à l'extérieur des NA, le chercheur se comportait comme certains usagers qui filmaient les NA, avec leur smartphone à la manière d'une attraction. Cette posture avait l'avantage de limiter les changements artificiels de comportements de la part des utilisateurs filmés (Abercrombie, Hill & Turner, 2000). Dans le cadre des expérimentations publiques des NA, les usagers des sites étaient avertis qu'ils étaient susceptibles d'être observés et filmés.

Enfin notons que l'utilisation des outils vidéo et photo avait également pour but de capitaliser un ensemble de matériaux (illustrant notamment les situations critiques), qui ont ensuite été exploités dans le cadre du projet de conception. Les illustrations visuelles constituent, en effet, des outils précieux pour faire évoluer les représentations des décideurs dans le cadre de projets de conception (Landry & Feillou, 2008).

1.1.2. Observation participante

Nous avons eu recours à l'observation participante, pour cibler et analyser un maximum de situations critiques. Concrètement, à la manière de n'importe quel usager du site, nous :

- réalisons les trajets assis dans les NA ;
- suivions les NA en marchant à côté d'elles ou sur le trottoir opposé ;
- nous positionnions aux différents arrêts.

Nous menions également des entretiens informels avec les différents acteurs :

- sur le CHU : 30 usagers du site non-utilisateurs (22 visiteurs et 8 membres du personnel) et 3 constructeurs ;
- sur le Campus auvergnat : 25 usagers du site non-utilisateurs et 3 constructeurs ;
- sur le Campus suisse : 22 usagers du site non-utilisateurs (5 livreurs, 2 cyclistes, 13 étudiants dont 11 en études d'architecture, 2 salariés du service de sécurité du site), 2 exploitants et un concepteur de la Leading ;
- Sur le Centre de recherches : 18 usagers du site non-utilisateurs (16 piétons et 2 livreurs), 2 exploitants et 2 concepteurs de la Leading ;
- Sur le site du Congrès : 13 personnes présentes dans la file d'attente (et s'appêtant à embarquer dans les navettes), 4 usagers du site non-utilisateurs, un exploitant et 5 concepteurs de la Leading ;
- Sur la Technopole : 12 usagers du site non-utilisateurs, un exploitant, un concepteur de la Leading.

Le chercheur se présentait à ses interlocuteurs en tant que chercheur, doctorant et/ou concepteur en fonction du contexte. Il notait, au fil de la discussion ou après-coup, les situations critiques évoquées par ses interlocuteurs sur un calepin, les effets de ces situations et les déterminants aux origines de ces situations.

1.1.3. Recueils systématiques d'actions et de verbalisations

Ont été recueillis, de façon systématique, les actions et les verbalisations des passagers et des accompagnants. Pour cela le chercheur se positionnait de façon discrète à bord des NA, son ordinateur portable posé sur les genoux et retranscrivait toutes les verbalisations des personnes présentes à bord de la NA.

Ces temps de recueil à l'intérieur des NA ont été :

- de 13 heures sur le site du CHU ;
- de 16h30 sur le Campus suisse ;
- de 38h sur le Centre de recherches ;
- de 6h30 sur le site du Congrès ;
- de 13h30 sur la Technopole.

Les différences de temps de recueil s'expliquent par les durées des expérimentations et par les affluences de passagers. Sur l'expérimentation du Congrès, qui dura 5 jours et où l'affluence fut forte (cf. Tableau 4), le temps de présence du chercheur dans les NA a été moindre pour éviter de « *prendre la place* » d'un passager.

Exerçant la fonction d'accompagnant sur le site du Campus auvergnat, le chercheur n'a pas pu y mettre en place ce protocole.

Les sites du Congrès et de la Technopole, ont permis le recueil d'actions et de verbalisations systématiques :

- pendant 1h30 dans la salle de contrôle du site du Congrès, où travaillait la superviseure ;
- pendant 5h30 aux stations d'arrêts de ce même site, où travaillaient les hôtesse ;
- pendant 4h30 dans la salle de contrôle de la Technopole, où travaillaient les superviseurs.

1.1.4. Recueils systématiques des prises d'informations visuelles des accompagnants

Les recueils systématiques des prises d'informations visuelles visaient l'identification des zones du tracé et des événements auxquels les accompagnants étaient attentifs, pour détecter des situations critiques. Ces recueils devaient ainsi servir de support pour la construction des expériences vécues et l'analyse des valeurs en acte des accompagnants en situations critiques.

Les recueils systématiques étaient effectués à partir d'un positionnement stratégique du chercheur dans la NA. Le chercheur disposait d'une grille de cotation et d'un chronomètre défilant sur son ordinateur. La grille de cotation lui permettait de renseigner : l'heure à laquelle avait lieu la prise d'information de l'accompagnant, la durée de la prise d'information, la direction (« *devant* », « *derrière* », « *à gauche dans l'angle mort* », « *le piéton sur le trottoir* », « *le camion garé en double file* », etc.), les actions éventuelles qui accompagnaient la prise d'information.

Les accompagnants étaient informés de la mise en place de ce protocole. Nous leur avons donné la consigne de prendre des informations sur l'extérieur de la NA, seulement lorsqu'ils en ressentaient le besoin ; le reste du temps ils pouvaient : consulter leur smartphone, lire leur livre, discuter avec les passagers, etc. (ce qui était proche de leur activité habituelle).

Ces recueils ont systématiquement duré une heure par accompagnant et ont été produits :

- sur le Campus suisse (seulement pour une partie du circuit, longue d'environ 300 mètres - le reste de circuit ayant été fermé ce jour-là pour cause de travaux sur le site), auprès de deux accompagnants, après environ deux mois d'expérimentations ;
- sur le Centre de recherches au deuxième jour de travail d'un accompagnant novice (tracé d'1,6 km) ;
- sur le Centre de recherches au bout de deux mois d'expérimentations, sur le même tracé, auprès du même accompagnant ayant gagné en expertise ;
- sur la Technopole (tracé d'environ 1km) auprès de deux accompagnants, après environ deux mois d'expérimentations.

Sur le site du Congrès, les accompagnants étaient davantage occupés par la présentation commerciale des NAV2 aux passagers, que par la gestion des situations de conduite. Aussi, leurs regards étaient presque uniquement tournés vers les passagers.

Les recueils systématiques des prises d'informations visuelles des accompagnants, ont permis d'obtenir les résultats intermédiaires résumés dans le Tableau 9.

Ces résultats sont à mettre en perspective des limites inhérentes aux protocoles d'investigation déployés. En effet, en ne suivant que 5 accompagnants pendant une heure chacun (dont un accompagnant deux fois), seule une partie des situations critiques a été examinée. Par ailleurs, la complexité du recueil de données mis en place par le chercheur implique que le comptage des événements est susceptible d'avoir été l'objet de légères approximations.

Tableau 9 : Synthèse des observations systématiques des prises d'informations visuelles des accompagnants

Types de données relevées lors de chaque trajet	Sites		Centre de recherches au deuxième jour de travail	Centre de recherches heures au bout de deux mois	Technopole	
	Campus suisse				Accomp. 1	Accomp. 2
Nombre minimal de prises d'informations visuelles (moyenné sur 1km)	10 (33)	18 (60)	125 (78)	55 (34)	20 (20)	21 (21)
Nombre maximal de de prises d'informations visuelles (moyenné sur 1km)	14 (47)	23 (77)	134 (84)	65 (40)	26 (26)	26 (26)
Nature des prises d'informations visuelles effectuées à chaque passage (direction des contrôles)	<ul style="list-style-type: none"> - avant les départs des arrêts (vers l'avant et arrière) - aux intersections (vers l'avant et en direction de la voie croisée) - début de lignes droites (vers avant) - avant le stationnement (vers l'avant) 					
	- école d'architecture (vers l'école d'architecture)	- 2 virages à 90° (vers l'avant)	- Contrôles systématiques espacés de 10 à	- Avant l'arrêt « entrée du site » (entrée du site)	- NA à contresens (NA et accompagnant de l'autre NA)	

			15 secondes (à 360° autour de la navette, ou seulement 180° vers l'avant) - Hangar (Hangar)	- Hangar (Hangar) - Avant les stationnements et avant les virages à gauche (arrière)	- Intersection parking golf (90° de chaque côté)	
Nature des prises d'informations visuelles supplémentaires	- Croisement véhicule - Présence piéton sur la voie - Contrôle de l'assise des passagers - Passagers lors de discussions	- Croisement véhicule - Présence piéton sur la voie - Présence vélo sur la voie - Camion poubelle garé en double file à dépasser manuellement - Contrôle de l'assise des passagers - Passagers lors de discussions	- Croisement ou dépassement par un véhicule - Présence piétons sur le trottoir - Contrôle de l'assise des passagers - Passagers lors de discussions	- Croisement ou dépassement par un véhicule - Présence piétons sur le trottoir - Cheminée	- Contrôle de l'assise des passagers - Passagers lors de discussions - Végétation en bordure de circuit	- Contrôle de l'assise des passagers - Passagers lors de discussions - Présence piétons sur la voie

En ce qui concerne les situations critiques rencontrées par les accompagnants, les résultats de ce Tableau 9 nous apprennent que :

- Quatre phases d'activité ont retenu l'attention de tous les accompagnants, sur tous les sites : les départs et les arrivées des NA aux différents arrêts, les intersections, les débuts de lignes droites. Ceci nous amène à faire l'hypothèse que des formes de situations critiques, liées à ces 4 phases d'activité, étaient communes à tous les sites.
- Certaines phases d'activité retenaient l'attention de tous les accompagnants uniquement sur leurs sites respectifs. Par exemple, sur le Campus Suisse, les accompagnants regardaient systématiquement l'école d'architecture et l'avant de la NA dans les 2 virages à 90°. Sur le Centre de recherches, les accompagnants regardaient systématiquement le hangar. Sur la Technopole, ils regardaient systématiquement les autres NA qu'ils croisaient (et leurs conducteurs), ainsi que la voie menant au parking du golf. Ceci nous conduit à faire l'hypothèse que des formes de situations critiques, liées à ces phases d'activité, étaient spécifiques à chaque site.
- Certaines phases d'activité retenaient l'attention uniquement d'un des deux accompagnants ayant significativement le même degré d'expertise, sur un même site, le même jour. Ceci nous amène à faire deux hypothèses. D'abord, les prises d'informations étaient sans doute liées aux événements que les accompagnants rencontraient. Par exemple, l'accompagnant 1 du Campus suisse n'avait pas croisé de vélo, ni de camion en double file, il n'avait donc pas dirigé son regard vers ces objets. Ensuite, les prises d'informations étaient probablement liées aux sensibilités des accompagnants, vis-à-vis notamment de la survenue de certaines situations critiques redoutées. Par exemple, l'accompagnant 1 de la Technopole regardait systématiquement en direction de la végétation se situant à proximité des marécages du golf qui bordaient la voie de circulation de la NA. Ce constat a été noté par le chercheur et évoqué avec l'accompagnant lors des *entretiens composites* (cf. Chapitre 13(1.1.6)). L'influence de la personnalité et de la sensibilité des accompagnants sur le nombre de prises d'informations

visuelle qu'ils réalisent, pourrait expliquer pourquoi l'accompagnante 2 du Campus suisse effectuait au minimum 18 contrôles par trajet contre 10 pour l'accompagnant 1.

- Les situations critiques n'étaient pas appréhendées de la même façon par un novice et un expérimenté. Notre hypothèse est qu'un accompagnant novice considérait comme potentiellement critiques toutes les phases d'activité, alors que l'expert discriminait les phases potentiellement critiques. Ainsi, sur le Centre de recherches, le novice effectuait des contrôles systématiques autour de la NA (à 360° ou seulement 180° vers l'avant) espacés de 10 à 15 secondes, ce qui l'amenait à réaliser au minimum 125 contrôles par trajet ; alors que ce même accompagnant, après 2 mois d'expertise n'effectuait que 55 contrôles ciblés, par trajet. Ce recueil systématique des prises d'informations visuelles nous a amené également à constater que l'expert réalisait des contrôles dans des zones que le novice ne contrôlait pas : l'arrière de la NA avant les stationnements et les virages à gauche (contrôles systématiques chez l'expert), l'entrée du site (contrôles systématiques chez l'expert), la cheminée (contrôles ponctuels chez l'expert).
- Enfin, le fait de moyenniser les nombres (minimaux et maximaux) de prises d'informations visuelles sur chaque site, nous conduit également à faire l'hypothèse que la fréquence d'apparition des événements redoutés et des situations critique pourrait être située. Sur la Technopole, où la voie était plus large, interdite aux véhicules à moteurs, et où la conduite était assistée et cogérée par les superviseurs, les nombres moyens de prises d'informations visuelles (minimaux et maximaux) chez les deux accompagnants, sont nettement inférieurs à ceux des accompagnants des autres sites.

Les hypothèses que ces résultats nous ont amenés à formuler ont pu être instruites grâce aux autres techniques d'investigations des situations critiques (que nous présentons dans les prochaines lignes) et grâce à la construction des expériences vécues et à l'analyse des valeurs en acte (cf. Chapitre 13(2)).

1.1.5. Analyse des traces d'activité en termes d'exposition aux situations critiques

Au cours de l'expérimentation du Campus suisse, les accompagnants ont été outillés, par l'exploitant, avant notre arrivée, d'une tablette tactile (cf. Figure 41). Cet instrument permettait de recenser les « *situations incidentogènes* » auxquelles les accompagnants étaient confrontés. Ils positionnaient alors la situation sur le tracé et la qualifiaient (exemple : « *camion en double file* »).

Les résultats obtenus permettent de repérer les zones « *incidentogènes* » (en rouge sur la Figure 42), correspondant donc à des situations critiques, selon la définition avancée précédemment.

Lorsque l'on analyse ces résultats, on s'aperçoit que les zones rouges les plus vastes sont placées : aux deux arrêts, dans les deux virages à 90°, et dans la ligne droite au niveau de l'école d'architecture. Ces zones rouges correspondent donc précisément aux zones où les prises d'informations visuelles des accompagnants étaient systématisées à chaque trajet. Ce constat a d'abord été dressé par le chercheur, avant d'être confirmé par les accompagnants au moment des *entretiens composites* (cf. Chapitre 13(1.1.6)).

Sur le site du Centre de recherches, nous avons analysé les carnets de bords (cf. Figure 43) remplis par les accompagnants. Nous leurs avons demandé de noter les situations critiques, ce qui, dans les faits, n'a pas été réalisé de façon systématique. Toutefois, les annotations des accompagnants nous ont permis d'identifier des situations critiques (ou de confirmer nos propres observations).

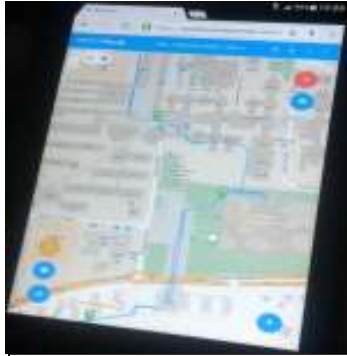


Figure 41 : Tablette tactile confiée aux accompagnants sur le site du Campus suisse



Figure 42 : Zones « incidentogènes » révélées par les « retours incidents » des accompagnants sur le Campus suisse



Figure 43 : Carnet de bord des accompagnants sur le Centre de recherches

1.1.6. Entretiens composites

Les « *entretiens composites* » à destination des régulateurs, des exploitants et des concepteurs de la Leading visaient notamment l'identification et l'analyse des situations critiques rencontrées par les régulateurs.

La population interviewée était :

- de 9 accompagnants et 2 exploitants sur le site du Campus suisse ;
- de 3 accompagnants (dont 1 a été interviewé deux fois : novice puis expert) et 2 exploitants sur le Centre de recherches ;
- de 3 accompagnants, 2 hôtesse, une superviseure et un concepteur de la Leading sur le site du Congrès ;
- de 6 accompagnants, 2 superviseurs, une exploitante et un concepteur de la Leading sur la Technopole.

Les entretiens avec les accompagnants duraient au minimum 25 minutes (cas d'un accompagnant qui finissait son service sur le site du Campus) et pouvait s'étendre sur plusieurs jours (pour l'accompagnant du Centre de recherches). Les entretiens avaient lieu dans la NA, pendant l'activité de travail des accompagnants, et ils étaient interrompus lorsque l'accompagnant gérait une situation complexe, comme une situation critique ou une situation d'interaction avec un autre acteur. Les entretiens ont été particulièrement difficiles à mettre en place sur le site de la Technopole, du fait de l'affluence plus importante des passagers. Sur le site du Congrès, les entretiens avaient essentiellement lieu aux moments des arrêts et lorsque les exploitants terminaient leur service.

Les entretiens avec les hôtesse du Congrès ont été étendus sur les 5 jours d'expérimentation. Ils avaient lieu aux arrêts des NA (c'est-à-dire sur le lieu de travail), lorsque les hôtesse n'avaient pas à interagir avec un autre acteur.

Les entretiens avec les superviseurs et les exploitants avaient lieu dans leurs bureaux respectifs, à des moments qui ne perturbaient pas leur activité de régulation ou le fonctionnement du service (lorsqu'il n'y avait ni passager, ni situation critique à gérer). Ils duraient au minimum 1h. Seuls les *entretiens composites* avec les exploitants du Campus suisse ont dû être menés en plusieurs temps et plusieurs endroits (dans leurs bureaux, dans les NA, au restaurant).

Les entretiens avec les concepteurs de la Leading ont eu lieu : en trois temps pour le concepteur interviewé sur le site du Congrès (deux fois au bord de la voie de circulation des NA, une fois en salle

de supervision) ; dans la salle de supervision sur la Technopole (durées totales d'entretiens d'environ 1 heure pour chaque concepteur de la Leading).

Les deux grilles d'entretien qui avaient été construites (cf. Annexes 6 et 7, Chapitre 9(4)) comportaient des questionnements visant à identifier et analyser les situations critiques rencontrées par les régulateurs, par exemples :

- Annexe 6, sur un mode de questionnements simultanés ou consécutifs à l'action : « *Que viens-tu de faire là ? Qu'est-ce que tu regardais ? Qu'est-ce qui fait que tu viens de klaxonner là ? Qu'est-ce qui fait que tu regardes la cheminée ?* ».
- Annexe 6, sur un mode resituant : « *Quelles situations difficiles as-tu vécues depuis que tu fais ce métier ? Est-ce qu'il t'est déjà arrivé de faire des erreurs ? De prendre des risques ? De ne pas avoir été satisfait(e) de ton travail ? Ou au contraire d'avoir réussi à gérer une situation complexe ? Laquelle ? Comment cette situation est-elle arrivée ? Quelles conséquences ? Dans quelles situations es-tu amené(e) à reprendre le véhicule en conduite manuelle ? A appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence ? A klaxonner ? Qu'est-ce qui fait qu'à chaque fois que l'on passe vers le marécage du golf, tu regardes en direction de la végétation ?* »
- Annexe 7 : « *à quelles situations difficiles est exposé le service ? Les régulateurs font-ils des erreurs ? Prennent-ils des risques ? Etes vous parfois non-satisfaits de leur travail ? Ou au contraire particulièrement satisfaits parce qu'ils ont réussi à gérer une situation complexe ? Laquelle ? Comment cette situation est-elle arrivée ? Quelles conséquences ? Y a-t-il des situations où les accompagnants ou les superviseurs sont amenés à intervenir sur le fonctionnement du service ? Quand ? Est-ce que les régulateurs mettent en place aujourd'hui des actions qui font que les usagers du site acceptent mieux la présence des navettes, le service ; que si tout était géré automatiquement ? Que pensez-vous du fait que les NA s'arrêtent automatiquement devant chaque obstacle sans savoir les contourner ?* ».

1.1.7. Questionnaire *utilisateurs* du Centre de recherches

Sur le Centre de recherches, il a été négocié, avec l'exploitant la possibilité de transmettre, en mai 2016, un questionnaire via l'intranet de l'entreprise. Le *questionnaire utilisateurs du Centre de recherches* comportait plusieurs items, co-construits avec l'exploitant. Certaines questions étaient destinées aux passagers, d'autres aux usagers du site non-utilisateurs des NA.

Trois questions ouvertes pouvaient permettre de faire des hypothèses sur les situations critiques rencontrées par les régulateurs :

- Comment avez-vous perçu cette expérience ?
- Quelles évolutions du service des NA pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ?
- Pourquoi n'avez-vous jamais utilisé la NAV2 ?

Du fait de l'hétérogénéité des méthodes utilisées pour identifier et analyser les situations critiques, la fréquence d'apparition de ces situation n'a pas pu être estimée.

1.2. Situations critiques rencontrées par les régulateurs

Dix-neuf situations critiques ont été identifiées (cf. Tableau 10).

Quatorze d'entre elles ont été observées sur le Campus suisse, 12 sur le Centre de recherches, 11 sur le site du Congrès et 13 sur la Technopole.

Tableau 10 : Situations critiques rencontrées par les régulateurs

Situations critiques	Sites sur lesquels ont été observées les situations critiques			
	Campus suisse	Centre de recherches	Congrès	Technopole
Fermeture des portes au moment où un passager potentiel arrive				
Demande de montée/descente de la navette hors des arrêts prévus				
Passager non francophone				
Hésitation d'un passager au moment de monter dans la navette				
Usager du site sur la voie de circulation de la navette				
Obstacle physique sur la trajectoire de la navette				
Déclenchement systématique du klaxon dans certaines zones du tracé				
Comportement « inapproprié » de la part d'un usager du site				
Comportement « inapproprié » de la part d'un passager				
Dépassement dangereux par un autre véhicule				
Dysfonctionnement : panne de la NA, bug informatique...				
Conditions environnementales difficiles				
Limitation du nombre de passagers montants				
Usager demandant le délai d'arrivée de la prochaine NA				
Obstacle potentiellement non détectable par les Lidars				
Croisement d'un autre véhicule sur un « tronçon à voie unique »				
Attente automatique devant un tronçon unique				
Fiabilisation de la flotte de NA lors de pics d'affluence				
Contrôle des badges de la part des hôtesses				

Six situations critiques sont communes à l'ensemble des expérimentations. Ce sont les situations critiques suivantes :

- Passagers non francophones
- Hésitation d'un passager au moment de monter dans la navette
- Usager du site sur la voie de circulation de la navette
- Comportement inapproprié de la part d'un usager du site
- Dysfonctionnements : panne de la NA, bug informatique, etc.

La présence de passagers non francophones devenait critique pour les accompagnants qui ne parlaient pas la langue du passager. Cette situation révèle la nécessité d'adapter les consignes d'utilisation des NA, à une diversité de publics.

Certains passagers potentiels hésitaient au moment de monter dans les NA (appréhendant cette action, ne sachant pas si les NA étaient gratuites, étaient en service).

Les situations d'obstruction des voies (par des poubelles ou une voiture garée en double-file : livreur, camion-poubelle, taxi, voiture, etc.), témoignent probablement à la fois d'un déficit d'intégration de la navette et de ses besoins dans les choix de circulation et d'infrastructure sur les sites, et d'un déficit de communication auprès des usagers antérieurement présents et dont les activités doivent continuer avec ou malgré ce nouveau service.

Des situations de déchargements de véhicules, de stockages de poubelles, etc. ont ainsi été rencontrées. Les sites existants n'ont pas été conçus pour gérer les besoins spécifiques des NA sur ces aspects.

Les développements futurs de la technologie permettront certainement de régler une partie significative des

dysfonctionnements des NA (cf. Figure 44). Néanmoins, on peut considérer que des pannes continueront malgré tout de se produire.

Les comportements inappropriés, concernaient aussi bien les passagers (souhaitant, par exemple, monter dans la NA avec leur chien, manger ou boire une bière dans l'habitacle, fumer...); que les usagers à l'extérieur de la NA, défiant la sécurité de la technologie en se « jetant » devant la navette en marche pour « tester les réflexes » de l'automate. Nous faisons l'hypothèse que les comportements inappropriés devraient se multiplier avec l'autonomisation des NA et la disparition des accompagnants.



Figure 44 : NAv2 en panne sur le Campus suisse

Deux situations sont communes au Campus suisse, au Centre de recherches, et à la Technopole :

- la « fermeture des portes, au moment où un passager potentiel arrive » constitue un dilemme pour l'accompagnant qui doit estimer s'il doit l'attendre (aux risques de faire attendre les autres passagers déjà installés, et que le passager potentiel attendu n'embarque finalement pas dans la navette) ou s'il doit repartir (et alors décevoir le passager potentiel en question). Sur le Campus suisse, la fermeture avait été automatisée à l'aide d'un minuteur (les portes se refermaient automatiquement au bout de 15 secondes). Pour attendre le passager potentiel, l'accompagnant devait alors désactiver le mode automatique - ce qui n'était pas prévu par la procédure édictée par la Leading.
- Sur ces trois sites, nous avons observé des « demande de montée/descente de la navette hors des arrêts prévus », ce qui est interdit par la procédure édictée par la Leading.

Le site du Congrès est le seul à être concerné par les situations :

- « limitation du nombre de passagers montant » ;
- « usager demandant le délai d'arrivée de la prochaine NA » ;
- « contrôle des badges de la part des hôteses »

et à ne pas être concerné par les :

- « fermetures automatiques des portes devant des passagers » ;
- « demande de montée/descente de la navette hors des arrêts prévus » ;
- « présence d'obstacles sur la trajectoire »

Les situations de « limitation du nombre de passagers montant dans les NA » et d' « usagers demandant le délai d'arrivée de la prochaine NA », peuvent s'expliquer par la nature et la durée de l'expérimentation (démonstration lors d'un Congrès international rassemblant 12000 participants sur 5 jours²⁴). La Leading avait anticipé ces fortes affluences. Elle avait ainsi posté des hôteses à chaque arrêt pour répondre aux questions des usagers et désenclenché le mode « automatique » de fermeture des portes.

Les hôteses avaient pour consigne de la part de leurs responsables (les chefs hôteses) de contrôler tous les badges avant que des usagers présents à l'arrêt « Palais des Congrès » (hors du site) ne prennent

²⁴ <http://www.bordeaux-events.com/A-propos/Nos-etudes-de-cas/ITS-WORLD-CONGRESS-BORDEAUX-2015>

place dans les NA en direction du « *Parc des expositions* » (à l'intérieur du site). Ceci afin d'éviter que des personnes ne fraudent le paiement des entrées au site en passant par les NA. Or, les concepteurs de la Leading insistaient quant à eux pour que l'hôtesse se trouvant à l'arrêt « *Palais des congrès* » laisse monter l'ensemble des personnes qui le désiraient en assurant un accueil chaleureux.

L'absence de demandes hors des zones de montée/descente pourrait d'abord s'expliquer par la présence d'autres personnes dans la navette (pour ne pas gêner les autres voyageurs, les passagers n'osaient peut-être pas demander de monter ou descendre hors des arrêts). L'architecture du site qui était composée de deux zones d'activité (le Palais des Congrès et le Parc des Expositions), où avaient pu être positionnés les deux arrêts, l'explique sans doute également. Il y avait, en effet, peu d'intérêt à descendre en cours de trajet. Nous n'avons pas, non plus, noté d'obstruction de voie par des obstacles physiques sur le site du Congrès. Ceci peut s'expliquer par le fait que la voie de circulation était dédiée et qu'un vigile surveillait l'entrée du site en permanence.

Les sites du Campus suisse et du Centre de recherches partagent 3 situations critiques :

- La situation critique « *déclenchement systématique du klaxon* » qui était liée à la présence d'obstacles fixes (végétation, trottoirs) aux abords de la voie de circulation. Cette situation devenait perturbante lorsque le klaxon se déclenchait dans des zones partagées avec d'autres usagers (exemple : bibliothèque, bureaux, chantier ouvert). Du fait de l'architecture des voies empruntées sur le Congrès et la Technopole, aucun obstacle fixe ne déclenchait le klaxon de façon systématique.
- Les « *dépassements dangereux* » étaient liés au fait que les voies de circulation sur les sites du Campus suisse et du Centre de recherches étaient partagées avec d'autres véhicules et que la vitesse des NA ne dépassait jamais les 12 km/h. Les dépassements pouvaient alors se révéler dangereux lorsque les conducteurs des autres véhicules n'avaient pas anticipé certains aspects liés aux NAV2 :
 - o l'accélération automatique des NAV2 lors d'un démarrage ou après un virage ;
 - o le manque de visibilité (causé par les NA et/ou l'architecture du site) qui pouvait empêcher les conducteurs des autres véhicules de percevoir un obstacle ;
 - o le périmètre de sécurité défini par les capteurs lidars (si un véhicule passait trop près des NAV2, celles-ci s'arrêtaient brusquement) ;
 - o le fait que les NA tournent à gauche (action qui n'était pas anticipable par les autres conducteurs puisque les clignotants des NAV2 ne se déclenchaient qu'au moment où leurs roues braquaient).
- L'exposition du service à des conditions environnementales qui pouvaient venir perturber la technologie et donc le déplacement des NAV2, de type : givre, neige, fortes pluies, vent balayant les feuilles mortes, fumées présentes dans l'atmosphère sur le site du Centre de recherches (situation révélée par l'analyse des prises d'informations visuelles de l'accompagnant expérimenté). Ces situations sont probablement liées aux périodes auxquelles ont eu lieu les expérimentations. Ainsi, il est probable que sur une année entière, tous les sites soient exposés à des contraintes environnementales et climatiques.

Les sites du Campus Suisse et de la Technopole sont tous deux concernés par la situation « *présence, sur la voie de petits obstacles potentiellement non détectables par les Lidars* ». Cela peut s'expliquer par la proximité entre ces sites et des zones d'habitations (et leurs animaux domestiques tels des petits

chiens, chats, etc.) et de pleine nature (animaux sauvages tels des canards, crapauds, etc.). La présence d'une bouche d'égout mal refermée sur la voie fut aussi un cas rencontré.

Sur le Campus suisse, la Technopole et le Congrès nous avons constaté des pics d'affluence à certaines périodes de la journée, dans certaines zones des sites. Les régulateurs estimaient alors qu'il n'était pas pertinent, que les NA soient « *équidistantes* » (critère de fiabilité du service retenu par la Leading). Ils trouvaient plus utile que les NA soient concentrées sur le lieu du pic d'affluence.

Du fait de contraintes architecturales, le Campus suisse, la Technopole et le Congrès étaient jalonnés de « *tronçons à voie unique* » (c'est-à-dire des pans de parcours trop étroits pour permettre le croisement de deux véhicules). Ces tronçons étaient partagés avec d'autres véhicules susceptibles de croiser les NA (voitures, camions, cyclistes, autres NA).

Lors des deux dernières expérimentations (Technopole et Congrès), la gestion de la flotte des NA a été rendue autonome. Lorsque deux NA s'apprêtaient à se croiser sur un tronçon à voie unique, le logiciel de gestion de flotte autorisait l'accès à seulement une des deux NA (la NA qui se voyait refuser l'accès à la voie unique était stoppée automatiquement devant le tronçon). Le logiciel était aussi programmé pour « *fiabiliser le trafic* » en faisant en sorte de créer une équidistance entre toutes les NA de la flotte. Cette fiabilisation autonome du service était à l'origine de 2 situations critiques :

- parfois, une NA était stoppée automatiquement devant un tronçon unique sans qu'aucune NA n'arrive en sens inverse (soit parce que la NA qui devait arriver en sens inverse, faisait face à une des situations critiques précédemment évoquées ; soit parce que le logiciel souhaitait « *fiabiliser le trafic* » en rééquilibrant la distance entre les navettes). La NA et ses passagers devaient alors attendre devant le tronçon unique sans raison visible ;
- au moment des pics d'affluence, une seule NA (au maximum) était présente sur le lieu du pic.

2. Valeurs des régulateurs et arbitrages en situations critiques

Comme expliqué dans les chapitres précédents, nous distinguons ici :

- les « *valeurs en acte* », qui désignent ce qui vaut pour un individu lorsqu'il est engagé dans des situations d'action particulières (ici les situations critiques) et qui expliquent les comportements situés des individus. Ces valeurs en acte sont relevées par la construction des expériences vécues des acteurs (ici les régulateurs) ;
- et les « *valeurs déclarées* » par les individus, à l'encontre d'un objet non situé. Les valeurs des différents acteurs à l'encontre des NA nous intéressent également, car elles influencent probablement (d'une façon que nos analyses cherchent à comprendre) les valeurs en acte des régulateurs.

Pour rappel, nous avons défini les situations critiques comme étant des situations imposant des arbitrages entre des valeurs difficilement conciliables, voire contradictoires chez les régulateurs.

Ainsi, dans ce sous-chapitre, nous montrons comment les régulateurs arbitrent les conflits de valeurs en acte qu'ils vivent en situations critiques. C'est-à-dire, comment leurs valeurs en acte se hiérarchisent de façon située et expliquent leurs comportements ; le sacrifice de certaines valeurs en acte, aux dépens de la préservation d'autres valeurs en acte.

Dans ce sous-chapitre sont synthétisées :

2.1. Les techniques utilisées pour identifier les valeurs des régulateurs

2.2. Les valeurs des régulateurs

2.3. Les valeurs en acte des régulateurs dans leurs expériences vécues des situations critiques

2.1. Techniques utilisées pour identifier les valeurs des régulateurs

La mise en lumière des valeurs des régulateurs repose sur :

- des observations participantes / participations observantes ;
- des recueils de verbalisations et d'actions systématiques ;
- des *entretiens composites* à destination des régulateurs.

Lors des observations participantes, les différentes verbalisations des régulateurs étaient saisies de façon systématique dans le but d'éclairer notamment :

- ce qui était important pour eux ;
- ce qui faisait partie de leurs objectifs ;
- ce qu'ils percevaient comme des critères de performance du service ;
- de manière générale, tout ce qui semblait révéler leurs valeurs.

Ces relevés systématiques de verbalisations étaient ensuite classés en deux catégories : les valeurs « *en acte* », c'est-à-dire associées à une situation critique particulière ; et les valeurs « *déclarées* ».

Les recueils systématiques et les analyses des actions des régulateurs permettaient également de faire des hypothèses sur leurs valeurs en actes.

Les *entretiens composites* (cf. Annexe 6 et 7) étaient l'occasion de tester les hypothèses (cf. Annexe 8) et de collecter de nouvelles données.

Les touches d'explicitations rythmant les *entretiens composites* visaient à construire les expériences vécues et à s'assurer du caractère « *authentiquement en acte* », des valeurs exprimées par les régulateurs. En écho aux suggestions de Bourbousson (2010, p. 47), nos différentes relances portaient sur : « *les sensations (comment te sens-tu à ce moment-là ?), les préoccupations (qu'est-ce que tu cherches à faire ?), les émotions ? (qu'est-ce que tu ressens ?), les pensées et interprétations (qu'est-ce que tu en penses ?)* ». D'autres formes de relances étaient destinées à mettre en lumière les valeurs en acte (« *qu'est-ce que tu crains ? Qu'est-ce que tu vises ? Qu'est-ce qui est le plus important pour toi à ce moment-là ?* »).

Les conflits de valeurs en acte étaient révélés ou confirmés par les *entretiens composites*, au moment de la construction des expériences vécues dans les situations critiques préalablement identifiées (lors des analyses d'activité). D'autres questionnements visaient à vérifier que toutes les situations critiques rencontrées sur le site avaient bien été identifiées : « *Y-a-t-il des situations qu'il est aujourd'hui difficile à gérer, où l'on est obligé de faire un compromis ? Comment tu fais pour faire un choix ? Comment classes-tu par ordre d'importance ? Ressens-tu des conflits de valeurs parfois ? Des situations où il t'est impossible de bien faire, où tu dois faire des choix ? Raconte-moi comment cela s'est passé ? Et là tu as ressenti quoi à ce moment-là ? Tu t'es dit quoi ? Tu as craint quoi ? Visé quoi ?* ».

2.2. Valeurs des régulateurs

A l'issue de ces analyses, l'ensemble des valeurs exprimées par les régulateurs ont été recensées et regroupées en 7 « *grandes catégories de valeurs* » : sécurité, fiabilité, utilité, satisfaction des passagers, respect des procédures, besoin de contrôle, non-gêne des autres usagers du site. Pour créer une catégorie de valeur « *commune aux régulateurs* », nous avons adopté comme critère le fait qu'il fallait qu'au moins 1/3 des régulateurs ait évoqué cette valeur (soit 9/27).

Nous conservons le terme de « valeurs » pour désigner ces catégories issues des regroupements effectués. Ces valeurs ont alors été classées de 1 à 7, selon le critère du nombre décroissant de régulateurs les ayant évoquées parmi les 27 régulateurs interviewés (un des accompagnants du Centre de recherches a été comptabilisé deux fois : au stade novice et au stade expert).

2.2.1. Sécurité

La valeur « sécurité » a été exprimée par la totalité des régulateurs à travers leur sentiment de responsabilité vis-à-vis de la sécurité du matériel et des personnes : « on n'est pas à l'abri qu'un vélo nous percuté dans le virage car on ne fait pas de bruit et qu'ils ne s'attendent pas à nous voir là » ; « oui, je regarde certainement plus souvent à certains endroits, comme au démarrage, car souvent les gens ne nous entendent pas partir et peuvent être devant [...] au début de la ligne droite aussi car ça me permet de voir s'il n'y a rien qui gêne » (verbatim d'accompagnants) ; « oui j'ai une responsabilité importante, si je commets une erreur et que deux navettes se percutent... » (verbatim de superviseur) ; « on doit tout le temps surveiller les piétons, la file d'attente, on est responsables en cas de problème » (verbatim d'hôtesse).

2.2.2. Fiabilité

La valeur « fiabilité » a également été mise en avant par l'ensemble des régulateurs. En effet, ils ont reconnu se sentir « mal à l'aise » ou encore « frustrés » lorsque le service perdait en fiabilité notamment du fait d'incidents techniques : « déjà qu'on ne va pas très vite et qu'on ne passe pas souvent, si en plus un jour sur deux il y a une navette qui ne démarre pas c'est pénible » ; « parfois la navette s'arrête brusquement et on a des personnes à l'intérieur ; alors quand c'est des touristes ça va, mais quelqu'un qui est pressé ça nous met mal » (verbatim d'accompagnants). La superviseure de l'expérimentation du Congrès disait ressentir de la panique lorsque le système informatique de gestion de flotte et/ou que les NAv2 tombaient en panne et se retrouvaient bloquées au milieu du parcours avec des passagers à l'intérieur.

La fiabilité du service a aussi été évoquée en écho aux passages irréguliers des NAv2 aux arrêts et aux manques d'information des usagers des sites vis-à-vis des horaires de passage des NAv2 : « les gens nous reprochent de ne pas savoir quand on va passer aux arrêts » (verbatim d'accompagnant) ; « je suis super gênée quand je dis à un congressiste que la prochaine navette devrait arriver d'ici une minute et que 5 minutes plus tard il est toujours en train d'attendre » (verbatim d'hôtesse).

2.2.3. Utilité

La valeur « utilité » a été évoquée par 20 des 22 accompagnants, les 2 hôtesse et 1 des 3 superviseurs (travaillant sur la Technopole), soit 23 des 27 régulateurs.

Nous pouvons faire l'hypothèse que - n'étant pas physiquement en interaction avec le public - les superviseurs, étaient moins sensibles à la valeur « utilité ».

Les accompagnants n'ayant pas évoqué cette valeur œuvraient sur l'expérimentation du Congrès où, seul l'un des 3 accompagnants a manifesté accorder de la valeur à l'utilité du service. Sur le site du Congrès, les 5 jours d'expérimentation avaient davantage une fonction de démonstration des NAv2 que de mise en place d'un service de transport « utile aux usagers du site ».

Sur les autres sites, un sentiment de « frustration » a été évoqué en écho au phénomène de faible affluence du service observé sur les différentes expérimentations (à l'exception de celle du congrès international) : « c'est trop lent, les gens préfèrent passer par l'esplanade, et du coup une journée comme ça on regarde l'heure, on s'ennuie » ; « on doit toujours justifier pourquoi la navette est aussi lente, que c'est une expérimentation, que l'on privilégie la sécurité pour le moment, mais du coup les gens ne la prennent qu'une fois, pour essayer » (verbatim d'accompagnants). Certains accompagnants organisaient même des concours entre eux et

comparaient l'affluence de leurs navettes respectives en fin de service. L'utilité était régulièrement associé à la vitesse des NA, jugées trop lentes par les régulateurs.

2.2.4. Satisfaction des passagers

La valeur « *satisfaction des passagers* » a été exprimée par 22 des 27 régulateurs : 19 des 22 accompagnants, les 2 hôtesse et 1 des 3 superviseurs (un superviseur travaillant sur la Technopole).

Nous pouvons, à nouveau faire l'hypothèse que - n'étant pas physiquement en interaction avec le public - les superviseurs, étaient moins sensibles à la « *satisfaction des passagers* ».

En effet, accompagnants et hôtesse associaient cette valeur au fait d'accueillir les passagers, de répondre à leurs questions, de les rassurer lorsqu'ils en exprimaient le besoin ou encore d'apprécier « *avec l'expérience* » si le passager avait envie de discuter ou non : « *oui je pense que la plupart des gens sont contents qu'on soit là, on les aide à passer un bon moment, on rigole avec eux, on répond à leurs questions, on dédramatise quand il y a un petit souci...* » (verbatim d'accompagnant). Ils évoquent également la satisfaction de constater les retours positifs de ces utilisateurs.

A contrario, les hôtesse disaient ressentir une importante frustration quand elles n'étaient pas en mesure de répondre aux questions des usagers ou de leur assurer un accès rapide au service.

Un des accompagnants du Campus, un des accompagnants du Congrès et un des accompagnants expérimentés du Centre de recherches n'ont pas mentionné cette valeur sans que nous ne sachions vraiment expliquer pourquoi.

2.2.5. Respect des procédures

La valeur « *respect des procédures* » a été également mise en avant par nos investigations. En effet, 17 des 27 régulateurs interrogés à propos de l'importance pour eux de respecter les procédures qui leur étaient transmises, répondaient par l'affirmative : 12 des 22 accompagnants, les deux hôtesse et les 3 superviseurs. Ils associaient généralement à cette valeur, celle de la sécurité précédemment évoquée : « *normalement on n'a jamais à intervenir manuellement sur la conduite de la navette* » ; « *s'il y a des procédures c'est qu'il y a une raison* » (verbatim d'accompagnants). Dix accompagnants (4 sur le Campus, 4 sur la Technopole et 2 expérimentés du Centre de recherches, dont l'accompagnant qui louait cette valeur lorsqu'il était novice) étaient plus partagés dans leurs réponses : « *des fois il vaut mieux ne pas respecter la procédure* ». Nous remarquons notamment que cela concerne 4 des 6 accompagnants de la Technopole. Les accompagnants de la Technopole étaient plus « *autonomes* ». Cette autonomie pourrait être expliquée à la fois par la présence rare de la Leading sur la Technopole et à la fois par l'implication d'un exploitant porteur de valeurs particulières (cf. Chapitre 13(3.4)). A contrario, tous les accompagnants du Congrès ont souligné l'importance, pour eux, de respecter les procédures. Nous faisons l'hypothèse que la sensibilité des accompagnants du Congrès à cette valeur, pourrait tenir au fait qu'ils étaient des salariés de la Leading. S'ils jouaient le rôle d'accompagnants lors de cette expérimentation, ils tenaient d'autres fonctions dans l'équipe de conception des NA le reste de l'année ; contrairement aux accompagnants des autres expérimentations qui étaient des intérimaires.

Les hôtesse œuvraient sur le site du Congrès où elles étaient supervisées par l'équipe de la Leading, ce qui pourrait expliquer leur adoption de la valeur « *respect des procédures* ». Leur statut de novice pourrait également expliquer leur sensibilité à cette valeur (cf. Chapitres 4(3) et 13(2.3.3)).

Enfin, si l'on excepte la superviseuse du Congrès (qui - au vu de son positionnement au sein de la Leading - pouvait prescrire ses propres procédures), l'analyse des expériences vécues des deux superviseurs de la Technopole a révélé des écarts entre leurs valeurs déclarées (en l'occurrence l'importance pour eux de respecter les procédures) et leurs valeurs en acte. Ils reconnaissaient en

effet, que dans certaines situations critiques, ils faisaient le choix de ne pas respecter certaines procédures (cf. Chapitre 13(2.3)).

2.2.6. Besoin de contrôle

La valeur « *besoin de contrôle* » a été évoquée par 16 des 27 régulateurs.

Onze des 22 accompagnants interviewés reconnaissent une absence de confiance de leur part vis-à-vis des comportements des NAV2 : « *même si je sais que la navette va s'arrêter si elle rencontre un obstacle, ça me rassure de voir ce qu'il y a devant moi* » ; « *il peut arriver que la navette détecte une personne mais pas l'inverse. Par exemple, une fois un vélo nous a percuté dans un virage alors que la navette avait pilé automatiquement, mais l'arrêt et le klaxon sont arrivés trop tard* » ; « *là par exemple, la navette se serait arrêtée juste devant le camion et on aurait bloqué la circulation, moi j'anticipe et je stoppe avant [...] dans un sens je suis plus intelligente qu'elle !* ». Trois accompagnants du Campus, 4 accompagnants de la Technopole et 3 accompagnants du Congrès, n'ont pas évoqué cette valeur ; ce qui représente respectivement 1/3, 2/3 et totalité des accompagnants sur ces sites. La meilleure visibilité ainsi que les voies dédiées sur les sites de la Technopole et du Congrès pourraient limiter la perception de dangerosité et donc le besoin de contrôle de la part des accompagnants. Sur le site du Congrès les accompagnants, salariés de la Leading, avaient avant tout une fonction « *commerciale* » (expliquer le fonctionnement des NA, leur histoire) et non de « *régulateur* » (la superviseure et les hôtesses suppléaient les accompagnants sur le site du Congrès). L'accompagnant du Centre de recherches que nous avons pu interroger à différentes périodes de l'expérimentation a, quant à lui, évoqué le besoin de contrôle uniquement pendant les premières semaines de l'expérimentation.

Ainsi, nous pourrions faire l'hypothèse qu'avec la montée en expertise, le besoin de contrôle des accompagnants diminue, la confiance dans la NA augmente.

Nous faisons aussi l'hypothèse que d'autres facteurs influencent ce besoin de contrôle des accompagnants, comme par exemple : l'architecture du site (visibilité), le fait que la voie soit partagée avec d'autres usagers, les conditions météorologiques.

Les hôtesses du Congrès ont toutes les deux exprimé ce besoin de contrôle : « *c'est dur de ne rien savoir, pourquoi la navette n'arrive pas, par exemple* ».

Les superviseurs ont également exprimé un besoin de contrôle : « *on a besoin de savoir ce qu'il se passe, besoin d'informations visuelles ou orales, car on n'a pas la vue* ».

Le niveau d'information des régulateurs n'est pas le même s'ils sont dans la NA ou à l'extérieur et cela semble influencer leur sentiment de contrôle.

2.2.7. Non-gêne des autres usagers du site

La valeur « *non-gêne des autres usagers du site* » a été exprimée par 15 des 27 régulateurs, soit 13 accompagnants et 3 superviseurs (l'accompagnant du Centre de recherches a été comptabilisé deux fois, au stade novice et au stade expert). Le fait d'avoir le sentiment de gêner les autres usagers des sites a été associé à des situations critiques particulières, par exemple lorsque plusieurs véhicules suivaient la navette sans pouvoir la dépasser, faisant ainsi perdre du temps à leurs conducteurs : « *Ça a un côté désagréable de sentir qu'on gêne les autres personnes, parce qu'on n'avance pas et qu'ils ne peuvent pas doubler. On voit qu'on les embête. Du coup on sourit, on s'excuse...* ». Des sentiments de colère sont également apparus aux moments de régulations de situations critiques et à l'encontre de certaines catégories d'usagers du site précédemment cités : « *avec l'école d'architecture c'est tendu, on ne se parle pas* » ; « *oui, il y a des gens qui nous jettent des regards noirs, parce qu'on leur a supprimé des places de parking, parce qu'on ne s'arrête pas aux passages piétons...* ». Les 3 accompagnants du Congrès, 3 accompagnants du Campus

et 3 accompagnants de la Technopole n'ont pas évoqué cette valeur, estimant avoir la priorité par rapport aux autres usagers des sites. Le fait que tous les accompagnants du Centre de recherches aient évoqué cette valeur peut s'expliquer par la nature de la voie empruntée par les NA, et qui est, avant tout, une voie de circulation (limitée à 30km/h).

Un superviseur du Campus suisse et un superviseur de la Technopole ont évoqué la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* » en référence à des actions passées, lorsqu'ils avaient dû - au cours des premières semaines d'expérimentation - appeler le service de sécurité du site ou la police, pour verbaliser un usager du site mal garé (perturbant la circulation des NA). Les usagers des sites vis-à-vis desquels les superviseurs se sentaient les plus gênés étaient les agents du service de sécurité et les policiers.

Le fait que les hôtes et les autres superviseurs n'aient pas exprimé cette valeur « *non-gêne des autres usagers du site* » s'explique principalement, selon nous, par deux raisons. D'abord, parce que sur les sites dans lesquels ils œuvraient (Congrès et Technopole), les voies avaient un statut de « *voie réservée pour les NA* » et il y avait peu d'autres usagers des sites qui empruntaient ces voies. Ensuite, parce que les hôtes et les superviseurs, de par leurs fonctions, sont très peu exposés aux situations critiques faisant intervenir d'autres usagers des sites (cf. Chapitre 13 (2.3)).

Pour recenser une valeur, nous avons estimé qu'il fallait que cette valeur ait été évoquée par au moins un tiers des régulateurs (9/27). Ce sous-chapitre n'ambitionne donc pas de recenser de façon exhaustive les valeurs des régulateurs. En lien avec la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* », les 2 hôtes du Congrès, les 3 accompagnants et les 2 superviseurs de la Technopole ont évoqué la valeur « *non-gêne des collègues* ». Nous soulignons l'existence de cette valeur (ou « *sous-valeur* ») car dans le prochain sous-chapitre, nous montrons qu'elle pèse dans les arbitrages de ces régulateurs en situation critique.

Au final, les valeurs « *sécurité* », « *fiabilité du service* », « *utilité du service* » et « *satisfaction des passagers* » sont présentes chez la totalité ou la quasi-totalité des accompagnants et des hôtes. L'utilité et la satisfaction des passagers sont présentes chez seulement un tiers des superviseurs.

Les valeurs « *respect des procédures* », « *non-gêne des autres usagers du site* » et « *besoin de contrôle* » sont évoquées par environ la moitié des 22 accompagnants. Cela semble être lié à des spécificités comme :

- le faible contrôle du respect des procédures (c'est à dire la grande autonomie des accompagnants) ;
- le statut des accompagnants vis-à-vis de leur employeur (les salariés de la Leading sont plus sensibles au respect des procédures) ;
- le sentiment chez les accompagnants d'être prioritaires sur les autres usagers ;
- le niveau d'expertise des accompagnants (les novices auraient moins confiance dans la NA, ils auraient plus tendance à respecter les procédures) ;
- les natures et durées des expérimentations qui influencent le flux de passagers, et les objectifs des régulateurs.

Les régulateurs ne semblent pas sensibles aux mêmes valeurs selon la fonction qu'ils occupent (accompagnant, superviseur ou hôte). Cela pourrait notamment s'expliquer par le fait :

- qu'ils ne réalisent pas les mêmes tâches ;
- qu'ils ne sont pas exposés aux mêmes situations critiques ;
- que les superviseurs ne sont pas en contact direct des usagers (donc ils seraient moins sensibles aux valeurs en lien avec les usagers) ;

- que les hôtesse et une des trois superviseurs interrogés, travaillaient sur l'expérimentation du Congrès aux caractéristiques particulières (affluence importante, présence forte de la Leading) ;
- qu'ils ne vivent pas les situations critiques de la même façon.

Ces hypothèses ont été instruites et les résultats de cette démarche sont restitués dans le sous-chapitre à venir.

2.3. Valeurs en acte des régulateurs dans leurs expériences vécues des situations critiques

La construction des expériences vécues par les régulateurs a permis d'identifier de quelle(s) manière(s) ces valeurs étaient mobilisées dans chacune des situations critiques : quelles valeurs sont préservées ou sacrifiées en fonction de la réponse comportementale des régulateurs face à la situation critique ?

Les situations critiques peuvent être organisées en deux catégories :

2.3.1 Les situations critiques qui amenaient les régulateurs à choisir entre plusieurs réponses possibles mettant en balance, de façon équilibrée (pas plus de 2 valeurs d'écart entre le nombre de valeurs préservées par la réponse et le nombre de valeurs sacrifiées), les valeurs préservées et sacrifiées (Tableau 11). Ces situations imposaient, par conséquent, un arbitrage « *a priori difficile* » entre des valeurs à préserver et celles à sacrifier.

2.3.2. Les situations critiques qui amenaient les régulateurs à choisir entre plusieurs réponses possibles mettant en balance, de façon déséquilibrée (plus de 2 valeurs d'écart), le nombre de valeurs préservées et sacrifiées (Tableau 12). Ces situations semblaient inviter, par conséquent, à un arbitrage « *a priori plus évident* » entre plusieurs valeurs à préserver et une valeur à sacrifier.

2.3.1. Situations critiques amenant des arbitrages entre des valeurs numériquement équilibrées

Tableau 11 : Situations critiques amenant des arbitrages entre des valeurs numériquement équilibrées:

Lignes correspondant aux accompagnants sur fond orange
Lignes correspondant aux superviseurs sur fond vert
Lignes correspondant aux hôtesse sur fond violet
Lignes communes à plusieurs catégories de régulateurs sur fond gris

Situations critiques	Réponses des régulateurs	Valeurs <i>préservées</i> par les régulateurs	Valeurs <i>sacrifiées</i> par les régulateurs	Sites
Fermetures des portes au moment où un passager potentiel arrive	Les accompagnants laissaient les portes se fermer, parfois en faisant un signe, en s'excusant auprès des passagers potentiels restés à quai	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures (sur le Campus suisse uniquement) - Fiabilité du service - Utilité du service (des passagers et les passagers potentiels attendant aux autres arrêts) - Satisfaction (des passagers et des passagers potentiels attendant aux autres arrêts) 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilité du service (pour les passagers restés à quai) - Satisfaction (des passagers restés à quai) - Besoin de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> - Campus - Centre de recherches - Technopole
	Les accompagnants maintenaient les portes ouvertes ou les rouvraient	<ul style="list-style-type: none"> - Besoin de contrôle - Utilité du service (pour les passagers entrant) - Satisfaction (des passagers entrants) 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures (sur le Campus suisse uniquement) - Fiabilité du service - Utilité du service (pour les passagers et les passagers potentiels attendant aux autres arrêts) - Satisfaction (des passagers et passagers potentiels attendant aux autres arrêts) 	
Demande de montée/descente de la navette hors des arrêts prévus	Les accompagnants refusaient la demande de montée/descente hors des arrêts prévus. Ils rappelaient et justifiaient la procédure et/ou ils s'excusaient auprès des demandeurs	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures - Fiabilité du service - Utilité du service (des passagers et les passagers potentiels attendant aux autres arrêts) - Sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilité du service pour les demandeurs - Satisfaction des demandeurs - Besoin de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> - Campus - Centre de recherches - Technopole
	Les accompagnants acceptaient la demande de montée/descente. Ils s'assuraient que celle-ci ne présentait pas de danger, ne gênait personne. Puis ils arrêtaient manuellement la NA et ouvraient les portes.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilité du service pour les demandeurs - Satisfaction des demandeurs - Besoin de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures - Fiabilité du service - Utilité du service (pour les passagers et les passagers potentiels attendant aux autres arrêts) - Sécurité 	

Passagers non francophones	Les accompagnants tentaient de s'exprimer avec plus ou moins d'aisance et de réussite en anglais	- Satisfaction des passagers	- Besoin de contrôle - Sécurité	- Campus - Technopole
	Les accompagnants ne conversaient pas avec les passagers non francophones	- Besoin de contrôle - Sécurité	- Satisfaction des passagers	
Obstacles physiques sur la trajectoire	Les accompagnants reprenaient le pilotage de la NA en « <i>mode manuel</i> » pour contourner l'obstacle	- Utilité du service - Fiabilité du service - Satisfaction des passagers - Besoin de contrôle	- Respect des procédures - Non-gêne des autres usagers	- Campus - Centre de recherches - Technopole
Déclenchement systématique du klaxon dans certaines zones du tracé	Les accompagnants laissaient la NA fonctionner de façon autonome et ignoraient la nuisance sonore que le klaxon générerait	- Respect des procédures - Sécurité	- Non-gêne des autres usagers - Besoin de contrôle - Utilité du service - Fiabilité du service	- Campus - Technopole
	Les accompagnants laissaient la NA fonctionner de façon autonome et s'excusaient auprès des usagers	- Respect des procédures - Sécurité	- Besoin de contrôle - Non-gêne des autres usagers - Utilité du service - Fiabilité du service	
	Les accompagnants shuntaient les sécurités des NA dans cette zone du parcours pour couper le klaxon	- Non-gêne des autres usagers - Besoin de contrôle - Utilité du service - Fiabilité du service	- Respect des procédures - Sécurité	
Usager du site sur la voie	Les accompagnants avertissaient l'utilisateur par une action sonore (klaxon)	- Sécurité - Utilité du service - Fiabilité du service - Besoin de contrôle	- Non-gêne des autres usagers - Satisfaction des passagers (qui parfois étaient gênés par le klaxon)	Tous
	Les accompagnants laissaient la NA fonctionner de façon autonome	- Respect des procédures	- Sécurité - Utilité du service - Besoin de contrôle	
Croisement d'un autre véhicule sur un tronçon unique	Les accompagnants laissaient la NA fonctionner de façon autonome	- Respect des procédures	- Non-gêne des autres usagers - Besoin de contrôle	- Campus - Technopole
		Les valeurs « <i>fiabilité du service</i> », « <i>utilité</i> » du service, « <i>satisfaction</i> » et « <i>sécurité</i> » étaient plus ou moins préservées en fonction de la conduite adoptée par le pilote de l'autre véhicule		

	Les accompagnants arrêtaient la NA et laissaient passer l'autre véhicule, si besoin en effectuant une marche arrière manuellement	<ul style="list-style-type: none"> - Non-gêne des autres usagers - Besoin de contrôle - Sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures - Fiabilité du service - Utilité du service 	
Comportement « <i>inapproprié</i> » de la part d'un usager du site (défiant la sécurité de la NA)	Les accompagnants toléraient le comportement	<ul style="list-style-type: none"> - Non-gêne des autres usagers 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilité du service - Fiabilité du service - Sécurité 	Tous
	La superviseuse faisait remarquer aux usagers les perturbations générées par leurs comportements	<ul style="list-style-type: none"> - Utilité du service - Fiabilité du service - Sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Non-gêne des autres usagers 	Congrès
Comportement « <i>inapproprié</i> » de la part d'un passager	Les accompagnants toléraient le comportement	<ul style="list-style-type: none"> - Satisfaction du passager 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures - Satisfaction des autres passagers 	Tous
	Les accompagnants interdisaient le comportement	<ul style="list-style-type: none"> - Satisfaction des autres passagers - Respect des procédures 	<ul style="list-style-type: none"> - Satisfaction du passager 	Tous
Dépassements dangereux par d'autres véhicules	Les accompagnants anticipaient ces déplacements et reprenaient la navette en mode manuel	<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité - Besoin de contrôle - Non-gêne des autres usagers 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures 	<ul style="list-style-type: none"> - Campus - Centre de recherches
	Les accompagnants laissaient la navette fonctionner de façon autonome	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures 	<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité - Besoin de contrôle - Non-gêne des autres usagers 	
Limitation du nombre de passagers montant dans les NA	Les accompagnants refusaient la montée à des passagers potentiels dès lors que 9 personnes se trouvaient à bord de la NA	<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité - Respect des procédures - Fiabilité du service 	<ul style="list-style-type: none"> - Satisfaction (des usagers restés à quai) - Utilité (pour les usagers restés à quai) 	Congrès
	Les hôtesses refusaient la montée à des passagers potentiels dès lors que 9 personnes se trouvaient à bord de la NA	<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité - Respect des procédures - Fiabilité du service 	<ul style="list-style-type: none"> - Satisfaction (des usagers restés à quai) - Utilité (pour les usagers restés à quai) 	
Usagers demandant le délai d'arrivée de la prochaine NA	Les hôtesses tentaient de se renseigner (en demandant aux collègues, en se déplaçant sur le site pour avoir le circuit des NA dans leur champ de	<ul style="list-style-type: none"> - Utilité du service - Fiabilité du service - Besoin de contrôle - Satisfaction des passagers en 	<ul style="list-style-type: none"> - Non-gêne des collègues - Satisfaction des passagers dans les NA - Respect des procédures 	Congrès

	vision)	attente des NA		
	Les hôtesses répondaient sur la base du délai d'arrivé « normal » des NA	- Ne pas gêner les collègues	- Besoin de contrôle	Congrès
		Les valeurs « <i>fiabilité du service</i> », « <i>utilité</i> » du service, « <i>satisfaction des passagers</i> » étaient plus ou moins préservées en fonction du délai d'arrivée des NA		
Obstacles potentiellement non détectables sur la voie	Les accompagnants stoppaient la NA à l'approche de l'obstacle	- Sécurité - Besoin de contrôle	- Fiabilité du service - Utilité du service	- Campus - Technopole
	Les accompagnants laissaient la NA fonctionner de façon autonome	- Fiabilité du service - Utilité du service	- Sécurité - Besoin de contrôle	- Campus - Technopole
Dysfonctionnements : panne de la NA, bug informatique...	Les accompagnants tentaient d'intervenir sur les NA pour rétablir leur fonctionnement	- Respect des procédures - Utilité du service	- Fiabilité du service	Tous
	Les accompagnants sollicitaient une aide extérieure pour tenter de réparer la panne	- Respect des procédures - Utilité du service	- Fiabilité du service	Tous
	Les accompagnants maintenaient le service malgré le dysfonctionnement	- Utilité du service - Satisfaction des passagers - Fiabilité du service	- Respect des procédures - Sécurité - Non-gêne des autres usagers du site	- Campus - Technopole
	Les accompagnants suspendaient le service	- Respect des procédures - Sécurité - Non-gêne des autres usagers du site	- Utilité du service - Fiabilité du service - Besoin de contrôle - Satisfaction des passagers	Tous
	Les superviseurs tentaient d'intervenir sur les NA/sur le logiciel pour rétablir leur fonctionnement	- Respect des procédures	- Fiabilité du service	- Technopole - Congrès
	Les superviseurs sollicitaient une aide extérieure pour tenter de réparer la panne	- Respect des procédures	- Fiabilité du service	- Technopole - Congrès

	Les superviseurs maintenaient le service malgré le dysfonctionnement	- Fiabilité du service	- Respect des procédures - Sécurité - Besoin de contrôle	- Technopole
	Les superviseurs suspendaient le service	- Respect des procédures - Sécurité - Besoin de contrôle	- Fiabilité du service	- Technopole - Congrès
Conditions environnementales difficiles	Les accompagnants tentaient d'intervenir sur les NA	- Respect des procédures - Utilité du service - Besoin de contrôle	- Fiabilité du service	- Campus - Centre de recherches
	Les accompagnants maintenaient le service malgré les conditions environnementales difficiles	- Utilité du service - Satisfaction des passagers - Fiabilité du service	- Respect des procédures - Sécurité - Non-gêne des autres usagers du site	- Centre de recherches
	Les accompagnants suspendaient le service	- Sécurité - Non-gêne des autres usagers du site	- Utilité du service - Fiabilité du service - Besoin de contrôle - Satisfaction	- Campus - Centre de recherches
Attente automatique devant un tronçon unique	Accompagnants et superviseurs laissaient agir le logiciel	- Respect des procédures - Fiabilité du service	- Utilité du service - Besoin de contrôle - Satisfaction des passagers	- Congrès - Technopole
	Accompagnants et superviseurs décidaient de « forcer » le passage	- Utilité du service - Besoin de contrôle - Satisfaction des passagers	- Respect des procédures - Fiabilité du service	
Fiabilisation de la flotte de NA alors qu'une zone du site est en pic d'affluence	Les accompagnants décidaient de rapatrier la flotte de NA vers les zones du site où ils avaient le plus de chance de transporter des passagers	- Fiabilité du service - Respect des procédures	- Utilité du service - Besoin de contrôle - Satisfaction des passagers	- Campus
	Accompagnants et superviseurs laissaient agir le logiciel	- Respect des procédures - Fiabilité du service	- Utilité du service - Besoin de contrôle - Satisfaction des passagers	- Congrès - Technopole
	Accompagnants et superviseurs décidaient de gérer la flotte sans le logiciel pendant ces périodes de pic	- Fiabilité du service - Respect des procédures	- Utilité du service - Besoin de contrôle - Satisfaction des passagers	- Technopole

Contrôle des badges de la part des hôteses	Les hôteses ne contrôlaient pas systématiquement les badges des usagers	- Satisfaction des passagers - Respect des procédures (de la Leading)	- Respect des procédures (des chefs hôteses)	Congrès
--	---	--	--	---------

Dix-huit situations critiques ont amené les régulateurs à opter pour un comportement mettant en balance des valeurs numériquement équilibrées.

L'analyse des valeurs en acte préservées et sacrifiées dans les deux premières situations critiques (« *fermeture des portes au moment où un passager potentiel arrive* » et « *demande de montée/descente de la NA hors des arrêts prévus* ») révèle un conflit entre des valeurs ; conflit relatif au respect des procédures, à la fiabilité du service, à l'utilité et la satisfaction du plus grand nombre d'une part, et à la satisfaction d'un besoin particulier de certains usagers d'autre part.

Ces situations devenaient difficiles à arbitrer pour les accompagnants lors des périodes de faible affluence. En effet, pour les accompagnants, la fiabilité, l'utilité et la satisfaction du plus grand nombre, tout comme le respect des procédures visant à les préserver, perdaient de leur sens lorsque très peu de passagers utilisaient le service. Ainsi, à certaines autres conditions (absence de danger, absence de concepteur, non-gêne des autres usagers du site, faible affluence), la satisfaction de besoins particuliers d'usagers pouvait être privilégiée. Nous remarquons aussi de possibles conflits intrinsèques à une valeur. Par exemple, lors des fermetures des portes (automatiques sur le Campus suisse et manuelles sur les autres sites), les valeurs « *utilité du service* » et « *satisfaction* » pouvaient concerner à la fois les passagers dans la NA, les passagers restés à quai et ceux qui attendaient potentiellement aux arrêts suivants. En fonction du comportement des accompagnants, ces valeurs étaient préservées vis-à-vis de certains acteurs et sacrifiées vis-à-vis d'autres.

L'analyse des directions de regards a montré que les accompagnants anticipaient l'arrivée de passagers potentiels en prenant des informations dans des zones stratégiques du parcours. Par exemple, sur le Centre de recherches, l'accompagnant expérimenté « *jetait un œil* » lors du passage de la NA devant l'entrée du site, quelques mètres avant l'arrêt. Il pouvait ainsi décider s'il déclenchait le redémarrage immédiat de la NA (préservant alors la fiabilité) ou s'il laissait les portes ouvertes pour attendre un passager potentiel qu'il aurait aperçu (préservant alors l'utilité et la satisfaction).

Bien que des passagers non francophones aient embarqué dans les NA sur les 4 sites, cette situation a été qualifiée de critique uniquement lorsque les régulateurs (accompagnants et hôteses) n'étaient pas tous bilingues, ce qui fut le cas sur le Campus suisse et la Technopole. Du fait de la concentration nécessaire à l'interaction dans une langue étrangère non maîtrisée par l'accompagnant, la capacité de ce dernier à être attentif à l'environnement de la NA se trouvait significativement réduite en présence de passagers non-francophones.

Les 4 situations suivantes sont liées à la présence d'obstacles sur la trajectoire : des obstacles physiques, humains (véhiculés ou non, cf. Figures 45, 46, 47, 48) ou animaux. Les NA n'étaient pas, en 2015 et 2016, capables de dévier de leur trajectoire de façon autonome. Or, les concepteurs tenaient à ce que les accompagnants n'interviennent pas sur la conduite des NA, sauf en cas d'urgence.

Pour limiter les effets de ces 4 situations critiques, les accompagnants usaient de stratégies :

- d'anticipation : ils pouvaient avertir les usagers de leur présence avec le klaxon, couper certaines sécurités des NA, arrêter les NA manuellement pour éviter une situation dangereuse, ou encore faire preuve d'une vigilance accrue à l'approche des zones qu'ils savaient « à risque ». Les analyses des expériences vécues par les accompagnants, basées sur les analyses systématiques de leurs prises d'informations visuelles, ont ainsi permis de comprendre, par exemple, pourquoi :
 - o les accompagnants regardaient systématiquement loin devant eux en début de ligne droite : « oui, dès que je sors du virage, je regarde la ligne droite, s'il y a des voitures, des piétons, un camion garé en double file, quelque chose qui se trame au niveau de l'école d'architecture » (verbatim d'un accompagnant sur le Campus suisse) ;
 - o l'accompagnant de la Technopole regardait systématiquement en direction de la végétation se situant à proximité des marécages du golf. Il nous a, en effet, expliqué avoir été surpris, un jour, par la présence de cannetons sur la voie à cet endroit précis.
- de régulation : les accompagnants actionnaient l'arrêt d'urgence (par exemple pour éviter d'écraser les cannetons), ils reprenaient les NA en conduite manuelle pour contourner l'obstacle, ils s'excusaient auprès des usagers dérangés par leurs manœuvres.



Pour illustrer la dimension située (en acte) des valeurs des accompagnants dans les situations critiques, voici une description détaillée des différents comportements observés sur un même site (le Campus suisse) face à des situations d'obstruction de voies :

- Figure 45 : l'accompagnant a attendu l'arrêt automatique de la NA qui a détecté d'elle-même l'obstacle que représentait le camion de livraison. L'accompagnant a ensuite guetté la réaction du livreur. Puis, au bout de 5 secondes, il a enclenché le mode manuel, contourné le camion, avant de se remettre sur la voie et relancer le mode de conduite automatique.
- Figure 46 : l'accompagnant a stoppé la NA environ 15 mètres avant le camion stationné sur la gauche de l'image. Une fois le camion circulant en sens inverse passé, l'accompagnant a activé le mode manuel, dépassé le camion stationné, puis réenclenché le mode automatique.
- Figure 47 : l'accompagnant a attendu l'arrêt automatique de la NA qui a détecté d'elle-même l'obstacle que représentait le taxi. Au bout de 8 secondes l'accompagnant a enclenché le

klaxon. Quinze secondes plus tard il nous a expliqué qu'il pourrait contourner le taxi en enclenchant le mode manuel. Nous lui avons répondu de faire « *comme d'habitude* ». Cinquante secondes plus tard il a à nouveau klaxonné. Quinze secondes plus tard le taxi a fait demi-tour et la NA a pu repartir. Précisons que, dans cette situation, nous effectuions notre premier trajet avec cet accompagnant en tant qu'observateur ; que la relation de confiance n'était pas encore installée entre nous.

En ce qui concerne la première situation prise en exemple (Figure 45), l'accompagnant nous a expliqué qu'il avait « *depuis le début de la ligne droite* » perçu que le livreur n'allait pas se déplacer. Afin de ne pas perdre de temps, il avait « *rapidement* » pris cette décision de contourner manuellement le camion de livraison. Toutefois, dans le but de « *bien faire remarquer au livreur qu'il n'avait pas à se trouver sur la piste* » et que « *d'ailleurs plusieurs panneaux lui avaient signalé cette interdiction* », l'accompagnant avait décidé de laisser la NA s'arrêter au plus près du camion et de marquer la gêne qu'il subissait. Par son action de reprise manuelle de la conduite, l'accompagnant était alors garant de la fiabilité et de l'utilité du service. Il assumait également de sacrifier les valeurs « *respect des procédures* » et « *non-gêne des autres usagers du site* » (le livreur en l'occurrence) en lui faisant part de son mécontentement. L'accompagnant investissait enfin, par son action, dans la fiabilité future du service en essayant de dissuader le livreur de se garer de nouveau sur la piste. Notons que la complexité de cette action d'un point de vue sensible, cognitif et social dépasse largement ce que l'automate est aujourd'hui capable de réaliser.

Dans la situation 2 (Figure 46), l'accompagnant nous a avoué avoir anticipé « *au loin* » la présence du camion stationné à gauche ainsi que l'arrivée de l'autre camion à contresens - et donc la nécessité pour la NA de s'arrêter. Toutefois, plutôt que d'attendre l'arrêt automatique de la NA environ 2 mètres avant le camion stationné, l'accompagnant a décidé de déclencher plus tôt l'arrêt - nous expliquant son action par sa volonté de ne pas « *gêner* » le chauffeur du camion venant à contresens : « *oui, si je ne m'arrête pas à ce moment-là il va peut-être croire que je veux forcer le passage, c'est une façon de lui montrer mon intention. [...] et puis et à cette heure de toutes façons, je n'aurai personne à l'arrêt, donc autant être courtois* ». Par son analyse anticipatrice des déplacements de différents véhicules et sa sensibilité au fait de ne pas gêner autrui, l'accompagnant expert a pris, ici encore, une décision que le système ne serait pas capable, aujourd'hui, de gérer de façon autonome. En ne respectant pas la procédure, il contribuait également à la sécurité du système.

Enfin, en ce qui concerne la dernière situation (Figure 47), nous pouvons faire l'hypothèse que l'accompagnant dont nous avons observé l'activité a favorisé la valeur « *respect de la procédure* » pour une raison fondamentalement sociale. En effet, nous effectuions à ce moment-là notre premier trajet avec cet accompagnant, qui ne connaissait alors de nous que notre fonction d'ergonome et notre affiliation au projet de conception, donc à la Leading.

Dans le cas du croisement d'un autre usager sur un tronçon unique, les accompagnants pouvaient aussi compter sur la conduite de cet usager. Par exemple, il pouvait espérer que l'utilisateur comprenne que la navette était autonome, qu'il fasse preuve de civisme et ne soit pas trop pressé. Le choix de respecter, ou non, la procédure était influencé par un certain nombre de facteurs. En effet, au moment des analyses d'expériences vécues, les accompagnants nous ont, par exemple, expliqué percevoir et prendre en compte « *l'humeur* », le degré d'attention de l'utilisateur leur faisant face sur le tronçon unique, ou encore le « *niveau* » du tronçon unique où avait lieu le croisement : « *le véhicule le plus avancé sur le tronçon est généralement prioritaire* » nous a dit un accompagnant.

Sur l'ensemble des sites, des usagers ont défié la sécurité des NA en se « *jetant* » devant elles lorsqu'elles roulaient. Face à cette situation de défi de la sécurité, les accompagnants des différents sites préféraient feindre un amusement. Nous faisons l'hypothèse que la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* » prenait plus de poids dans cette situation, pour plusieurs raisons : d'abord parce que les accompagnants étaient « *jeunes* » (la moyenne d'âge était de 27 ans sur l'ensemble des expérimentations et de 35 ans sur le site du Congrès). Ensuite parce que cette situation avait, d'après les accompagnants, majoritairement lieu en début d'expérimentation (et qu'il était important pour eux, à ce moment-là, de se « *construire une bonne image sur le site pour attirer les usagers* »). Enfin, parce qu'au moment où les accompagnants pouvaient réagir à cette situation, les valeurs d'utilité, et de fiabilité du service étaient déjà sacrifiées. La sécurité n'avait pas été atteinte. Il ne leur restait donc, dans l'immédiat, que la non-gêne des autres usagers à préserver. Le seul comportement différent que nous avons observé a été déployé par la superviseure du Congrès qui allait faire remarquer aux usagers « *défiant la sécurité* » les perturbations générées par leurs comportements : « *puisque personne ne le fait, c'est moi qui doit surveiller les comportements dangereux des gens et les reprendre au besoin, donc oui j'ai le rôle de la méchante des fois* ».

Sur tous les sites, des comportements inappropriés des passagers ont été constatés, par exemple : monter dans la NA avec un chien, manger ou boire une bière dans l'habitacle, fumer...

Chaque exemple mériterait sans doute d'être étudié comme une situation critique à part entière tant les déterminants à l'origine des conflits de valeurs en acte et des réponses des accompagnants sont nombreux. Pour citer quelques-uns de ces déterminants : la personnalité/les valeurs de l'accompagnant, le type de passager(s) se comportant de façon inappropriée (groupe de jeunes, personne handicapée, enfants...), la présence ou non d'autres passagers dans la NA (susceptibles d'être gênés par le comportement inadapté), la nature du comportement : fumer du cannabis vs fumer une cigarette électronique ; boire dans une bouteille d'eau vs. boire une bière dans un gobelet ; monter avec son chien vs. monter avec chien d'aveugle (situations ayant toutes existé), le degré d'expertise de l'accompagnant (l'accompagnant novice du Centre de recherches ne savait pas, par exemple, si la cigarette électronique était interdite à l'intérieur des NA), etc.

Lors des situations de dépassements dangereux par d'autres véhicules, les accompagnants prenaient visuellement l'information manquant aux conducteurs les dépassant ou susceptibles de les dépasser. Connaissant le fonctionnement de la NA (démarrage et/ou accélération imminente de la NA) s'ils percevaient un danger, ils :

- avertissaient les usagers engagés dans cette situation (conducteur souhaitant les dépasser, usager arrivant à pied, conducteur sortant d'un garage...) par l'usage du klaxon, de mouvements de bras ;
- retardaient le démarrage de la NA, reprenaient la conduite en mode manuel, appuyaient sur le bouton d'arrêt d'urgence.

Les situations de gestion des montée/descente des NA (par les accompagnants et les hôtes) et d'usagers demandant le délai d'arrivée de la prochaine NA (par les hôtes uniquement) n'ont été observées que sur l'expérimentation du Congrès. Nous ne pouvons néanmoins pas affirmer qu'elles n'aient pas existé sur les autres sites.

Concernant la situation de demande du délai d'arrivée de la prochaine NA de la part d'usagers, les hôtesses avaient plusieurs façons de répondre qui ont évolué au cours des 5 jours de démonstration au Congrès. Les analyses expérientielles ont montré qu'au cours des premières heures de la première journée où elles ont pris leur poste, elles répondaient sur la base du délai d'arrivé « *normal* » des NA (environ toutes les 5 minutes). Cette situation est devenue critique lors des premiers retards des NA, contribuant à rendre les réponses données par les hôtesses « *trompeuses* » pour les usagers. Pour être plus justes dans leurs réponses, les hôtesses ont alors développé des stratégies. Elles tentaient de se renseigner auprès des accompagnants, de la superviseure ou de l'autre hôtesse (soit en direct - notamment pour l'hôtesse située à l'arrêt Parc des expositions qui était donc à côté de la superviseure - soit en utilisant leurs talkies-walkies). Ces stratégies avaient pour avantage d'améliorer l'utilité et la fiabilité du service, le sentiment de contrôle de l'hôtesse et de préserver la satisfaction des passagers attendant la NA. Malheureusement cette stratégie avait aussi pour effet de gêner les accompagnants, donc les passagers dans les NA, et la superviseure ; superviseur qui a, en conséquence décidé - au troisième jour d'expérimentation - de récupérer les talkies-walkies des hôtesses. Les hôtesses ont alors repris leur technique initiale en répondant aux usagers sur la base du délai d'arrivé « *normal* » des NA, et en prenant la précaution de prévenir les usagers que ce délai pourrait être supérieur en cas d'aléas. Les valeurs « *fiabilité du service* », « *utilité* » du service, « *satisfaction* » étaient alors plus ou moins préservées en fonction du délai d'arrivée des NA. En cas de retard des navettes, les hôtesses tentaient de limiter l'atteinte à ces 3 valeurs en renseignant les usagers sur les causes du retard et en estimant le nouveau délai d'arrivée des navettes. Pour cela elles utilisaient 2 stratégies :

- elles se déplaçaient sur le site pour augmenter leur champ de vision sur le circuit ;
- elles utilisaient, non plus le talkie-walkie, mais leur propre téléphone portable lorsque le délai « *normal* » d'arrivée des NA était dépassé. Elles joignaient alors, sur leurs téléphones portables personnels, par message texte (pour rester discrètes vis-à-vis de certains salariés de la Leading, comme la superviseure), l'autre hôtesse ou des salariés de la Leading avec lesquels une relation de complicité avait été établie.

Cet exemple illustre la dynamique des valeurs en acte et la façon dont les régulateurs sont capables d'adapter leurs stratégies pour préserver leurs valeurs à mesure des situations critiques qu'ils découvrent (et que les concepteurs de la Leading ne perçoivent pas toujours). Cet exemple montre également que la présence hôtesses sur le site du Congrès, et les analyses expérientielles menées auprès de ces régulatrices ont permis de révéler une nouvelle situation critique ayant probablement des impacts sur l'acceptation des NA ; et pouvant donner lieu à des repères de conception (cf. Annexe 2).

Dans les situations de dysfonctionnements des NA (liées à la technique ou aux conditions météorologiques), le degré de réussite de la régulation entreprise par les accompagnants déterminait la préservation ou le sacrifice de certaines valeurs, comme l'utilité du service, la satisfaction des passagers, la fiabilité du service ou la non-gêne des autres usagers du site : « *si je solutionne la panne en 30 secondes, ça va, les passagers sont cools ; par contre si je galère, les gens sortent, je me fais klaxonner par les voitures, je stresse à fond* ». Cet exemple illustre le fait que, dans certaines situations, le poids des valeurs est dynamique. D'ailleurs, dans ces deux situations critiques, plusieurs types de comportements pouvaient se succéder : les accompagnants tentaient d'intervenir sur les NA, puis ils sollicitaient une aide extérieure, puis ils suspendaient le service. Sur le site du Congrès et de la Technopole, les superviseurs étaient associés à la recherche de solutions et au choix de suspendre ou non le service (avec les mêmes conflits de valeurs en jeu).

Dans ces situations, les comportements des régulateurs étaient influencés par : leurs compétences techniques (savoir identifier et réparer un dysfonctionnement), la présence ou l'absence de passagers dans la NA, ou encore la nature du dysfonctionnement.

Sur les sites du Centre de recherches, du Congrès et de la Technopole, à certaines périodes de la journée, les régulateurs estimaient qu'il n'était pas pertinent, du point de vue de la qualité de service, que les NA soient équidistantes.

Sur le site de l'industriel de l'automobile, les accompagnants s'autorisaient à ne pas redémarrer immédiatement les NA lorsque celles-ci s'arrêtaient à l'arrêt « restaurant » entre 12h et 14h. En effet, dû au flux important d'utilisateurs du site sortant du restaurant à cette heure de la journée, le fait de stationner quelques secondes de plus à l'arrêt « restaurant » assurait la montée de passagers à bord des NA. Toutefois, un des objectifs poursuivis par la Leading était de permettre aux NA d'effectuer le plus grand nombre de kilomètres possibles pendant la durée de l'expérimentation - notamment dans le but de fiabiliser la technologie. Ainsi, alors que dans les premiers jours de travail, les accompagnants novices redémarrèrent les NA de façon indifférenciées quels que soient les arrêts ou les moments de la journée, ces mêmes accompagnants, une fois expérimentés, s'autorisaient à déroger à la procédure (et à la valeur « respect des procédures ») afin de se sentir utiles : « normalement je ne devrais pas m'arrêter aussi longtemps aux arrêts, mais en même temps je sais que si je reste une minute je vais remplir la navette et ça m'embête de faire des tours à vide, surtout à cette heure de la journée ».

Sur la Technopole, les accompagnants (en accord avec les superviseurs) se sont, dès les premières semaines d'expérimentation, autorisés à rassembler les NA à l'une des extrémités du circuit les matins, aux moments des arrivées de bus dans cette zone du site (cf. Figure 49) ; et à l'inverse à l'autre extrémité du circuit les soirs aux moments des retours des usagers du site depuis leurs bureaux vers cette même zone de stationnement des bus. Ce faisant, ils dérogeaient à la prescription, et d'une certaine façon à la fiabilité du service (équidistance), mais ils avaient le sentiment de proposer un service utile, utilisé, et qui satisfaisait certains usagers du site.



Figure 49 : NA rassemblées à 8h vers les arrêts de bus de la Technopole

Sur le site du Congrès, les régulateurs (salariés de la Leading) ne se sont pas autorisés à déroger ainsi à la procédure.

Parfois, une NA était stoppée devant un tronçon unique sans qu'aucune NA n'arrive en sens inverse (soit parce que la NA qui devait arriver en sens inverse se trouvait dans une des situations critiques précédemment évoquées ; soit parce que le logiciel « fiabilisait le service » en rééquilibrant la distance entre les navettes). La NA devaient alors attendre devant le tronçon unique, sans raison visible.

Lorsqu'ils transportaient des passagers et qu'ils ne voyaient aucune autre NA arriver face à eux, les accompagnants appelaient les superviseurs pour leur demander de « forcer le passage ». Après avoir vérifié, sur leur écran de contrôle, que cette manœuvre ne poserait pas de problème de sécurité ou de gêne d'une autre NA, les superviseurs modifiait l'ordre de passage des NA sur le tronçon concerné, ce qui était interdit par la Leading.

L'analyse de ces deux dernières situations critiques révèle des problématiques inhérentes à la gestion de flotte, dont les concepteurs et les exploitants de NA (et peut-être des véhicules autonomes en général) doivent s'emparer.

Sur la Technopôle, les hôtesses avaient pour consigne de la part de leurs responsables (les chefs hôtesses) de contrôler tous les badges avant que des usagers présents à l'arrêt « *Palais des Congrès* » (hors du site) prennent place dans les NA en direction du « *Parc des expositions* » (à l'intérieur du site). Ceci afin d'éviter que des personnes ne fraudent le paiement des entrées au site en passant par les NA. Or, le concepteur insistait quant à lui pour que l'hôtesse se trouvant à l'arrêt « *Palais des congrès* » laisse monter l'ensemble des personnes qui le désiraient en assurant un accueil chaleureux.

Cette situation critique pose la question des contrôle (des badges, des titres de paiement, des identités, etc.) dans les NA (et peut-être des véhicules autonomes en général) ; question qui devra également être instruite par les concepteurs et les exploitants de ces véhicules.

2.3.2. Situations critiques amenant des arbitrages entre des valeurs numériquement déséquilibrées

Tableau 12 : Situations critiques amenant des arbitrages entre des valeurs numériquement déséquilibrées

Situations critiques	Réponses des régulateurs	Valeurs préservées par les régulateurs	Valeurs sacrifiées par les régulateurs	Sites sur lesquels les réponses ont été constatées
Usager du site sur la voie	Les accompagnants reprenaient la conduite en « <i>mode manuel</i> » pour dépasser l'usager	<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité - Utilité du service - Fiabilité du service - Non-gêne des autres usagers - Besoin de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures 	<ul style="list-style-type: none"> - Campus - Centre de recherches - Technopole
Croisement d'un autre véhicule sur un tronçon à voie unique	Les accompagnants arrêtaient la NA puis, après accord avec le conducteur de l'autre véhicule, ils réenclenchaient la marche avant de la NA	<ul style="list-style-type: none"> - Fiabilité du service - Besoin de contrôle - Satisfaction des passagers - Sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Non-gêne des autres usagers 	<ul style="list-style-type: none"> - Campus - Technopole
Obstacles physiques sur la trajectoire	Les accompagnants n'intervenaient pas et laissaient la NA bloquée derrière l'obstacle en attendant que cet obstacle soit déplacé (la NAV2 n'était pas, en 2015 et 2016 capable de dévier, de façon autonome, de sa trajectoire apprise)	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures - Sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilité du service - Fiabilité du service - Satisfaction des passagers - Besoin de contrôle - Non-gêne des autres usagers 	<ul style="list-style-type: none"> - Campus - Centre de recherches - Technopole
	Les accompagnants descendaient de la NA pour déplacer eux-mêmes l'obstacle	<ul style="list-style-type: none"> - Utilité du service - Fiabilité du service - Satisfaction des passagers - Besoin de contrôle - Non-gêne des autres usagers 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures - Sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Campus - Centre de recherches
	Les accompagnants prévenaient les superviseurs qu'un obstacle fixe et non déplaçable (moto, voiture arrêtée) était présent sur la voie. Les superviseurs appelaient alors la police ou le service de sécurité du site pour faire enlever l'obstacle en question	<ul style="list-style-type: none"> - Utilité du service - Fiabilité du service - Satisfaction des passagers - Respect des procédures - Sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Non-gêne des autres usagers 	<ul style="list-style-type: none"> - Campus - Centre de recherches - Technopole

Dysfonctionnements	Les hôtesses prévenaient les usagers du dysfonctionnement, l'expliquaient lorsqu'elles le pouvaient et s'excusaient	- Respect des procédures	- Utilité du service - Fiabilité du service - Satisfaction des passagers - Besoin de contrôle	Congrès
Hésitation d'un usager à la montée	Les accompagnants engageaient la conversation avec l'usager hésitant pour identifier la nature des hésitations (peur d'utiliser la NA, incertitude quant à sa façon de fonctionner, sa gratuité, sa destination, etc.) et y répondaient de façon circonstanciée pour que le passager utilise le service	- Utilité du service	- Fiabilité - Respect des procédures - Utilité du service (pour les passagers déjà à bord et les passagers potentiels attendant aux autres arrêts) - Satisfaction (des passagers déjà à bord et les passagers potentiels attendant aux autres arrêts)	- Campus - Centre de recherches - Technopole
	Les accompagnants ne prêtaient pas attention à l'usager et poursuivaient le service	- Fiabilité du service - Respect des procédures - Utilité du service (pour les passagers déjà à bord et les passagers potentiels attendant aux autres arrêts) - Satisfaction (des passagers déjà à bord et les passagers potentiels attendant aux autres arrêts)	- Utilité du service	Tous

Cinq situations critiques ont amené les régulateurs à opter pour un comportement mettant en balance des valeurs numériquement déséquilibrées. Quatre de ces situations critiques ont également été inscrites dans le Tableau 11.

Les résultats du Tableau 12 conduisent à dresser deux constats majeurs :

- dans certaines situations une ou deux valeurs semblent prendre un tel poids qu'elles peuvent amener à en sacrifier 4 ou 5 autres (qui, dans cette situation ont certainement beaucoup moins de poids). Par exemple, lors de « l'hésitation d'un usager à la montée », dans un contexte de faible affluence, où personne n'est encore entré dans la NA, où l'accompagnant pense peu probable que des passagers potentiels l'attendent aux arrêts suivants, cet accompagnant peut prendre le temps de convaincre un usager d'utiliser le service. Sur le site du Congrès, la présence des hôtesses pourrait expliquer le fait que les accompagnants n'aient pas rencontré cette situation critique.

- Dans certaines situations, des valeurs sont en balance nettement défavorable, ce qui explique leur sacrifice par les régulateurs. Ce constat pourrait, en prenant l'exemple de la situation de dépassement manuelle d'un usager sur la voie, amener le concepteur à se demander pourquoi la valeur « *respect des procédures* » s'oppose de façon aussi déséquilibrée aux valeurs que les accompagnants tentent de préserver.

2.3.3. Un système de valeur et des arbitrages évolutifs dans le temps, en fonction du niveau d'expertise ?

Sur le Centre de recherches, nous avons pu suivre l'évolution des activités, des expériences vécues, des valeurs et des arbitrages de deux accompagnants sur 15 semaines, depuis leur premier jour jusqu'à leur quatrième mois de travail.

Plusieurs résultats ressortent de ces analyses et ont d'ailleurs été illustrés par des exemples pris précédemment.

D'abord, la valeur « *fiabilité* » s'est par certains aspects développée. L'accompagnant expérimenté a, en effet, développé des compétences lui permettant d'éviter des situations critiques mettant en jeu cette valeur fiabilité : « *là, quand il neige comme cela, il vaut mieux que je suspende le service ; l'autre jour je suis resté bloqué avec des gens à l'intérieur, c'était pas cool* » ; « *quand j'entends ce bruit, je sais que c'est pas bon* ».

Cette valeur « *fiabilité* » a aussi perdu de son importance en parallèle de l'affaiblissement de la valeur « *respect des procédures* », puisqu'une des procédures était de faire rouler un maximum les NA (pour tester leur fiabilité), et donc de rester le moins longtemps aux différents arrêts. Or, comme nous l'avons montré par plusieurs exemples, cette procédure ne semblait pas pertinente pour les régulateurs dans certaines situations (notamment lors de pics d'affluence dans une zone du site). Ce résultat montre qu'il pourrait être pertinent de décliner la valeur « *fiabilité* » (et/ou la valeur « *respect des procédures* ») en sous-valeurs.

Nous avons par ailleurs constaté un développement de la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* ». Les accompagnants connaissaient de mieux en mieux les autres usagers du site, ils construisaient avec certains des relations, ils percevaient mieux leurs contraintes et ils développaient de ce fait une sensibilité inhérente au fait de ne pas les gêner - sensibilité se manifestant, par exemple, par le fait de couper le klaxon automatique à proximité des ouvriers.

Les accompagnants connaissaient également mieux les passagers et les passagers potentiels, leurs habitudes, leurs circuits, leurs flux et la manière dont ils pouvaient les satisfaire, rendre le service utile.

Les rapports à la sécurité, au « *besoin de contrôle* », ont aussi évolué pour l'accompagnant du Centre de recherches au fil des semaines. Lors des premiers jours de service, on trouvait ces deux valeurs :

- dans son discours ;
- dans la fréquence de ses prises d'informations visuelles (l'accompagnant novice réalisait au minimum 125 prises d'information par circuit lors de son deuxième jour de travail) ;
- à sa posture dans la NA. L'accompagnant novice était debout, proche du boîtier de conduite manuelle, en alerte.

Puis progressivement, l'accompagnant a privilégié la posture assise, délaissé la proximité du boîtier de conduite manuel (s'en rapprochant seulement dans certaines situations), et il s'est intéressé davantage à d'autres valeurs.

L'accompagnant novice considérait comme potentiellement critiques toutes les phases d'activité, alors que l'expert discriminait les phases potentiellement critiques. Les 125 contrôles du novice étaient dirigés tout autour de la NA (à 360° ou seulement 180° vers l'avant) et espacés de 10 à 15 secondes. Les 55 contrôles qu'il réalisait une fois expérimenté étaient ciblés. Ce recueil systématique des prises d'informations visuelles nous a amené également à constater que l'expert réalisait des contrôles dans des zones que le novice ne contrôlait pas : l'arrière de la NA avant les stationnements et les virages à gauche (contrôles systématiques chez l'expert), l'entrée du site (contrôles systématiques chez l'expert), la cheminée (contrôles ponctuels chez l'expert). L'analyse des expériences vécues en situations critiques et des valeurs en acte chez l'expert, a montré que ces contrôles ciblés servaient à anticiper de potentielles situations critiques qu'il avait rencontrées au cours des 2 mois précédents (par exemple de la fumée s'échappant d'une des cheminées du site, qui venait perturber le fonctionnement de la NA lorsque le vent venait du sud).

D'une manière générale, ces résultats indiquent qu'en se confrontant au quotidien à la gestion du service de transport par NA, l'accompagnant a découvert un panel de situations critiques auxquelles il pouvait être exposé, ainsi que différents enjeux du service (pour les passagers, les usagers du site non-utilisateurs, les exploitants, la Leading, et pour lui-même). Grâce à sa sensibilité et son intelligence (capacité à s'adapter), l'accompagnant a développé des stratégies d'anticipation et de régulation des situations critiques.

Les analyses expérientielles menées sur les autres sites, tendent à confirmer ces résultats, avec néanmoins quelques nuances localisées. Par exemple, sur le Campus suisse, la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* » n'était pas partagée par tous les accompagnants experts vis-à-vis de certaines catégories d'autres usagers du site (certains livreurs, les étudiants de l'école d'architecture). Ces accompagnants estimant que leur service de transport par NA était prioritaire et que c'était aux autres usagers de s'adapter.

Les autres catégories de régulateurs étaient également sujettes à des évolutions de leurs valeurs. Par exemple, la valeur « *respect des procédures* » a diminué chez les superviseurs du Campus suisse et de la Technopole, au cours du temps.

Les analyses expérientielles menées ne nous ont, en revanche, pas permis de tisser des liens entre l'âge des régulateurs et leurs systèmes de valeurs en acte et formes d'arbitrages (cf. hypothèse élaborée au Chapitre 4(3)). Les régulateurs que nous avons interviewés étaient, en effet, âgés de 21 à 33 ans (à l'exception du Congrès ou un salarié de la Leading était plus âgé), ce qui ne nous a pas semblé présenter un éventail d'âge suffisant pour dégager des catégories distinctes.

3. Valeurs portées par les autres acteurs

Les valeurs des autres acteurs (utilisateurs des NA, usagers du site non-utilisateurs, exploitants, concepteurs de la Leading) ont pu être identifiées au cours des différentes analyses.

Ces valeurs, présentaient trois intérêts majeurs du point de vue de la conception des NA :

- elles influençaient probablement les valeurs (et notamment les valeurs en acte au moment de la gestion des situations critiques) des régulateurs. L'identification de ces liens d'influences devait alors alimenter les résultats du sous-chapitre précédent.
- L'identification des valeurs des usagers des sites d'expérimentation (passagers des NA et autres usagers du site non-utilisateurs) devait nous permettre de développer notre compréhension des phénomènes d'acceptation/de rejet des NA.

- L'identification des valeurs portées respectivement par les exploitants et les concepteurs de la Leading, devait nous aider à identifier des freins et des leviers inhérents à l'exploitation et la conception des NA.

Ce 3^{ème} sous-chapitre du Chapitre 13 est composé des items suivants :

- 3.1. Techniques utilisées pour identifier les valeurs des autres acteurs
- 3.2. Valeurs portées par les passagers des NA
- 3.3. Valeurs portées par les autres usagers du site non-utilisateurs des NA
- 3.4. Valeurs portées par les exploitants
- 3.5. Valeurs portées par les concepteurs de la Leading

En raison de la multitude de techniques utilisées pour identifier les valeurs des autres acteurs, et de la diversité des protocoles que nous avons dû mettre en place pour nous adapter à chaque contexte, les valeurs sont ici recensées d'un point de vue essentiellement qualitatif (nous n'avons pas pu hiérarchiser les valeurs comme nous l'avons fait avec les régulateurs). De même, du fait de la nature de nos matériaux, il n'est pas possible de discriminer rigoureusement les valeurs en acte des valeurs déclaratives ; nous avons donc utilisé le terme englobant « *valeurs* ».

3.1. Techniques utilisées pour identifier les valeurs des autres acteurs

Pour identifier les valeurs des autres acteurs nous avons eu recours à :

- Des observations participantes, les entretiens informels (déjà développé dans le Chapitre 13(1.1.2))
- Des recueils de verbalisations systématiques (déjà développé dans le Chapitre 13(1.1.3))
- Les *entretiens composites* à destination des régulateurs (3.1.1)
- Les *entretiens composites* à destination des concepteurs et des exploitants (3.1.2)
- Le questionnaire *utilisateurs* du Centre de recherches (3.1.3)

3.1.1. *Entretiens composites* à destination des régulateurs

Les *entretiens composites* à destination des régulateurs (cf. Annexe 6) étaient aussi des occasions pour élaborer des hypothèses sur les valeurs des autres acteurs. Nous estimions, en effet, qu'en tant que garants du bon fonctionnement du service, les régulateurs, étaient sensibles aux valeurs des autres acteurs.

Ainsi, la grille des *entretiens composites* comportait des questions tels que : « *qu'est-ce qui fait, selon toi, que les usagers du site utilisent le service/ ne l'utilisent pas ? Comment vivent-ils cette expérience ? Quels sont leurs retours ? Comment la présence des navettes est-elle perçue de la part des différentes catégories d'usagers du site ? Comment la présence des régulateurs est-elle perçue par les usagers des sites ? Qu'est-ce qui est le plus important selon toi pour les concepteurs / les exploitants vis-à-vis d'une expérimentation comme celle-là ?* ».

3.1.2. *Entretiens composites* à destination des concepteurs et des exploitants

Les *entretiens composites* à destination des concepteurs et des exploitants des NA (cf. Annexe 7) étaient l'occasion d'identifier les valeurs de ces acteurs à l'encontre de la technologie NA, de sa conception, de son exploitation.

Ils étaient questionnés sur la façon dont ils percevaient la conception des NA, sur leurs valeurs en tant que concepteurs : « *Quels sont les objectifs de ces expérimentations, qu'est-ce qui est important dans ce projet, dans cette expérimentation ? Pour ton entreprise ? Pour toi personnellement ? Y a-t-il des risques pour ton entreprise ? Pour toi personnellement ? Lesquels ? Comment vois-tu l'autonomisation des NA, du service dans les mois/ années à*

venir ? La gestion de la sécurité ? L'évolution de l'acceptation de cette technologie innovante ? La communication auprès des clients (exploitants et/ou utilisateurs) ? »

Les conflits de valeurs étaient également recherchés : *« y-a-t-il des situations qu'il est aujourd'hui difficile de gérer, où l'on est obligé de faire un compromis ? Comment fais-tu pour faire un choix ? Comment classes-tu par ordre d'importance ? Et là tu as ressenti quoi à ce moment-là ? Tu t'es dit quoi ? Tu as craint quoi ? Visé quoi ? »*.

3.1.3. Questionnaire *utilisateurs* du Centre de recherches

Quatre items du *questionnaire utilisateurs du Centre de recherches* permettaient d'appréhender, plus ou moins directement, les valeurs des usagers du Centre de recherches :

- comment avez-vous perçu cette expérience ? (43 passagers ont répondu à cette question) ;
- quelles évolutions du service / des NA pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ? (43 passagers ont répondu à cette question) ;
- pourquoi n'avez-vous jamais utilisé la NAV2 ? (65 usagers du site non-utilisateurs du service ont répondu à cette question) ;
- la présence de l'accompagnant est-elle surtout (cinq possibilités de réponses étaient proposées) :
 - o Sécurisante
 - o Instructive
 - o Gênante
 - o Utile
 - o Inutile

Cette dernière question visait à identifier les représentations des passagers vis-à-vis de la présence des accompagnants dans les NA ; et le poids de cette présence sur l'acceptation / le rejet du service (47 passagers du site ont répondu à cette question).

3.2. Valeurs portées par les passagers des NA

Dix valeurs ont été identifiées chez les passagers des NA : curiosité, utilité, fiabilité, lien social, sécurité, écologie, fierté régionale, préservation de l'emploi, lutte contre la sédentarité, non-gêne des autres usagers du site. Nous avons choisi de relever les valeurs communes à au moins 1/3 des sites expérimentaux (2 sites sur les 6).

3.2.1. Curiosité

Les observations et entretiens réalisés auprès des utilisateurs des NA ont indiqué qu'une des principales valeurs à l'origine de l'utilisation des NA de leur part était la « *curiosité* ». Les passagers des 6 sites expérimentaux appréciaient le fait de participer à l'expérimentation d'une technologie futuriste, de s'instruire à propos de ce mode de transport innovant : *« on en a entendu parler à la radio donc on est venu l'essayer »* ; *« je la vois passer devant le bureau tous les jours, pour une fois qu'elle est là au moment où je sors, c'est l'occasion d'y monter »*.

3.2.2. Utilité

La valeur « *utilité* » a été également régulièrement évoquée sur les 6 sites expérimentaux. Cette valeur était généralement associée à des situations particulières : *« lorsqu'il pleut »*, *« lorsqu'il fait froid »*, *« pour les personnes à mobilité réduite »*, *« si l'on est blessé ou malade »*, *« si on a des bagages à porter »*, *« lorsque l'on a des distances importantes à parcourir »*... Ainsi, la majorité des utilisateurs abordaient cette valeur « *utilité* » en se montrant plutôt critiques vis-à-vis du service, comme l'illustrent les résultats des questionnaires *utilisateurs* du Centre de recherches (cf. Tableau 13).

Tableau 13 : Résultats du *Questionnaire utilisateurs du Centre de recherches*. Réponses à la question : « comment avez-vous perçu cette expérience ? »

Comment avez-vous perçu cette expérience ?			
Answer Options		Response Count	
		43	
<i>answered question</i>		43	
<i>skipped question</i>		99	
Number	Response Date	Response Text	Categories
1	mai 20, 2016 2:51 PM	Pour des trajets aussi court : amusant mais inutile, surtout que le gain de temps est nul voir négatif en prenant en compte le temps d'attente	
2	mai 19, 2016 10:39 AM	C'est rigolo et ça réponds à ma curiosité...	
3	mai 19, 2016 10:26 AM	Utile quand il fait mauvais temps.	
4	mai 19, 2016 10:00 AM	Un intérêt si pluie	
5	mai 4, 2016 4:05 PM	Temps d'attente trop long. Je l'ai utilisé surtout parce que j'étais intéressé de tester	
6	avr 28, 2016 9:31 AM	je pense que c'est important que [Nom de l'entreprise] s'investisse dans ce type de démarche	
7	avr 28, 2016 6:04 AM	Intéressant	
8	avr 27, 2016 4:35 PM	super agréable mais très lent	
9	avr 27, 2016 3:47 PM	lente	
10	avr 27, 2016 3:43 PM	Bonne mais pas plus rapide qu'à pieds.	
11	avr 27, 2016 3:37 PM	La première fois, on a du descendre car elle n'avancait plus. La deuxième, elle ne s'est pas arrêté. La troisième, le trajet était long.	
12	avr 27, 2016 3:11 PM	J'aime bien c'est pratique (même si j'ai déjà fait la moitié du parcours quand je la prends)	
13	avr 27, 2016 3:03 PM	lente	
14	avr 27, 2016 2:47 PM	Déçu que les véhicule ne soient pas vraiment autonome (présence d'un accompagnant) qui gache l'expérience.	
15	avr 27, 2016 2:35 PM	questions posées à l'accompagnant sur fonctionnement et sa presence Vitesse trouvée comme faible	
16	avr 27, 2016 2:31 PM	PRATIQUE surtout par mauvais temps	
17	avr 27, 2016 2:14 PM	Un peu lent...	
18	avr 27, 2016 2:08 PM	Découverte intéressante d'un moyen de transport alternatif, mais sans réel intérêt pratique	
19	avr 27, 2016 2:01 PM	on appelle ça une expérience ?	
20	avr 27, 2016 2:00 PM	Très pratique lorsque l'on est chargé et/ou qu'il ne fait pas beau. La navette est assez rapide, on ne perd donc pas de temps.	
21	avr 27, 2016 1:59 PM	très agréable	
22	avr 27, 2016 1:58 PM	Expérience à vivre. Espoir d'une continuation du projet avec un autre itinéraire tenant compte du Campus	
23	avr 27, 2016 1:58 PM	Très bien, à maintenir. Depuis que le visu position réelle est en ligne, parfait. Permet de synchroniser ses déplacements.	
24	avr 27, 2016 1:53 PM	Bien	
25	avr 27, 2016 1:53 PM	Globalement bien. La vitesse est très lente.	
26	avr 27, 2016 1:50 PM	Bien	
27	avr 27, 2016 1:50 PM	Innovatrice	
28	avr 27, 2016 1:49 PM	Navette très lente pour aller de F39 à porte de Bourges. (Les personnes à pied vont plus vite) Pas d'arrêt devant F39.	
29	avr 27, 2016 1:46 PM	Pertinent surtout en cas de pluie. Les trajets ne sont pour le moment pas optimaux pour notre besoin F39/E24 donc on l'emprunte peu.	
30	avr 27, 2016 1:46 PM	L'idée est bonne, mais il faudrait que ça aille beaucoup plus vite. Je vais aussi vite à pieds.	
31	avr 27, 2016 1:43 PM	Pas autonome. Horaires peu adaptés. Rarement là quand on a besoin	
32	avr 27, 2016 1:42 PM	expérience intéressante mais peu séduisante au regard de l'utilisation de moyens plus simples et agréables comme le vélo, sensation d'être "handicapé" car vitesse trop réduite	
33	avr 27, 2016 1:41 PM	Bien, car il pleuvait la première fois, et j'étais malade la seconde fois. Cependant elle est assez lente, et il reste un besoin d'action humaine. Le trajet ne semble pas idéal, car il y a des poids-lourds q	
34	avr 27, 2016 1:40 PM	très lente. Je n'ai vu aucun gain par rapport à un trajet à pied. Et marcher est bon pour la santé....	
35	avr 27, 2016 1:40 PM	transport relativement confortable, surtout quand la météo est désagréable.	
36	avr 27, 2016 1:38 PM	trop lent	
37	avr 27, 2016 1:37 PM	Inutile car je marche aussi vite qu'elle et que mon bureau n'est pas assez loin de son point de départ. Elle serait utile si la navette partait des parkings de stationnement. La distance étant plus longue	
38	avr 27, 2016 1:37 PM	Très bonne expérience	
39	avr 27, 2016 1:36 PM	très pratique -si le bureau est très éloigné qu parking	
40	avr 27, 2016 1:34 PM	bof	
41	avr 27, 2016 1:33 PM	la navette est un peu lente	
42	avr 27, 2016 1:32 PM	trop lent	
43	avr 27, 2016 1:31 PM	tous simplement génial.	

Nous pouvons constater qu'à la question « comment avez-vous perçu cette expérience ? », 30 répondants sur 43 abordaient la dimension « utilité ». Sur les 30 répondants en question, 23 soulignaient une non-satisfaction à cette valeur (surlignées en orange) contre 7 qui indiquaient, certes une satisfaction à cette valeur « utilité », mais conditionnée par certains contextes (soulignés en vert) : par « mauvais temps » (abordé dans 7 réponses) ; lorsque les bureaux sont éloignés (2 réponses), lorsque l'on est malade (1 réponse), lorsque l'on est « chargé » (1 réponse). L'utilité était régulièrement associée à la rapidité des NA. En effet, à la question « quelles évolutions du service/des navettes pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ? », sur 43 passagers du Centre de recherches répondant, 24 ont évoqué le manque de rapidité (surligné en bleu sur le Tableau 14). La disponibilité des NA, les circuits empruntés par le service et la présence de l'accompagnant (donc l'absence d'autonomie des NA), étaient d'autres raisons invoquées par les passagers critiquant l'utilité.

Tableau 14 : Résultats du Questionnaire utilisateurs du Centre de recherches. Réponses à la question : « Quelles évolutions du service des navettes pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ? »

1	mai 20, 2016 2:51 PM	<u>Pas d'arrêt définie - on l'attrape au vol si elle passe et ne s'op quand l'on veut - avec en option une application de localisation de la navette avec temps attente avant qu'elle passe devant toi - avec vue du tracé sur un plan type bimap (une Google map avec sur</u>
2	mai 19, 2016 1:32 PM	accélérer la navette, <u>circuit passant à E24</u> , nombre de navette
3	mai 19, 2016 10:39 AM	Personnellement je ne vois pas l'intérêt de ce type de service, très coûteux en technologie pour arriver à se déplacer presque aussi vite qu'à pieds. A part pour les personnes à mobilité réduite (si elles arrivent à monter dedans) et en cas de pluie (si on a pas
4	mai 19, 2016 10:26 AM	<u>Plus de navettes ou de passage de la navette Arrêt mieux adapté.</u>
5	mai 19, 2016 10:00 AM	<u>Plus rapide (aucun gain de temps pour le moment vs trajet à pied)</u>
6	mai 4, 2016 4:05 PM	Une modification des trajets pour être plus efficace versus la marche à pied et / où sur des distance plus longues
7	avr 28, 2016 3:09 PM	<u>Plus rapide, plus fréquent, plus permanent.</u>
8	avr 28, 2016 9:31 AM	un nombre supérieur de navettes, <u>en même temps, pour mieux couvrir la journée</u>
9	avr 28, 2016 6:04 AM	Pas d'accompagnant
10	avr 27, 2016 4:35 PM	<u>maintenant : qu'elle vienne au campus.</u>
11	avr 27, 2016 3:47 PM	<u>trajets plus direct, trajets plus rapides</u>
12	avr 27, 2016 3:43 PM	<u>Plus de rapidité. Pouvoir aller à Campus RDI</u>
13	avr 27, 2016 3:37 PM	<u>aller au campus RDI</u>
14	avr 27, 2016 3:11 PM	<u>Qu'elles partent du bout du bout des parkings !!!</u>
15	avr 27, 2016 3:03 PM	<u>la rapidité et la fréquence</u>
16	avr 27, 2016 2:47 PM	<u>Navettes plus rapides et en plus grand nombres</u>
17	avr 27, 2016 2:35 PM	<u>"+" rapide" positionnée entre les bâtiments F27 et F35 sur une boucle bien connue pour les déplacements pour réunions (F32 majoritaire ?) points arrêt mieux communiquée</u>
18	avr 27, 2016 2:31 PM	<u>Agrandissement de la plage horaire</u>
19	avr 27, 2016 2:14 PM	<u>que la vésée soit mieux adaptée</u>
20	avr 27, 2016 2:08 PM	<u>Parvenir à augmenter la vitesse réelle des véhicule et à réduire les passages en manuel en protégeant davantage le circuit des autres véhicules (roulant ou à l'arrêt), améliorer le circuit en se rapprochant des trajets nécessaires aux employés du site, positionne</u>
21	avr 27, 2016 2:01 PM	Aucune
22	avr 27, 2016 2:00 PM	<u>Des horaires précis auxquels la navette passe à tels ou tels arrêts (même système que les bus en ville) car pour l'instant il est difficile de savoir à quelle heure elle va passer à notre arrêt. Même si la nouvelle application facilite les choses, des horaires fixes q</u>
23	avr 27, 2016 1:59 PM	<u>plus de transparence sur les horaires (affichés sur intranet par ex)</u>
24	avr 27, 2016 1:58 PM	<u>Trajets différents, utilisation de bouton d'appel utilisable lorsque que le véhicule est à l'arrêt</u>
25	avr 27, 2016 1:58 PM	<u>Augmentation du nombres de véhicules en service aux heures d'entrées/sorties Présence à 7h le matin.</u>
26	avr 27, 2016 1:53 PM	<u>le trajet fixe est contraignant et pas forcément adapté</u>
27	avr 27, 2016 1:50 PM	<u>Passage devant le campus RDI</u>
28	avr 27, 2016 1:50 PM	<u>Peut être connaissance d'horaires fixes pour s'organiser à monter dans la navette... Aujourd'hui, c'est l'opportunité de la voir qui me fait de monter dedans.</u>
29	avr 27, 2016 1:49 PM	<u>Arrêt devant F39 Arrêt devant Urbalad pour aller manger Plusieurs navettes afin d'attendre la suivante au maximum 5 minutes Plus rapide</u>
30	avr 27, 2016 1:46 PM	<u>Lien direct F39/E24</u>
31	avr 27, 2016 1:46 PM	<u>la vitesse</u>
32	avr 27, 2016 1:43 PM	<u>Extension plages horaires.</u>
33	avr 27, 2016 1:42 PM	<u>augmenter la rapidité des navettes.</u>
34	avr 27, 2016 1:41 PM	<u>Savoir en temps réel sur smartphone l'heure à laquelle elle arrive à mon bâtiment. (l'application T2C tramway). Aujourd'hui, on ne sait pas quand, donc ça reste de l'ordre du hasard "ah ! la voilà !". Accélérer, Accroître la vitesse sur certaines portions. Réviser l</u>
35	avr 27, 2016 1:40 PM	<u>si elle avancement un peut plus vite</u>
36	avr 27, 2016 1:40 PM	<u>Compte tenu de la vitesse réduite, seul un nombre important de navette (au moins 4 ou 6) permettra de présenter une fréquence pertinente.</u>
37	avr 27, 2016 1:38 PM	<u>plus rapide à la demande via intranet - fenêtre de Une ou deux minutes pas d'arrêt systématique (une fonction "zapper l'arrêt" à l'approche de l'arrêt, si pas de demande et personne à l'arrêt</u>
38	avr 27, 2016 1:37 PM	<u>Si la navette partait des parkings (celui en face de la creche par exemple, celui qui est au bout du parking réservé à Effage...) je la prendrai (il me faut 10 min actuellement à pied du parking au bureau): Si elle roulait plus vite</u>
39	avr 27, 2016 1:37 PM	<u>La localisation temps réelle pour planifier la prise de la navette (arrivé dernière semaine de l'expérience)</u>
40	avr 27, 2016 1:36 PM	<u>un peu plus rapide</u>
41	avr 27, 2016 1:34 PM	<u>Faire plus rapide</u>
42	avr 27, 2016 1:33 PM	<u>Lorsque URBALAD sera fini pouvoir aller de E3 à urbald ou F35 plus rapidement qu'avec le trajet actuel</u>
43	avr 27, 2016 1:32 PM	<u>plus rapide, dessert restaurant.</u>

3.2.3. Fiabilité

La valeur « *fiabilité* » est présente chez les passagers des différents sites. Dans cette valeur, nous intégrons la fiabilité dans les deux sens utilisés par les régulateurs, c'est-à-dire l'absence de pannes et la régularité du passage des NA (fréquence de passage plus importante, plages horaires plus grandes, présence sur les différentes zones des sites, connaissance des horaires de passage, ou passage à la demande). A la question « *Quelles évolutions du service/ des navettes pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ?* », sur 43 passagers du Centre de recherches répondant, 30 ont évoqué cette valeur (soulignée en rouge dans le Tableau 14).

3.2.4. Lien social

Une valeur « *lien social* » a également été identifiée sur les 6 sites expérimentaux. Un des motifs à l'origine de la démarche d'utilisation des NA était de pouvoir ensuite « *partager leur expérience* », avec les amis, leurs collègues, leurs familles : « *les gens en parlent ici, donc je voulais tester* » ; « *ça fait trois mois qu'elles sont là ces navettes, je suis la seule à ne jamais les avoir essayées, et comme là j'avais un peu de temps...* » ; « *oui, c'est marrant, ça me fera un truc à raconter à mes amis ce week-end* ».

Cette valeur « *lien social* » était également présente dans les rapports que les passagers entretenaient avec les accompagnants ; ceci dans un sens positif, comme négatif, comme l'illustrent les résultats du *questionnaire utilisateurs du Centre de recherches* (cf. Figure 50).

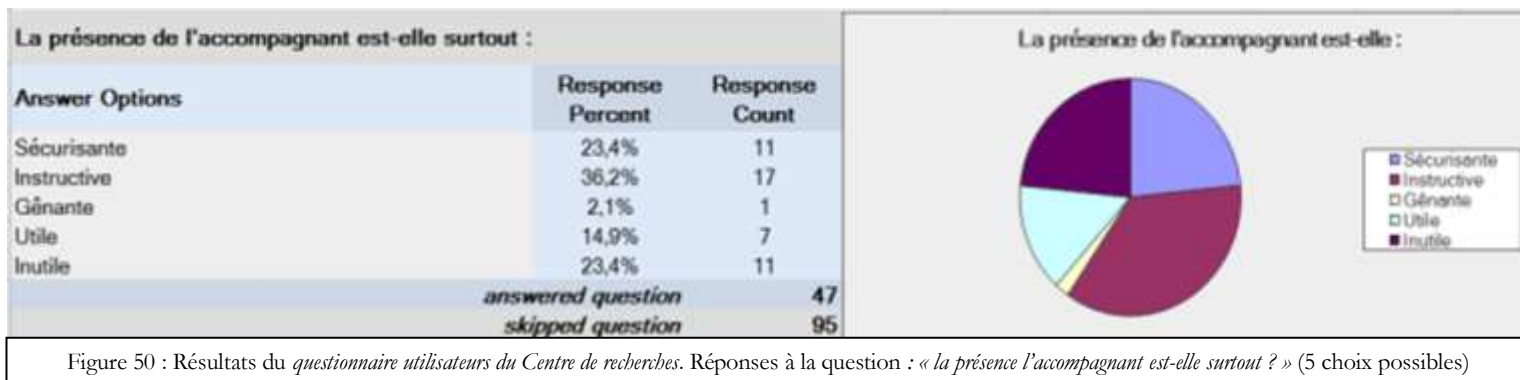


Figure 50 : Résultats du questionnaire utilisateurs du Centre de recherches. Réponses à la question : « la présence l'accompagnant est-elle surtout ? » (5 choix possibles)

Nous constatons à la lecture de la Figure 50, que la présence de l'accompagnant n'est pas neutre. Elle est perçue par près de $\frac{3}{4}$ des passagers, avant tout, de façon positive (sécurisante, instructive ou utile) et par le quart restant, avant tout de façon négative (gênante ou inutile). Ces réponses nous amènent à formuler l'hypothèse selon laquelle les expériences vécues par les passagers au cours des expérimentations des NA, ne seraient pas des expériences de transport par NA, mais plutôt des expériences de « *découverte* » d'une technologie innovante en conception et en démonstration. Cette hypothèse mériterait, d'être étayée par une analyse rigoureuse des expériences vécues par les passagers en question car sa validation permettrait aussi d'expliquer le faible phénomène de réutilisation des NA par les passagers des différents sites. Une « *découverte* » étant un événement singulier ; la « *réutilisation* » ne serait plus conforme avec l'expérience de la « *découverte* » - ce qui expliquerait la dégradation de l'affluence du service avec le temps.

3.2.5. Sécurité

La valeur « *sécurité* » a été très peu exprimée par les passagers. Lorsque nous abordions cette question, les utilisateurs disaient se sentir en sécurité, notamment du fait de la vitesse de déplacement des NA (ne dépassant pas les 12 km/h) et de la présence de l'accompagnant. Quelques usagers des 6 sites expérimentaux ont toutefois montré des signes d'hésitation liés au sentiment d'insécurité, au moment de monter dans les NA (cf. situations critiques rencontrées par les accompagnants). Ces hésitations pourraient aussi être apparentées à la valeur « *besoin de contrôle* » portée par plusieurs régulateurs.

3.2.6. Ecologie / développement durable

Une valeur « *écologie / développement durable* » a également été évoquée. Des passagers des 6 sites expérimentaux ont loué le caractère écologique de ces moyens de transports en commun qui ne dégagent pas de gaz d'échappement et qui font très peu de bruit.

3.2.7. Fierté régionale

Une valeur que nous avons nommée « *fierté régionale* » a été repérée sur tous les sites expérimentaux. Les utilisateurs des 3 sites auvergnats se « *vantaient* », d'une technologie « *made in Auvergne* », car de nombreuses recherches avaient lieu dans des laboratoires clermontois. Certains passagers du Campus suisse, se « *félicitaient* » d'une technologie « *made in [nom du Campus/de la Ville]* », du fait qu'un logiciel de gestion de flotte était alors développé par l'exploitant du site : « *François Hollande est même venu sur notre campus pour inaugurer nos navettes* » (verbatim d'un passager). Le fait que leur entreprise accueille en son sein ces NA relevait également - selon les utilisateurs du Centre de recherches - d'une innovation. Lors du Congrès international, c'était le « *made in France* » qui était essentiellement loué, puisque les deux NA en démonstration étaient conçues par des sociétés françaises. Enfin, des usagers de la Technopole vivaient eux aussi l'expérimentation des NAv2 sur leur site comme une innovation locale : « *c'est une de nos start-up qui fabrique l'application de géolocalisation des navettes* » ; « *on a vu sur TF1, au JT de 13 heures, que des NA étaient testées dans notre ville, du coup on est venus les essayer !* ».

3.2.8. Préservation de l'emploi

Une valeur « *préservation de l'emploi* » a été évoquée sur tous les sites expérimentaux à l'exception de celui du Congrès. Des usagers disaient en effet regretter la perte d'emplois qui risquait d'accompagner le développement des NA (chauffeurs de taxis, de bus...). Néanmoins, concepteurs, régulateurs et même exploitants étaient préparés à cette critique et lui opposaient deux arguments : d'abord que le service de transport par NA n'avait pas pour vocation de se substituer à un service existant employant des personnes, mais qu'il constituerait un complément en termes de mobilité. Ensuite, que le développement de cette technologie innovante permettait la création de nombreux nouveaux emplois, dont les leurs. Les usagers du Congrès, qui étaient, eux-mêmes, essentiellement des travailleurs vivant grâce aux technologies innovantes, étaient probablement déjà sensibles à ces deux arguments.

3.2.9. Lutte contre la sédentarité

Une valeur « *lutte contre la sédentarité* » a été évoquée par des usagers qui décelaient un paradoxe entre des politiques de santé incitant les citoyens à pratiquer quotidiennement une activité physique, et le développement d'un service de mobilité destiné à effectuer le « *dernier kilomètre* ». Là encore, nous avons trouvé cette valeur sur tous les sites sauf celui du Congrès. Rappelons toutefois, que nous avons eu moins d'interactions avec les usagers de ce site qu'avec les autres (seulement 6h30 passées par le chercheur à l'intérieur des NA lors du Congrès, et une partie importante des passagers qui n'étaient pas francophones).

3.2.10. Non-gêne des autres usagers du site

Enfin, une valeur que nous avons nommée « *non-gêne des autres usagers du site* » a été appréhendée chez les passagers des 6 sites : « *ils ne pouvaient pas faire autrement que de supprimer les places handicapées pour tracer le circuit de la navette ?* » ; « *ah oui, là on gêne le Monsieur qui veut tourner* ». Cette valeur était d'ailleurs perceptible à travers des attitudes de passagers qui, pour certains, s'excusaient d'un geste de la main, pour d'autres détournaient le regard. Sur l'expérimentation du Congrès, la gêne des passagers était essentiellement dirigée à l'encontre des usagers ayant souhaité monter dans les NA et ayant dû rester à quai, du fait de la capacité limitée à 9 passagers.

A la lecture de ces résultats, nous constatons que sur les 10 valeurs relevées chez les passagers des différents sites, 4 sont communes avec les régulateurs : utilité, fiabilité, sécurité et « *non-gêne des*

autres usagers des sites ». Les données recueillies ne nous permettent pas de positionner le « *besoin de contrôle* » comme faisant partie des valeurs des passagers des NA ; la valeur « *besoin de contrôle* » s'apparentant à la sécurité chez les passagers des NA. La valeur « *satisfaction des passagers* », portée par les régulateurs n'a - logiquement - pas été relevée dans ce sous-chapitre. La valeur « *respect des procédures* » n'est pas présente, non plus, chez les passagers, dans le sens où ils ne sont pas soumis à un travail prescrit. Nous avons néanmoins noté que certains passagers ont dû prendre conscience qu'ils devaient se conformer à des règles (cf. situation critique : « *comportement inapproprié de la part d'un passager* »).

L'identification des valeurs des passagers apporte un complément intéressant à l'analyse des valeurs et des valeurs en acte des régulateurs puisque les passagers sont porteurs de 6 nouvelles valeurs : « *curiosité* », « *lien social* », « *écologie / développement durable* », « *fierté régionale* », « *préservation de l'emploi* », « *lutte contre la sédentarité* ». Ces valeurs sont probablement déterminantes pour l'acceptation des NA. D'ailleurs, les régulateurs, concepteurs et exploitants ont intégré ces valeurs des passagers à leurs stratégies communicationnelles (notamment grâce à nos travaux sur l'acceptabilité et sur l'identification des valeurs des passagers). Ils ont développé des arguments pour expliquer que les NA n'allaient ni nuire à l'emploi, ni accroître la sédentarité des populations. Ils vantent les qualités écologiques et l'ancrage régional des NA. La présence des accompagnants contribue aussi à satisfaire la curiosité ainsi que le lien social recherché par les passagers. La curiosité des passagers semble également attisée par les actions de communications effectuées sur les différents sites expérimentaux (signalétiques, flyers, affiches, émissions de tv, de radio, etc.). Les stratégies en question pourraient encore être renforcées avec le développement des NA.

Les valeurs qui nous sont apparues significatives chez les passagers sont communes à l'ensemble des 6 sites expérimentaux, à l'exception du Congrès où nous n'avons trouvé ni la valeur « *préservation de l'emploi* » ni la valeur « *lutte contre la sédentarité* », ni la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* ». Les spécificités de l'expérimentation du Congrès et les limites méthodologiques de nos investigations expliquent ce résultat.

3.3. Valeurs portées par les autres usagers du site non-utilisateurs du service

Les analyses des valeurs des usagers du site « *non-utilisateurs* » du service de transport par NA, n'ont pas pu être aussi approfondies que pour les autres catégories d'acteurs (cf. limites méthodologiques développées en liminaire de la Partie IV).

Une valeur est toutefois nettement ressortie de nos investigations, nous l'avons nommée : « *non perturbation de mon activité habituelle sur le site* ».

Sur le Campus suisse, nous avons comptabilisé 13 catégories d'usagers du site perturbés par la présence des NAv2 : piétons, cyclistes, utilisateurs de segways, conducteurs de voitures, de camions, de bus, de taxis, éboueurs, service de sécurité de l'université, utilisateurs des places de parking, ouvriers, membres de l'école d'architecture, usagers de la bibliothèque.

Sur le Centre de recherches, nous avons comptabilisé 7 catégories d'usagers du site perturbés par la présence des NAv2 : piétons, cyclistes, conducteurs de voitures, de camions, ouvriers sur les chantiers, responsables des chantiers, service de sécurité du site.

Sur le site du Congrès nous avons comptabilisé 2 catégories d'usagers du site perturbés par la présence des NAv2 : piétons, service de sécurité du Congrès.

Sur la Technopole, nous avons comptabilisé 4 catégories d'usagers du site perturbés par la présence des NAv2 : piétons, cyclistes, conducteurs de voitures (entrant ou sortant du parking du Golf), policiers.

La longueur du circuit (1,5 km sur le Campus suisse, 1,6 km sur le Centre de Recherches, 700m sur le site du Congrès et 1km sur la Technopole) et le fait que la voie soit, ou non, partagée avec

tous les types de véhicules (ce qui était le cas sur le Campus suisse et le Centre de recherches) sont les deux principaux facteurs qui expliquent les écarts en termes de nombre de catégories d'utilisateurs des sites gênés par les NAv2. Le choix du circuit, la signalétique et la communication faite sur les sites influencent probablement aussi le « degré de gêne » et le nombre d'utilisateurs des sites gênés par les NAv2. Il serait intéressant de quantifier la fréquence de ces situations de gênes, par site, et l'intensité de ces gênes, pour mettre en lumière de façon plus fine, les facteurs à leurs origines.

Les utilisateurs des sites « gênés » par les NAv2, que nous avons interrogés, racontaient des formes d'« empêchement » dans l'expression de leurs activités habituelles :

« Ab oui, pour nous ça a été beaucoup de contraintes ; surtout au début où on a dû appeler plusieurs fois par jour la fourrière pour expulser des voitures mal garées, on a même été victimes d'insultes d'automobilistes mécontents [...] pour quelques mois de démonstration, ça a quand même énormément perturbé le fonctionnement du site ; en plus de ça on est en pleins travaux en ce moment donc ça tombait mal » (extrait d'un échange informel avec le responsable des infrastructures du Campus suisse).

A la question : « pourquoi n'avez-vous jamais utilisé la NAv2 ? », 65 « non-utilisateurs » du Centre de recherches ont évoqué les arguments suivants (cf. Annexe 5) :

- une vitesse jugée trop lente (utilité) ;
- un service jugé « inutile » (utilité) ;
- certaines personnes utilisaient déjà un véhicule de service pour le type de trajet proposé par les NA (utilité) ;
- une fréquence de passage insuffisante (fiabilité) ;
- un fonctionnement (arrêts, parcours, horaires, appel,...) « pas clair » (fiabilité) ;
- la marche à pied est appréciée, des personnes se disaient « assises toute la journée » (lutte contre la sédentarité) ;
- un manque de confiance (sécurité, besoin de contrôle) ;
- un service entrant en conflit avec d'autres enjeux : « les navettes sont gênantes pour les autres véhicules sur le site » (non-gêne des autres usagers du site), « sûrement très coûteuses à l'entreprise pour un intérêt limité » (le coût) ;
- la croyance que le service était encore en « test sans utilisateurs » (argument qui ne nous semble pas associable à une valeur).

Ainsi, outre la valeur « non perturbation de mon activité habituelle sur le site », d'autres valeurs telles que « l'utilité », la « fiabilité », « la confiance » (liens avec la « sécurité », le « besoin de contrôle »), la « lutte contre la sédentarité », la « non-gêne des autres usagers du site », « le coût », ont pu être approchées, soit 9 valeurs.

3.4. Valeurs portées par les exploitants

Grâce notamment aux entretiens composites (cf. Annexe 7) menés auprès des 2 exploitants du Campus suisse, des 2 exploitants du Centre de recherches et de l'exploitante de la Technopole, nous avons identifié 6 valeurs portées par cette catégorie d'acteur, sur les 3 sites en question.

3.4.1. Sécurité

Comme pour les autres catégories d'acteurs, la valeur « sécurité » a été mise en avant par la totalité des exploitants.

3.4.2. Affluence du service

Une valeur que nous avons nommée « affluence du service » a été exprimée par tous les exploitants à l'exception de l'exploitant 2 du Centre de recherches. Dans le cadre du projet européen CityMobil2, un des motifs principaux à l'origine de la démarche d'accueil d'une telle expérimentation pour un exploitant, était de valoriser son site, notamment du point de vue du

développement des nouvelles technologies. Par exemple, l'exploitante de la Technopole nous a expliqué que, pour elle, un des principaux critères de réussite de cette expérimentation était qu'un nombre important de personnes « *viennent essayer les navettes* ». Pour ce faire, elle avait actionné deux leviers : un consistant à communiquer abondamment dans la région pour inciter ses habitants à se rendre sur le site (affichages, réseaux sociaux, reportages télévisés...) ; et l'autre consistant à faire en sorte que le service soit le plus « *utile possible sur le site afin de fidéliser le plus grand nombre d'utilisateurs* ».

3.4.3. Utilité du service

La valeur « *utilité du service* » a également été décelée chez tous les exploitants à l'exception de l'exploitant 2 du Centre de recherches qui n'avait pas non plus valorisé l'affluence du service. Comme pour les régulateurs, l'utilité et l'affluence du service semblaient liées par un lien causal dans les représentations des exploitants : l'affluence serait d'autant plus importante que le service serait utile aux usagers des sites expérimentaux.

3.4.4. Satisfaction des passagers

De même, la valeur « *satisfaction des passagers* » était présente dans les discours de 4 des 5 exploitants à l'exception de l'exploitant 2 du Centre de recherches qui n'avait pas non plus valorisé l'affluence du service. Cette valeur « *satisfaction des passagers* » était également associée, par les exploitants à l'affluence du service : « *le but est que les gens passent un bon moment, qu'ils en parlent ensuite à leurs amis pour les inciter à essayer* ».

3.4.5. Fiabilité de service

La valeur « *fiabilité de service* » (correspondant aux deux mêmes acceptions que pour les autres acteurs) a été évoquée par la totalité des exploitants.

3.4.6. Non-gêne des autres usagers du site

Enfin, la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* » a été mise en avant par 3 des 5 exploitants. L'exploitante de la Technopole et un des deux exploitants du Campus suisse estimaient que les NA étaient prioritaires par rapport aux autres usagers des sites. Pour l'exploitant 2 du Centre de recherches, qui n'a pas évoqué les valeurs « *affluence du service* », « *utilité du service* » et « *satisfaction des passagers* », la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* » était très forte : « *ici on a des salariés qui travaillent dans les différents bâtiments mais également de nombreux visiteurs extérieurs qui circulent en permanence sur le site, qui travaillent à la construction du nouveau [bâtiment en construction], on a des livreurs, ça peut être dangereux [...]. Donc c'est très bien si les NAv2 peuvent rouler et transporter des personnes, par contre mon boulot c'est aussi de faire attention à ce que ça ne perturbe pas le reste de l'activité sur le site* ».

Les systèmes de valeurs portés par les exploitants dépendent de leurs missions sur leurs sites respectifs. Alors que les exploitants du Campus suisse, de la Technopole et un des deux exploitants du Centre de recherches étaient particulièrement sensibles à la réussite de l'expérimentation du point de vue des passagers des NAv2 (quitte à faire des compromis avec la valeur en lien avec les autres usagers de leurs sites respectifs), l'exploitant 2 du Centre de recherches était dans une posture différente et se refusait à faire un compromis sur la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* » (ce faisant, il accordait moins d'importance aux utilisateurs des NA). Ceci pourrait notamment s'expliquer par le fait que l'exploitant 2 partageait la responsabilité d'autres projets, comme les travaux de nouveaux bâtiments, ou encore le reste de la circulation sur le site. Également parce que les intérêts pour les NAv2 du groupe auquel appartient le site, étaient uniquement prospectifs à cette étape du projet : « *le but de notre démarche est aussi de jauger l'intérêt d'investir ou non dans le développement de ce genre de technologies, pas de l'accueillir de façon définitive - en tous cas pas maintenant, et pas sous cette forme* » (verbatim de l'exploitant 2 du Centre de recherches).

3.5. Valeurs portées par les concepteurs de la Leading

Grâce notamment aux *entretiens composites* (cf. Annexe 7) menés auprès de deux concepteurs de la Leading (un sur le site du Congrès, un autre sur la Technopole), nous avons identifié 4 valeurs majeures chez cette catégorie d'acteurs.

3.5.1. Promotion de l'image commerciale des NA

Une des valeurs qui est apparue la plus fondamentale pour les concepteurs de la Leading est une valeur que l'on pourrait appeler « *promotion de l'image commerciale des NA* ». Un des principaux buts recherchés au travers des différentes expérimentations était de promouvoir la vente d'un maximum de NA à des clients potentiels. La Leading devait donc démontrer un certain nombre de qualités des NA (cf. points suivants).

3.5.2. Sécurité

La valeur « *sécurité* » apparaissait également essentielle aux concepteurs de la Leading : « *aucun compromis ne peut être fait sur la sécurité, nous n'avons pas le droit à l'accident* » (verbatim d'un concepteur de la Leading). La valeur « *sécurité* » pourrait-être une sous-valeur de la valeur précédente : « *promotion de l'image commerciale* », c'est en tous cas un point de vue suggéré par un accompagnant : « *bien sûr qu'ils veulent éviter à tous prix les accidents, et même les incidents bénins, c'est pour cela qu'on ne peut pas aller plus vite [...] le but c'est de vendre un maximum, donc vous imaginez la mauvaise pub en cas d'accident ?* ».

3.5.3. Fiabilité

La valeur « *fiabilité* » (voire « *fiabilisation* » puisqu'il s'agit d'un processus pour les concepteurs de la Leading) est aussi présente : « *le but est de rouler un maximum pour tester la fiabilité des navettes, par exemple l'autonomie des batteries, mais également pour identifier nos défauts et y apporter des solutions techniques* ». Là encore, il semble que la valeur « *fiabilité* » soit à positionner comme une sous-valeur de la valeur « *promotion de l'image commerciale* » : « *oui, bien sûr, aujourd'hui le premier argument que l'on annonce pour montrer que ça marche c'est le nombre de kilomètres que l'on a parcourus sans jamais avoir d'accidents* » (verbatim d'un concepteur de la Leading).

3.5.4. Respect des procédures

Enfin, une autre valeur portée par les concepteurs est la valeur « *respect des procédures* ». Les concepteurs de la Leading ne semblent pas percevoir l'activité des régulateurs de la même façon que nous l'abordons dans cette recherche (c'est-à-dire, une activité empreinte de sensibilité, nécessairement différente de la tâche prescrite, permettant de réguler les défaillances du système et les impensés de la conception...) : « *les accompagnants ne comprennent pas toujours ce qu'on leur demande, il faut régulièrement les rappeler à l'ordre ; par exemple je sais que certains touchent à l'écran pendant le service alors qu'on leur a bien dit de n'afficher que l'IHM devant les passagers [...], du coup on leur a remis par écrit noir sur blanc dans la procédure et on fait la chasse à ça* » (témoignage d'un concepteur de la Leading). Vis-à-vis de cet exemple, les accompagnants nous avaient expliqué que le fait de changer ponctuellement l'affichage de l'écran avait pour but de mieux répondre aux questions des passagers à propos du fonctionnement et notamment du mode de guidage des NA, de rassurer certains passagers. Tout au long de cette recherche, les accompagnants ont été présentés par les concepteurs de la Leading comme des opérateurs : « *nécessaires à l'expérimentation pour des raisons de réglementation* », qui « *discutaient avec les passagers pour leur expliquer le projet* » et qui « *relevaient un certain nombre d'indicateurs* » ; mais qu'il fallait « *surveiller pour éviter des dérives* » : « *quand je suis là, je fais un peu la police parce qu'en deux semaines des mauvaises habitudes se prennent, ils prennent des initiatives, ne respectent plus ce qu'on leur a demandé alors qu'on les paye pour ça en fait* » (verbatim d'un concepteur de la Leading).

En raison du faible nombre de concepteurs de la Leading dont nous avons sondé les valeurs, nous n'avons pas pu utiliser le critère d'une « *proportion d'interviewés ayant exprimé une valeur* » pour définir quelles valeurs seraient, ou non, recensées ici. Les 4 valeurs que nous avons présentées ci-dessus sont donc celles qui ressortaient comme « *essentiels* » dans le discours des 2 concepteurs de la Leading lors des *entretiens composites* (et qui faisaient écho à ce que les autres concepteurs ont également mis en avant tout au long du projet).

D'autres valeurs étaient toutefois présentes dans les discours des concepteurs de la Leading, notamment des valeurs particulièrement importantes pour les régulateurs, comme : l'utilité du service, la satisfaction des passagers, la non-gêne des autres usagers du site. Ces 3 valeurs nous sont apparues secondaires puisqu'elles ne passaient jamais, d'un point de vue hiérarchique, dans le discours des concepteurs (Constructeurs et Leading), devant les quatre valeurs *majeures*.

Un autre résultat qui ressort des analyses des valeurs des concepteurs est la faible place accordée à la dimension « *service* ». En effet, lorsque l'on évoquait, au cours des entretiens avec les concepteurs de la Leading, les concepts de « *fiabilisation* » et de « *situations critiques* », leurs réponses se sont systématiquement orientées vers les NA et leurs dysfonctionnements techniques. Les problématiques de conception de service, étaient vues comme une préoccupation secondaire, non-actuelle, et pas spécifiquement de leur responsabilité, mais plutôt de celle des exploitants.

4. Conclusion du Chapitre 13

Grace à la construction des expériences vécues par les régulateurs des NA, nous avons recensé 19 situations critiques. Six de ces situations critiques étaient communes à l'ensemble des sites, 5 situations critiques ont été observées sur 3 sites, 5 sur 2 sites et 3 sur un seul site (qui était le site du Congrès, cf. Tableau 10).

Les régulateurs mobilisaient 7 valeurs : « *sécurité* », « *fiabilité du service* », « *utilité du service* », « *satisfaction des passagers* », « *respect des procédures* », « *non-gêne des autres usagers du site* », « *besoin de contrôle* ». Les 4 premières valeurs ont été évoquées par la totalité ou la quasi-totalité des accompagnants, et les 3 dernières par environ la moitié d'entre eux.

En fonction de l'arbitrage opéré par les régulateurs, certaines valeurs étaient préservées et d'autres sacrifiées. La balance numérique des valeurs n'explique pas toujours les comportements adoptés. Les circonstances peuvent en effet conduire les régulateurs à préserver un nombre bien plus faible de valeurs par leur choix.

Nous avons observé entre une et 4 réponses différentes des régulateurs engagés dans une même situation critique. Il n'y a pas de lien évident entre le nombre de réponses différentes et les sites.

Face à une même situation critique, un régulateur pouvait adopter des réponses différentes ; ce qui ne permet pas non plus de conclure à un poids évident et systématique de *l'effet régulateur*.

Les comportements déployés par les régulateurs en situation critique permettaient de préserver les valeurs en acte qui leur semblaient les plus importantes dans le contexte ; même si le nombre de valeurs sacrifiées par leur comportement était parfois supérieur au nombre de valeurs préservées.

Selon la fonction qu'ils occupaient (accompagnant, superviseur ou hôtesse), les régulateurs n'étaient pas sensibles aux mêmes valeurs. Cela pourrait notamment s'expliquer par le fait qu'ils ne réalisaient pas les mêmes tâches, que les superviseurs ne sont pas en contact direct des usagers (donc ils seraient moins sensibles aux valeurs en lien avec les usagers), que les hôtesses et une des trois superviseurs interrogés, travaillaient sur l'expérimentation du Congrès, ayant des caractéristiques particulières (affluence importante, présence forte de la Leading...), qu'ils n'étaient pas exposés aux mêmes situations critiques.

Les autres acteurs (passagers, usagers du site non-utilisateurs du service, exploitants, concepteurs de la Leading) sont également sensibles à des valeurs propres à leurs fonctions. Nous avons ainsi recensé :

- Dix valeurs chez les passagers
- Neuf valeurs chez les autres usagers du site non-utilisateurs du service
- Sept valeurs chez les exploitants
- Sept valeurs (4 valeurs principales et 3 valeurs secondaires) chez les concepteurs de la Leading

Nous notons que les autres acteurs ont tous entre 4 et 6 valeurs communes avec les régulateurs.

Tableau 15 : Valeurs partagées par les différentes catégories d'acteurs

	Régulateurs	Passagers	Usagers des sites « non-utilisateurs »	Exploitants
Passagers	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers			
Usagers des sites « non-utilisateurs »	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Besoin de contrôle - Non-gêne des autres usagers	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers - Lutte contre la sédentarité		
Exploitants	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Satisfaction - Besoin de contrôle	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers - fierté régionale	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers	
Concepteurs de la Leading	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Satisfaction - Respect des procédures - Non-gêne des autres usagers	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers du site	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers du site	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Satisfaction - Non-gêne des autres usagers

Les 7 valeurs en acte des régulateurs correspondent à des valeurs décelées chez au moins une des autres catégories d'acteurs ; ce qui n'est le cas d'aucune autre catégorie d'acteurs (cf. Tableau 15).

Nos résultats montrent également un effet du niveau d'expertise des accompagnants sur leur activité (notamment leurs directions de regards), leurs valeurs et leurs arbitrages en situation critique.

En se confrontant à la gestion du service, les accompagnants semblent développer ou minimiser certaines valeurs, et certaines valeurs en acte.

Enfin, plusieurs de nos résultats nous semblent expliquer les écarts entre l'acceptabilité et l'acceptation des NA ; et donc le paradoxe identifié au Chapitre 12, entre :

- des résultats « *encourageants* », « *positifs* » en termes d'acceptabilité (avant utilisation) et d'acceptation (après la première utilisation) lorsque ces résultats sont obtenus par l'intermédiaire de questionnaires ;
- et des résultats « *décevants* », « *négatifs* » lorsque l'affluence de passagers est moyennée à l'issue de périodes d'expérimentations dépassant les 68 jours..

Les analyses des valeurs des usagers des sites (passagers, non-utilisateurs et exploitants) montrent que :

- Les passagers ne semblaient pas vivre des expériences de transport par NA ; mais plutôt des expériences de « *découverte* » d'une technologie innovante en conception et en démonstration. Une « *découverte* » étant un événement singulier ; la « *réutilisation* » ne serait plus conforme avec l'expérience de la « *découverte* » - ce qui expliquerait la dégradation de l'affluence du service avec le temps.
- Les usagers des sites non-utilisateurs et les exploitants, ne semblaient pas vivre des expériences d'implantation d'un service de transport durable, sur leurs sites ; mais plutôt des expériences d'expérimentation ponctuelles, potentiellement contraignantes, et qui sont amenées à disparaître.
- Les valeurs importantes pour les usagers des sites, n'étaient pas toujours préservées lors de leurs interactions avec les NA, en particulier dans les situations critiques.

Les analyses expérientielles menées auprès des régulateurs (et en particulier des accompagnants) ont montré que :

- L'intelligence des agents humains responsables des régulations du service les amènent à faire des compromis, sacrifier une valeur, s'écarter des procédures dans certaines situations pour préserver les valeurs qui leur paraissent les plus importantes.
- Ces compromis relèvent d'un apprentissage.
- Les valeurs des régulateurs du service sont :
 - o Situées, c'est-à-dire : « *en acte* », relatives à un contexte ;
 - o dynamiques : elles évoluent avec l'apprentissage mais aussi, à très court terme, en fonction de l'évolution de la situation ;
 - o systémiques : elles sont influencées par le fonctionnement global du système sociotechnique complexe dans lequel elles sont incarnées.

Les analyses des valeurs des concepteurs de la Leading indiquent que :

- Les concepteurs ne sont pas prioritairement sensibles aux mêmes valeurs que les régulateurs (notamment les valeurs liées au service).
- Ils ne connaissent pas toutes les situations gérées par les régulateurs (et notamment les situations critiques).
- Ils ne perçoivent pas la complexité de la dimension « *gérée* » du service par les régulateurs, ne comprennent notamment pas les raisons des dérogations aux procédures.

Cette sous-estimation de la dimension gérée du service par les concepteurs peut être considérée problématique dans la perspective de remplacer les régulateurs, par un automate, notamment vis-à-vis de la gestion de la sécurité. Cette problématique est instruite dans le Chapitre 14 à venir.

Chapitre 14 : la caractérisation du modèle de sécurité du système

Thèse intermédiaire III : « *Le modèle d'une « sécurité totale » dans lequel s'inscrivent les concepteurs des NA n'est pas compatible avec l'acceptation d'un service de transport par NA. Les conditions d'une sécurité « acceptable » doivent être définies* ».

Au cours du Chapitre 13, nous avons montré que les régulateurs, par leurs sensibilités, leurs valeurs et leur intelligence situationnelle, parvenaient à faire face aux variabilités et aux contradictions, à instruire des compromis qui parfois avaient pour effet de sacrifier les valeurs sécurité et respect des procédures chères aux Concepteurs de la Leading.

Nous avons ainsi élaboré l'hypothèse selon laquelle le fait de focaliser nos analyses sur les régulateurs du service de transport par NA, en conception, pourrait s'avérer précieux dans la perspective d'autonomiser le service et d'allouer de nouvelles fonctions à l'automate. D'après les précédents résultats, cette hypothèse n'est pas forcément partagée par les concepteurs de la Leading, qui semblent très attachés à la dimension réglée de l'actuel service et assez peu à l'activité et aux expériences vécues par les régulateurs.

Afin d'instruire ce point de vue, nous investiguons, dans ce Chapitre 14, la dialectique réglé/géré du service de transport par NA, en conception. Pour caractériser la dimension réglée du service, nous faisons l'inventaire des tâches prescrites aux régulateurs. Nous mettons ensuite, en perspective, cette dimension réglée avec la dimension gérée du service, donc avec les processus de régulations que nous avons pu analyser dans le cours de ce projet (en nous appuyant sur les résultats du Chapitre 13).

Dans le Chapitre 7(1), nous avons défini ce qu'était un « *système sûr* », et insisté sur le caractère relatif de la sûreté. Nous avons argumenté le fait qu'il apparaissait indispensable de définir le(s) seuil(s) de sécurité acceptable des services de transport par NA. Ceci passe par le fait de connaître l'étape à laquelle le projet se situe dans le cycle de vie de la technologie. Et également d'articuler cet enjeu de sécurité avec les autres enjeux de performance du système. Pour cela, nous faisons, dans ce Chapitre 14, une focale particulière sur la place de la valeur sécurité au sein des systèmes de valeurs des différents acteurs.

Les résultats obtenus doivent permettre de déterminer le(s) modèle(s) de gestion du risque dans le(s)quel devront s'inscrire les systèmes sociotechniques exploitant des NA.

Dans ce Chapitre 14 nous analysons des résultats uniquement obtenus au cours des 4 dernières expérimentations puisque les acteurs clé de notre problématique sont les concepteurs de la Leading (qui ne sont apparus dans le projet de conception des NA qu'après l'expérimentation du Campus auvergnat).

Voici le plan du Chapitre 14 :

1. Caractérisation de la dialectique « *réglé/géré* »
 - 1.1. Les techniques utilisées
 - 1.2. Les tâches prescrites aux régulateurs du service
 - 1.3. Les processus de régulations mis en place au cours du projet
2. Place de la valeur sécurité au sein des systèmes de valeurs des différents acteurs
 - 2.1 Les régulations mettant en jeu la sécurité
 - 3.1 Le poids de la valeur sécurité pour les différents acteurs du système
3. Conclusion du chapitre

1. Caractérisation de la dialectique « réglé/géré »

1.1. Techniques utilisées

Afin de caractériser la dialectique réglé/géré du fonctionnement du système de transport par NA, nous avons mobilisé plusieurs techniques :

- 1.1.1. L'analyse des fiches de postes des régulateurs
- 1.1.2. Les observations participantes
- 1.1.3. Les *entretiens composites* à destination des régulateurs
- 1.1.4. Les *entretiens composites* à destination des exploitants et des concepteurs de la Leading

1.1.1. Analyse des fiches de postes des régulateurs

Sur chacun des sites expérimentaux, nous avons cherché à nous procurer les traces écrites des tâches prescrites aux régulateurs.

Seule l'expérimentation de la Technopole a donné lieu à une formalisation écrite sous formes de « *bonnes pratiques de l'opérateur* » (l'accompagnant) et de « *bonnes pratiques du superviseur* ». Ces « *bonnes pratiques* » étaient affichées dans les bureaux communs (cf. Figure 51 ; Annexes 9 et 10). Un dossier d'une dizaine de pages a également été transmis aux accompagnants et aux superviseurs au moment de leur formation. Pour des raisons de confidentialité, nous n'avons pas pu avoir accès à ces dossiers.

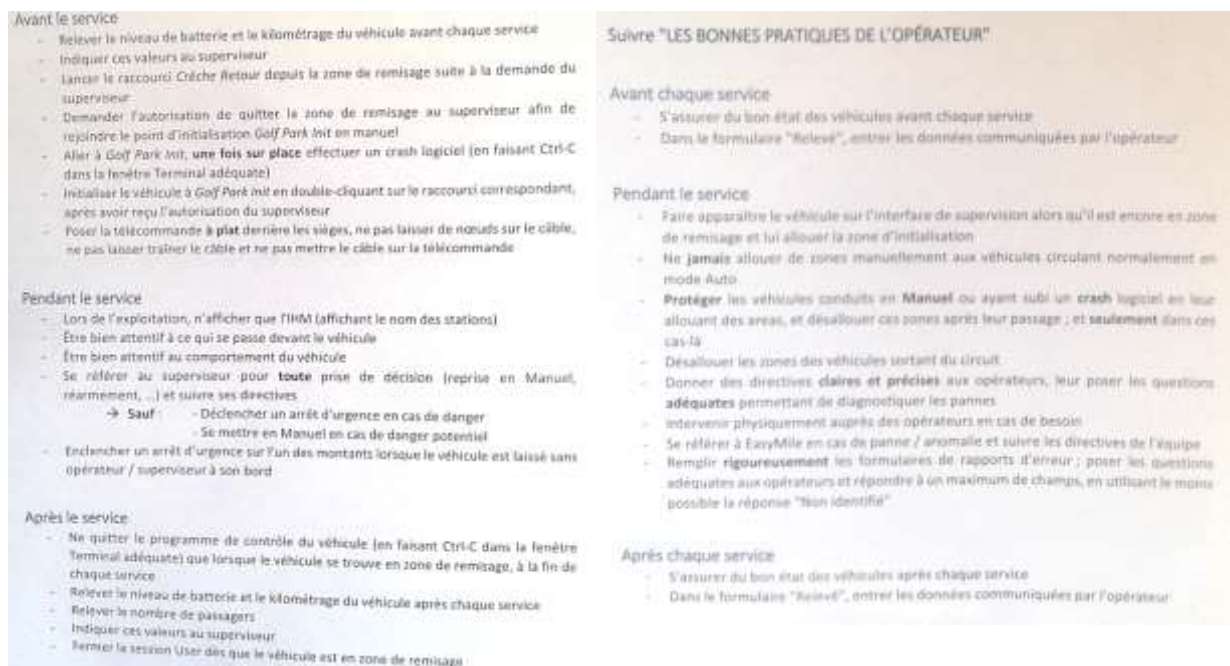


Figure 51 : « Bonnes pratiques » prescrites aux accompagnants et aux superviseurs sur la Technopole

1.1.2. Observations participantes

Les observations participantes, telles que décrites précédemment, permettaient au chercheur d'être témoin des :

- prescriptions orales ;
- régulations mises en œuvre (par les régulateurs, les exploitants, les concepteurs) ;
- représentations des concepteurs à propos de la dialectique réglé/géré du fonctionnement du service de transport par NA en conception.

1.1.3. *Entretiens composites à destination des régulateurs*

Les *entretiens composites* à destination des régulateurs (cf. Annexe 6), permettaient d'identifier les prescriptions adressées aux régulateurs, par l'intermédiaire de différentes formes de questions à propos :

- des tâches qui leur sont prescrites au moment de leur formation (et donc des représentations des concepteurs de la Leading sur la dialectique réglé/géré du fonctionnement du service de transport par NA en conception) : « *Comment as-tu été formé ? Combien de temps ? Par qui ? Qu'est-ce que l'on t'expliquait exactement ? Est-ce qu'il y a des traces écrites de cette formation ? Est-ce que cela te paraissait suffisant ? As-tu continué d'apprendre des choses ensuite ? Lesquelles ?* » ;
- des tâches prescrites « *en général* » : « *en quoi consiste ton métier ? Qu'est-ce qu'il t'est demandé de faire, de ne pas faire ? Qui te donne des consignes, qui prescrit les règles ? Quand ? Comment ?* » ;
- des tâches prescrites aux autres régulateurs : « *en quoi consiste le travail des accompagnants ? Des superviseurs ? Des hôtesses ? Des exploitants ? Comment sont prescrites les consignes ? Qui les transmet ? Comment ? Qu'est-ce qui a amené à la conception de telle ou telle consigne ? Les consignes ont-elles évolué au fil des expérimentations ? Au cours d'une même expérimentation ? Comment l'explique-t-on ?* » ;
- des régulations collectives mises en place : « *est-ce que vous parlez, entre-vous, de votre travail de régulateur ? Avec les autres fonctions également ? Est-ce que vous avez fait évoluer des choses collectivement depuis le début de l'expérimentation ? Est-ce que vous avez des désaccords des fois ? Lesquels ? Quelle est la fréquence, la nature de tes rapports avec les exploitants ? Les concepteurs ? Est-ce qu'ils sont au courant que vous faites ça ? Qu'en pensent-ils ? Est-ce qu'il y a des choses qui ont évolué depuis le début de l'expérimentation ? Sur le parcours, les caractéristiques de la navette, du service ? Les consignes qui vous sont données ? Comment explique-t-on ces évolutions ? Est-ce qu'il y a des choses qui mériteraient, selon toi, d'être transformées pour améliorer la qualité de service ? La sécurité ? Vos conditions de travail ? Comment se fait-il qu'elles ne soient pas améliorées ?* ».

1.1.4. *Entretiens composites*

Les *entretiens composites* à destination des exploitants et des concepteurs de la Leading (cf. Annexe 7), permettaient d'identifier les prescriptions adressées aux régulateurs, par l'intermédiaire de questionnements portant sur :

- les tâches prescrites aux régulateurs : « *comment sont recrutés des régulateurs ? Y a-t-il des critères de recrutement formalisés ? Qu'est-ce qui est demandé aux régulateurs au moment du recrutement ? En quoi consiste le travail des accompagnants ? Des superviseurs ? Des hôtesses ? Comment sont prescrites les consignes ? Qui les transmet ? Comment ? Qu'est-ce qui a amené à la conception de telle ou telle consigne ? Les consignes ont-elles évolué au fil des expérimentations ? Au cours d'une même expérimentation ? Comment l'explique-t-on ?* » ;
- des régulations mises en place et de leurs représentations sur la dialectique réglé/géré du fonctionnement du service de transport par NA en conception : « *A quelles situations difficiles est exposé le service ? Les régulateurs font-ils des erreurs ? Prennent-ils des risques ? Etes vous parfois non-satisfaits de leur travail ? Ou au contraire particulièrement satisfaits parce qu'ils ont réussi à gérer une situation complexe ? Laquelle ? Comment cette situation est-elle arrivée ? Quelles conséquences ? Y a-t-il des situations où les accompagnants ou les superviseurs sont amenés à intervenir sur le fonctionnement du service ? Quand ? Vous font-ils régulièrement des retours ? Sous quelles formes ? Vous arrivez à les intégrer à la conception ? Quelle est leur plus-value par rapport à un automate ? Est-ce qu'ils mettent en place aujourd'hui des actions qui font que les usagers du site acceptent mieux la présence des navettes, le service ; que si tout était géré automatiquement ?* ».

1.2. Tâches prescrites aux régulateurs du service

Dans ce sous-chapitre, sont recensées les tâches prescrites aux 3 catégories de régulateurs : les accompagnants, les superviseurs, les hôtesses. Puis, deux constats sont formalisés :

- plusieurs prescripteurs et modalités de transmission des consignes ont été identifiés au cours des 4 dernières expérimentations ;
- les prescriptions sont situées, spécifiques à certaines expérimentations et évolutives.

1.2.1. Tâches prescrites aux accompagnants

Trois natures de tâches étaient communes aux 4 expérimentations. Elles concernent :

- le fonctionnement technique du service : « démarrer la navette le matin », « la sortir du garage/parking » ; « garer et éteindre le véhicule après le service », « effectuer au démarrage et à l'arrêt du service plusieurs relevés » (par exemple : le nombre de passagers transportés, de kilomètres effectués, le niveau de batterie) ;
- la relation de service : « accueillir les utilisateurs des navettes », « leur expliquer le fonctionnement des navettes et du service », « répondre aux questions des utilisateurs », « limiter le nombre de passagers à 9 » ;
- la sécurité : « être attentif au comportement du véhicule », « déclencher un arrêt d'urgence en cas de danger », « passer en mode « conduite manuelle » uniquement en cas de « danger immédiat » et laisser le service fonctionner de façon autonome dans les autres cas de figure » ;
- la fiabilité : « analyser les pannes et relancer le service », « faire rouler les NA un maximum pour tester leur fiabilité », « remonter à la Leading et/ou aux exploitants les difficultés rencontrées ».

1.2.2. Tâches prescrites aux superviseurs

Trois natures de prescriptions ont été identifiées à la fois sur le Congrès et la Technopole. Elles concernent :

- la fiabilité du service : « assurer un service le plus régulier possible » pour limiter le temps d'attente des utilisateurs aux arrêts ; « coordonner la flotte de navettes » pour éviter les pertes de temps lors des passages sur tronçon unique ;
- l'assistance des accompagnants : « recueillir les données transmises par les accompagnants/hôtesses » et « leur donner des directives pertinentes », « aider les accompagnants à diagnostiquer les pannes » en utilisant des outils de type : logiciels et talkiewalkies/téléphones.
- assurer l'interface avec la Leading, leur transmettre des données: « se référer à [Nom de la Leading] en cas de panne / anomalie et suivre les directives de l'équipe », « remplir rigoureusement les formulaires de rapport d'erreur ».

1.2.3. Tâches prescrites aux hôtesses

Quant aux deux hôtesses présentes sur le site du Congrès, leurs tâches concernaient :

- la gestion des futurs passagers en attente de l'arrivée des NA, notamment en organisant une file d'attente ;
- la relation de service : « expliquer le fonctionnement du service », « répondre aux questions des usagers du site », « se montrer avenant et sourire aux usagers des sites » ;
- la transmission d'informations commerciales sur les NA et sur la Leading : « transmettre des brochures commerciales, des cartes professionnelles du constructeur, aux personnes demandant des informations » ;
- la sécurité du site : « vérifier que les personnes montant à bord des navettes à l'arrêt Palais des Congrès sont bien munies d'un badge les autorisant à entrer dans l'enceinte du parc des expositions » (tâche prescrite par l'exploitant).

1.2.4. Une diversité de prescripteurs et de formes de transmission des consignes

En fonction des sites expérimentaux, différents prescripteurs pouvaient être à l'origine des tâches confiées aux régulateurs : la Leading ou l'exploitant. Les relations entre Leading, exploitants et régulateurs étaient spécifiques à chacun des sites. De même, les consignes n'étaient pas transmises de la même façon :

- sur le Campus suisse, c'est l'exploitant qui transmettait les consignes, de façon orale, aux accompagnants (au moment de la formation, puis régulièrement sur toute la durée de l'expérimentation). Cet exploitant obéissait lui-même à des prescriptions de la Leading, ainsi que du service responsable des infrastructures du site. A noter que cet exploitant avait également une fonction de concepteur puisqu'il développait à l'époque un logiciel de gestion de flotte ;
- sur le Centre de recherches, les 3 accompagnants rencontrés recevaient leurs consignes oralement, soit de la part de l'exploitant, soit de la part de la Leading. Ce sont les concepteurs de la Leading qui assuraient eux-mêmes la formation des accompagnants ;
- sur l'expérimentation du Congrès, les 5 accompagnants et la superviseure étaient des salariés de la Leading. Ainsi, les consignes étaient transmises oralement en interne. En revanche les hôtesse, salariées de l'exploitant, recevaient à la fois leurs consignes de ce même exploitant et à la fois du concepteur. Leur formation a été effectuée sous forme de consignes orales qui se sont prolongées au cours des 5 jours d'expérimentations ;
- sur la Technopole, c'est le concepteur qui prescrivait et formalisait, à l'écrit, les tâches des 6 accompagnants et des 3 superviseurs (salariés de l'exploitant). Un dossier d'une dizaine de pages était transmis au moment de la formation et des fiches de « *bonnes pratiques* » qui étaient exposées en salle de contrôle (Annexes 9 et 10). Ces prescriptions étaient complétées par des consignes transmises à l'oral par l'exploitant et par le concepteur.

Comme nous l'avons montré dans le Chapitre 13, la diversité des prescripteurs est une des causes des conflits de valeurs vécus par les régulateurs. Par exemple, sur le site du Congrès, nous avons décrit l'injonction paradoxale vécue par les hôtesse qui recevaient, de la part de l'exploitant, la consigne de contrôler systématiquement les badges des passagers ; et qui recevaient une consigne contradictoire de la part de la Leading. Sur le site de la Technopole, la Leading demandait aux superviseurs et aux accompagnants d'assurer un service fiable en maintenant une équidistance entre les NA ; alors que l'exploitante les incitait à assurer un service utile en rassemblant les NA dans les espaces/temps de pics d'affluence. Les objectifs des différents gestionnaires du service de transport par NA devront être homogénéisés dans la perspective de concevoir un service autonome, probablement incapable d'instruire des conflits de valeurs en acte.

1.2.5. Des prescriptions situées, spécifiques à certaines expérimentations, évolutives

Le nombre important de prescriptions adressées aux régulateurs du service, leur caractère souvent informel, leur mode de transmission majoritairement oral, et notre présence non-systématique aux moments des transmissions desdites prescriptions, ne permet pas de toutes les recenser ici.

Toutefois, nos différentes analyses nous ont permis de constater que les tâches prescrites variaient en fonction des expérimentations, en fonction, par exemple :

- des caractéristiques du tracé. Par exemple, sur la Technopole, les superviseurs avaient reçu la consigne de : « *Ne jamais allouer de zones manuellement aux véhicules circulant normalement en mode auto* » (cf. Annexe 11). Sur d'autres circuits, il n'aurait pas été possible d'attribuer manuellement une zone puisque ces tracés ne contenaient pas de tronçon unique et/ou pas de logiciel gérant automatiquement la circulation sur ces tronçons ;
- des caractéristiques de l'expérimentation. Sur le Congrès, les hôtesse devaient contrôler les badges. Or sur les autres expérimentations, ce contrôle n'avait pas lieu d'être ;

- des conditions environnementales/météorologiques spécifiques à certaines expérimentations : « *Par temps de neige, de verglas, on ne doit pas sortir les NA* » (verbatim d'un accompagnant sur le Centre de recherches) ;
- de l'état de développement de la technologie Les accompagnants de la Technopole avaient par exemple reçu comme consigne, au bout de deux mois d'expérimentation, de conseiller aux passagers de télécharger la « *nouvelle application smartphone* » qui permettait de localiser les NA sur le site.

Par ailleurs, nous avons constaté une évolution des prescriptions au fil du temps : intra et inter-expérimentations.

Nos résultats montrent, en effet, une évolution de la forme et de la quantité de prescriptions transmises aux régulateurs au fur et à mesure des expérimentations. Pour la fonction d'accompagnant, qui est celle pour laquelle nous avons collecté le plus de données, les premières expérimentations (Campus suisse, Centre de recherches) prévoyaient uniquement une transmission orale des consignes et une formation d'une journée. En revanche, au moment de l'expérimentation de la Technopole, la formation durait une semaine entière et les consignes étaient formalisées dans un dossier d'une dizaine de pages ainsi que sur une fiche de « *bonnes pratiques* ». Cette augmentation de la quantité de prescriptions pourrait être interprétée comme une volonté, de la part de la Leading, de cadrer l'activité des régulateurs et limiter les régulations chaudes non contrôlées.

Les différents témoignages recueillis ont aussi fait apparaître une évolution des consignes dans le cours même des expérimentations. Par exemple, sur la Technopole, la fiche de « *bonnes pratiques* » adressée aux accompagnants mentionnait : « *lors de l'exploitation, n'afficher que l'IHM²⁵ (affichant le nom des stations)* ». Or, d'après ces mêmes accompagnants, cette consigne n'était pas spécifiée au démarrage de l'expérimentation. Nous avons su qu'en apprenant les comportements des accompagnants qu'ils jugeaient inappropriés, les concepteurs de la Leading, ont ajouté, dans le cours de l'expérimentation, la prescription en question.

Enfin, à l'inverse, d'autres consignes prescrites au démarrage de l'expérimentation pouvaient être amenées à disparaître, comme par exemple celle de maintenir une équidistance entre les différentes NA sur la Technopole.

Ces évolutions ont été constatées sur tous les sites, ce qui nous a incités à investiguer les processus de régulations mis en place (cf. sous-chapitre suivant).

1.3. Processus de régulations mis en place au cours du projet

Dans le Chapitre 4, nous avons introduit les concepts de régulations chaudes et froides (Daniellou 2002, Leplat, 2006). Les régulations chaudes désignent les régulations effectuées par les régulateurs au cours de leur activité de service. Les régulations froides font suite à une analyse (des situations critiques, par exemple), elles aboutissent à la « *re-prescription* » du travail et sont nécessaires à la créativité (Garcia, 2009).

Dans ce sous-chapitre, nous poursuivons nos investigations des processus de régulations mis en place au fil des expérimentations. Les régulations chaudes effectuées par les régulateurs dans le cours de leur activité ont été finement décrites dans le Chapitre 13. Parfois ces régulations chaudes passaient par le fait de ne pas respecter les procédures, montrant ainsi les insuffisances des dimensions réglées du fonctionnement du service. Pour mieux comprendre ce phénomène nous faisons, dans ce sous-chapitre, une focale sur la valeur respect des procédures.

Quant aux régulations froides et à leurs effets, ils ne sont pas encore objectivables à l'étape du projet à laquelle nous écrivons ces lignes (la NAV3 n'a pas encore été conçue, nous n'avons pas

²⁵ IHM est l'acronyme d'Interface Homme-Machine ; il s'agit de l'écran qui était situé à bord des navettes.

pu observer le déploiement du service sur de nouveaux sites et la Leading ne répond plus à nos sollicitations). Aussi, pour appréhender, dans la mesure du possible, les processus de régulations froides, nous recensons ici, grâce à nos analyses :

- les processus de remontées d'informations des régulateurs vers les prescripteurs (exploitants, Leading) ;
- les représentations des concepteurs de la Leading sur les régulations chaudes.

1.3.1.Focale sur la valeur respect des procédures

Dans le Chapitre 13, nos résultats ont montré que la valeur « *respect des procédures* » entrainait en concurrence avec d'autres valeurs dans le cours de l'activité de service. D'ailleurs, dans certaines situations, à certaines conditions, les régulateurs privilégiaient d'autres valeurs, au détriment de la valeur « *respect des procédures* ». Ils sacrifiaient alors le respect des procédures pour assurer la performance globale du service.

D'après les Tableaux 11 et 12 du Chapitre 13, la valeur « *respect des procédures* » était mise en balance dans 16 des 19 situations critiques rencontrées par les régulateurs. Un fonctionnement « *régulé* » du service était donc prévu dans une immense majorité de situations critiques.

Les analyses des tâches prescrites aux régulateurs et les analyses de leurs expériences vécues ont montré qu'aucune procédure ne permettait de guider leurs comportements lorsqu'ils étaient exposés à :

- la présence d'obstacles potentiellement non détectables sur la voie ;
- un comportement « *inapproprié* » de la part d'un usager du site (défiant la sécurité de la navette) ;
- la présence de passagers non francophones.

Les 16 situations critiques mettant en balance la valeur « *respect des procédures* » ont donné lieu à 45 types de comportements de la part des régulateurs (cf. Tableaux 11 et 12). Ces comportements mettaient en concurrence la valeur « *respect des procédures* » :

- 29 fois avec la valeur utilité ;
- 22 fois avec la valeur satisfaction des passagers ;
- 20 fois avec la valeur fiabilité ;
- 11 fois avec la valeur non-gêne des autres usagers du site ;
- 25 fois avec la valeur besoin de contrôle ;
- 7 fois avec la valeur sécurité.

Nous notons également un conflit intrinsèque de la valeur « *respect des procédures* », vis-à-vis de la situation de « *contrôle des badges* » sur le site du Congrès ; les deux prescripteurs transmettant aux hôtesses des injonctions contradictoires entre lesquelles elles devaient arbitrer.

Ainsi, le respect des procédures, donc le fonctionnement réglé du service, venaient majoritairement en conflit avec les valeurs que nous associons à la qualité du service (l'utilité, la satisfaction des passagers et, dans une moindre mesure, la fiabilité.) ; et s'oppose au besoin de contrôle des régulateurs.

A l'inverse, la valeur « *respect des procédures* » était aussi associée à d'autres valeurs en situations critiques :

- 11 fois avec la valeur utilité ;
- 7 fois avec la valeur satisfaction des passagers ;
- 15 fois avec la valeur fiabilité ;
- 5 fois avec la valeur non-gêne des autres usagers du site ;

- 3 fois avec la valeur besoin de contrôle ;
- 13 fois avec la valeur sécurité ;
- dans 8 des 45 comportements déployés par les régulateurs en situations critiques, la valeur « *respect des procédures* » était la seule valeur à s’opposer à d’autres valeurs.

Les procédures actuelles semblent donc assurer en priorité la préservation de la sécurité et de la fiabilité du service. En revanche, peu de procédures vont dans le sens de la préservation de besoin de contrôle des régulateurs, de la non-gêne des autres usagers du site ou de la satisfaction des passagers (et, dans une moindre mesure, de l’utilité).

1.3.2. Remontées d’informations des régulateurs vers les prescripteurs

Les concepteurs de la Leading et les exploitants sollicitaient des formes de retours d’information de la part des régulateurs, selon des modalités situées :

- sur le Campus suisse, les accompagnants étaient munis de tablettes tactiles (cf. Figure 36). Des interactions orales avaient également lieu entre les accompagnants et l’exploitant : « *oui, on voit souvent [Prénom d’un membre du collectif exploitant], il nous demande comment cela s’est passé, si on a eu des soucis aujourd’hui* » (verbatim d’un accompagnant). Le faible temps passé sur le site et les conditions restreintes d’accès à l’expérimentation, ne nous ont pas permis de pouvoir analyser finement les modalités de communications au sein du collectif d’exploitants, entre les accompagnants et l’exploitant, entre l’exploitant et la Leading ;
- sur l’expérimentation du Congrès, les régulateurs échangeaient lors de chaque trajet grâce notamment à des talkies-walkies et leurs téléphones portables. L’implication de l’exploitant n’a pas pu être analysée. En revanche, les concepteurs étaient impliquées dans la quasi-totalité des régulations ; d’une part parce qu’ils assuraient eux-mêmes les fonctions d’accompagnants et de superviseurs. D’autre part parce que les hôtesses prenaient peu d’initiatives (cf. Chapitre 13) : « *ils nous disent quoi faire. Quand j’ai un doute j’appelle [Prénom de la superviseure] pour qu’elle me renseigne, ou je demande à un accompagnant lorsqu’il s’arrête* » (verbatim d’une hôtesse) ;
- sur le Centre de recherches, les accompagnants avaient un carnet de notes (cf. Annexe 4). Nous ne savons pas dans quelle mesure ce carnet de notes a été exploité par la Leading. Les interactions orales avec les exploitants et la Leading étaient ponctuelles : « *[L’exploitant] on le croise dans le hangar ou sur le site, on se salue et on se demande comment ça va* ». *[La Leading] on ne les voit quasiment pas, mais on s’appelle. Avec eux j’évoque surtout les problèmes techniques, les statistiques* » ; « *après pour régler les petits problèmes que je rencontre ici, en général je me débrouille, ou je vais voir directement les gens pour leur expliquer que leur stationnement gêne par exemple* » ;
- sur la Technopole, les interactions entre les régulateurs et l’exploitant étaient quotidiennes : « *[Prénom de l’exploitante], on se parle tous les jours, elle est vraiment à notre écoute* ». Les superviseurs avaient des interactions quotidiennes avec la Leading, à propos du fonctionnement des NA, du logiciel de gestion de flotte et des incidents techniques rencontrés.

1.3.3. Représentations des concepteurs de la Leading sur les régulations chaudes

Les résultats du Chapitre 13 nous ont amené à formuler l’hypothèse selon laquelle les régulateurs du service de transport par NA, en conception, constituaient des ressources précieuses dans la perspective d’autonomiser le service. Mais cette hypothèse n’était pas forcément partagée par les concepteurs de la Leading, qui semblaient très attachés à la dimension réglée du service.

En effet, d’après les *entretiens composites* réalisés auprès des concepteurs de la Leading :

- le service est exposé à un certain nombre de situations critiques qu'ils prennent en compte et vis-à-vis desquelles ils cherchent et trouvent des solutions techniques avec le constructeur ;
- la gestion des expérimentations est une petite part de leur activité. Les dimensions commerciales et surtout « *recherche et développement* » (des logiciels de guidage, des systèmes de reconnaissance, des batteries des NA, etc.) focalisent presque toute l'attention de la Leading. Leur image et leur capacité à développer des navettes « *réellement autonomes* » plus rapidement que leurs concurrents sont l'essentiel des enjeux qui les animent. Les expérimentations de NA, la conception de service, sont « *très secondaires à l'heure actuelle* » (cf. Chapitre 13(3.5)) ;
- les accompagnants sont présents pour effectuer les tâches qui leurs sont prescrites (voir point précédent) : « *normalement ils n'ont pas à déroger aux procédures qu'on leur a transmises* ». Lorsque le chercheur relançait en demandant si l'emploi de l'adverbe « *normalement* » suggérait qu'il y avait des situations où il fallait déroger aux procédures, un des concepteurs de la Leading répondit (après un temps d'hésitation) : « *Non. Ils n'ont pas à déroger aux procédures qu'on leur a transmises, en fait* ». Quant à l'autre concepteur de la Leading, dont le sens de la première réponse était proche, il précisa : « *après, il peut toujours y avoir des imprévus, on est dans de l'expérimentation. Il faut du bon sens. Le tout c'est de ne jamais mettre personne en danger et les procédures sont faites pour ça* » ;
- les concepteurs de la Leading sont, globalement, satisfaits du travail des régulateurs. Ils estiment toutefois que certains régulateurs font parfois des erreurs : « *quand je suis là, je fais un peu la police parce qu'en deux semaines des mauvaises habitudes se prennent, ils prennent des initiatives, ne respectent plus ce qu'on leur a demandé alors qu'on les paye pour ça en fait* » ; « *j'aimerais que [Prénom du superviseur] communique plus avec nous ; que ce soit le chef ici ; et qu'il relaie 100% des infos* » ;
- les concepteurs de la Leading nous ont, à plusieurs reprises, fait part de leur surprise par rapport à notre intérêt pour le vécu des accompagnants « *amenés à disparaître* ».

En ce qui concerne les régulateurs (nous excluons ici les accompagnants et la superviseure de l'expérimentation du Congrès du fait de leur appartenance à la Leading) :

- la totalité des régulateurs interviewés lors des *entretiens composites* ont reconnu ne pas toujours respecter les tâches prescrites. Ces dérives par rapport aux tâches qui leur sont confiées ne sont toutefois généralement pas assumées par les régulateurs aux moments des interactions avec la Leading : « *quand ils sont là on fait comme ils veulent et on dit ce qu'ils veulent entendre, mais quand ils ne sont pas là, moi ce qui compte c'est le client* » ;
- tous ont dit qu'il y avait des « *choses qui méritaient d'être améliorées* » du point de vue de la conception des NA et du service. Nous avons noté systématiquement leurs suggestions qui - lorsqu'elles concordaient avec nos propres analyses - faisaient l'objet d'un retour de notre part aux partenaires concepteurs (cf. Annexe 2 et Chapitre 15) ;
- dix-sept des 22 régulateurs interviewés ont dit être « *décus* », voire « *frustrés* », du fait que leur expertise ne semble pas intéresser les concepteurs des NA : « *non, on ne nous demande jamais rien [...] du coup c'est bien que tu sois là et que tu collectes nos avis et nos retours d'expérience ; parce qu'eux, il y a plein de choses qu'ils ne voient pas* » ; « *ah non, on n'a pas de contact avec eux, quand on les voit ils vérifient juste que l'on respecte bien les consignes et ils nous réprimandent quand ce n'est pas le cas* ». Trois accompagnants du Campus et un accompagnant du Centre de recherches n'ont pas évoqué ce point de vue ; ils nous apparaissaient moins investis que les autres (ou démotivés). Les hôtes du Congrès n'ont pas, non plus, exprimé de frustration liée à un manque de considération pour leurs compétences ; néanmoins, elles vivaient une frustration vis-à-vis de la Leading, liée au fait de « *subir* » les décisions qui

affectaient leur activité : « on nous a enlevé les talkies, on n'a pas eu notre mot à dire, et là on se retrouve sans savoir ce qu'il se passe et sans pouvoir répondre aux usagers » ;

- dix-sept des 22 régulateurs nous ont fait part de leur sentiment d'avoir construit un collectif avec certains autres régulateurs, voire avec l'exploitant (sur la Technopole). Seuls 5 accompagnants du Campus suisse n'ont pas évoqué ce phénomène. Ces collectifs étaient empreints de règles de métier pas toujours connues par les concepteurs : « Normalement, on doit les appeler (les superviseurs) à chaque fois qu'on reprend la navette en manuel. C'est [Prénom d'un concepteur de la Leading] qui demande ça. On l'a fait au début, mais maintenant, on s'est mis d'accord, on gère tous seuls, on est grands. [...] Et quand [Prénom d'un concepteur de la Leading] passe, on reprend le protocole demandé » (verbatim d'un accompagnant de la Technopole) ;
- les remontées d'informations des régulateurs vers la Leading et les exploitants n'étaient pas toujours fiables. Cette affirmation s'appuie sur des exemples pris précédemment, mais également sur la façon dont étaient utilisés les outils de recueil de données sur les différents sites :
 - o sur le Campus, les accompagnants nous disaient ne pas toujours renseigner la tablette tactile : « au début je notais tout systématiquement. Maintenant, je le fais rarement, je ne vais pas me connecter chaque fois qu'il y a un camion garé en double-file. De toutes façons qu'est-ce qu'ils peuvent y faire ? (les exploitants/la Leading) » ;
 - o sur le Centre de recherches, le carnet de bord était également alimenté de façon non-systématique par les accompagnants : « non, c'est vrai, je ne note pas à chaque fois. En fait, je le remplis quand il y a eu quelque chose de nouveau, mais de toutes façon je ne sais même pas s'il sera lu » ;
 - o sur la Technopole, les exploitants avaient demandé aux accompagnants de faire passer des questionnaires aux passagers pour qualifier leurs impressions suite à l'utilisation des NA. Nous n'avons pas pu avoir accès à ce questionnaire et à ses résultats. Toutefois un accompagnant nous a fait part de la difficulté à faire déployer ce questionnaire : « on le donne aux gens qui sont vraiment là pour faire un aller-retour, qui sont de bonne humeur, qui ont le temps. Mais les gens qui viennent faire 3 arrêts et qui ont le nez dans leur smartphone, on n'ose même pas leur poser la première question ».

Dans le Chapitre 13, nous avons montré que les régulations chaudes permettaient de faire face aux imprévus, aux variabilités et aux contradictions du réel ; à l'élaboration d'un compromis situé. Ces régulations chaudes assuraient ainsi la résilience du service, la préservation - en acte - des valeurs des autres usagers et donc contribuaient probablement à l'acceptation du service de transport par NA.

Les résultats décrits ici, semblent indiquer que les concepteurs de la Leading :

- ne s'approprieraient que partiellement les régulations chaudes mises en place par les régulateurs ;
- sous-estimeraient la dialectique réglé/géré qui a été nécessaire au fonctionnement du service de transport par NA ;
- sous-estimeraient la complexité des situations dans lesquelles sera engagée la technologie ; les phénomènes de conflits de valeurs en acte, d'arbitrages et d'instruction de compromis ;
- positionneraient l'humain comme « agent d'infiabilité » (Favergue, 1967), source d'erreurs plutôt que garant de la performance du service ;
- privilégieraient un fonctionnement « réglé » du service ;
- ne seraient pas engagés dans un processus d'allocation de fonctions des régulateurs vers les automates.

Les analyses des activités et des valeurs des concepteurs de la Leading (cf. Chapitre 13(3.5)) permettent de comprendre les intérêts limités de ces concepteurs pour les activités des régulateurs (donc les régulations chaudes) et pour la relation de service.

Toutefois, les manquements dans les processus de remontée des régulations chaudes vers les concepteurs, ne peuvent pas permettre certaines régulations froides nécessaires au développement de la technologie autonome.

De plus, concevoir une technologie NA reposant uniquement sur un fonctionnement réglé, nous apparaît incompatible - au moins à court terme - avec la complexité des situations dans lesquelles cette technologie sera engagée. Il nous apparaît en effet, à la lumière des résultats présentés dans cette étude, qu'il est nécessaire de concevoir une technologie, et des services associés, résilients ; c'est-à-dire capables de s'adapter, par des régulations chaudes et froides. Et ainsi satisfaire aux critères : situé, dynamique et systémique de l'acceptation (cf. Partie VI).

2. Place de la valeur sécurité

Au cours des Parties II et III, nous avons vu que la sécurité était un des facteurs d'acceptation majeurs des systèmes sociotechniques complexes et notamment des systèmes de transport. Nous avons donc fait l'hypothèse que la sécurité serait un des facteurs d'acceptation des services de transport par NA. Nous avons aussi défini les concepts de « *sécurité totale* » et « *sécurité acceptable* » en démontrant qu'aucun niveau de « *sécurité totale* » ne pouvait être atteint ; et que chaque système sociotechnique devait définir son seuil de « *sécurité acceptable* ». Ce seuil de sécurité acceptable semble obéir aux mêmes critères que l'acceptation, à savoir qu'il doit être :

- situé : il n'est pas le même d'un système sociotechnique à l'autre ;
- dynamique : il évolue au cours du cycle de vie du système sociotechnique. Il est donc primordial de se positionner dans ce cycle pour concevoir une technologie qui ne soit ni en-dessous de ce seuil, ni dans de « *l'ultrasécurité* », dépassant la demande sociétale (Amalberti, 2013, p. 23) ;
- systémique : il est influencé par des mécanismes complexes faisant intervenir l'ensemble du système sociotechnique.

Sur la base des méthodologies décrites précédemment (Partie IV et Chapitre 13), nous faisons ici une focale sur la valeur sécurité en analysant spécifiquement :

2.1. Les régulations mettant en jeu cette valeur sécurité.

2.2. Le poids de cette valeur sécurité pour les différents acteurs du système.

2.1. Régulations mettant en jeu la sécurité

Dans le Chapitre 13, nos résultats ont montré que la valeur sécurité entrainait en concurrence avec d'autres valeurs dans le cours de l'activité de service. D'ailleurs, dans certaines situations, à certaines conditions, les régulateurs privilégiaient d'autres valeurs, au détriment de la valeur sécurité. Ils sacrifient alors la valeur sécurité pour assurer la performance globale du service.

D'après les Tableaux 11 et 12 du Chapitre 13, la valeur sécurité est mise en balance dans 12 des 19 situations critiques rencontrées par les régulateurs.

Nous constatons des variabilités dans le niveau de connaissance des concepteurs de la Leading sur :

- les 12 situations critiques mettant en balance la sécurité ;
- les différentes régulations chaudes opérées dans ces situations ;
- les régulations froides projetées par les concepteurs de la Leading (cf. Tableau 16).

Tableau 16 : Niveau de connaissance de la Leading sur les situations critiques et leur régulation

Les éléments connus par la Leading sur fond vert
Les éléments partiellement connus par la Leading sur fond orange
Les éléments inconnus par la Leading sur fond rouge

Situations critiques	Niveau de connaissance de la Leading sur :		Types de sécurités projetées par la Leading en avril 2016
	Les situations critiques	Les régulations chaudes sacrifiant la valeur sécurité	
Demandes de montée/descente de la NA hors des arrêts prévus	Partiellement connues	Inconnues	Aucune
Passagers non francophones	Inconnues	Inconnues	Aucune
Usagers du site sur la voie de circulation de la NA	Connues	Partiellement connues	- Conception des NA : capacité à dévier de sa trajectoire - Procédures usagers : marcher sur les trottoirs
Obstacles physiques sur la trajectoire des NA	Partiellement connues	Partiellement connues	- Conception des NA : capacité à dévier de sa trajectoire - Procédures usagers : ne pas laisser d'obstacles sur la voie
Déclenchements systématiques du klaxon dans certaines zones du tracé	Inconnues	Inconnues	Aucune
Comportements « inappropriés » de la part d'un usager du site	Partiellement connues	Connues	Inconnue
Dépassements dangereux par d'autres véhicules	Partiellement connues	Partiellement connues	Conception des NA : déclenchement anticipé du clignotant ; augmentation de la vitesse
Dysfonctionnements : panne de la NA, bug informatique, etc.	Connues	Connues	Conception : améliorations techniques, fiabilisation
Conditions environnementales difficiles	Partiellement connues	Partiellement connues	Conception des NA : améliorations techniques, fiabilisation
Obstacles potentiellement non détectables par les Lidars	Partiellement connues	Connues	Conception des NA : améliorations techniques des Lidars
Croisements d'autres véhicules sur un « tronçon à voie unique »	Partiellement connues	Partiellement connues	- Conception : augmentation de la reconnaissance « longue distance », des capacités

			d'anticipation - Procédures usagers : « <i>priorité NA</i> »
Limitation du nombre de passagers dans les NA	Connues		Procédures usagers : « <i>pas plus de 9 passagers</i> »

Trois situations critiques sur 12 mettant en balance la valeur sécurité, étaient connues par la Leading. Ces situations étaient liées à des contraintes techniques (dysfonctionnements : panne de la NA, bug informatique), juridiques (limitation du nombre de passagers montant dans les NA) et à la présence d'usagers du site sur la voie de circulation de la navette.

Sept situations critiques sur 12 mettant en balance la valeur sécurité étaient partiellement connues par la Leading. Nous les qualifions de « *partiellement connues* » pour différentes raisons :

- Ces situations critiques étaient sujettes à des variabilités qui n'étaient pas toutes connues par la Leading. Par exemple, les concepteurs de la Leading, connaissaient la plupart des conditions environnementales difficiles, mais semblaient ignorer l'existence des fumées s'échappant ponctuellement de la cheminée du Centre de recherches, et pouvant perturber les NA les jours où le vent venait du sud. Ainsi, en déclinant plus finement ces situations critiques, certaines situations critiques auraient pu être qualifiées d' « *inconnues* ».
- La Leading semblait sous-estimer la fréquence et/ou le niveau de criticité de ces situations. Le croisement d'un autre véhicule sur une voie à tronçon unique était, par exemple, une situation particulièrement complexe à gérer comme nous l'avons montré dans le Chapitre 13.
- Ces situations ont été connues par la Leading seulement après que nous les leur avons apprises (en cours de projet). Par exemple, les dépassements dangereux par d'autres véhicules ont fait l'objet d'un retour précoce de notre part sur le Centre de recherches, du fait du caractère accidentogène de cette situation.

Deux situations critiques ont été qualifiées d'inconnues par la Leading, il s'agit de la « *présence de passagers non francophones* » et des « *déclenchements systématiques du klaxon dans certaines zones du tracé* ». Bien que les concepteurs de la Leading connussent ces situations, ils ignoraient leur caractère critique et le fait que les accompagnants engagés dans ces situations vécussent des conflits de valeurs mettant en balance la valeur sécurité.

Face aux situations critiques qui lui étaient inconnues, la Leading ne projetait pas de régulation froide en avril 2016.

Face aux situations critiques qui lui étaient connues ou « *partiellement connues* », la Leading projetait un certain nombre de régulations froides pour régler la sécurité : des améliorations techniques des NA, des procédures à destination des usagers des sites.

En avril 2016, aucune sécurité gérée n'était projetée pour le long terme. Sur le court terme, une partie des régulations chaudes des régulateurs était connue, acceptée, voire prescrite par la Leading (cf. résultats précédents).

Une des situations critiques mettant en balance la valeur sécurité, et connue par la Leading ne donnait lieu à aucune régulation chaude sacrifiant la valeur sécurité. En effet, nous n'avons pas eu connaissance, au cours de nos investigations, d'un écart à la limitation du nombre de 9 passagers dans les NA.

La Leading connaissait l'existence de 3 situations critiques amenant à sacrifier la valeur sécurité. La Leading avait des difficultés à savoir comment régler ou gérer les comportements

« *inappropriés* » de la part des usagers des sites, se « *jetant devant les NA* » pour « *tester les réflexes* ». Les dysfonctionnements (dont l'existence d'obstacles potentiellement non détectables par les Lidars) faisaient l'objet de recherches d'améliorations techniques de la part de la Leading.

La Leading ne savait pas que dans 3 situations critiques les régulateurs étaient amenés à effectuer des régulations chaudes ayant pour conséquence de sacrifier la valeur sécurité.

Enfin, dans 5 situations critiques, les régulations chaudes déployées par les régulateurs, sacrifiant la valeur sécurité étaient « *partiellement connues* » par la Leading. Au regard de la définition que nous attribuons ici à « *partiellement connues* », cela induit que :

- certaines déclinaisons de ces situations critiques et donc des régulations chaudes qui s'y déroulaient, n'étaient pas connues par la Leading ;
- la Leading sous-estimait la fréquence de sacrifice de la valeur sécurité par les régulateurs ;
- des situations critiques et leurs effets en termes de sacrifice de la valeur sécurité, n'auraient peut-être pas été connus « *à temps* » (c'est-à-dire avant un accident, avant des effets indésirables en termes d'acceptation, de coût) par la Leading, sans l'apport d'un ergonome ;

2.2. Poids de la valeur sécurité pour les différents acteurs du système

Dans le Tableau 17, nous avons recensé les valeurs partagées par les différentes catégories d'acteurs auxquelles nous nous sommes intéressés au cours de nos investigations (cf. Chapitre 13).

Tableau 17 : Valeurs partagées par les différentes catégories d'acteurs

	Régulateurs	Passagers	Usagers des sites « <i>non-utilisateurs</i> »	Exploitants
Passagers	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers			
Usagers des sites « <i>non-utilisateurs</i> »	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Besoin de contrôle - Non-gêne des autres usagers	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers - Lutte contre la sédentarité		
Exploitants	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Satisfaction - Besoin de contrôle	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers - Fierté régionale	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers	
Concepteurs de la Leading	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Satisfaction - Respect des procédures - Non-gêne des autres usagers	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Non-gêne des autres usagers	- Sécurité - Utilité - Fiabilité - Satisfaction - Non-gêne des autres usagers

Nous remarquons, à la lecture du Tableau 17, que la sécurité était une valeur partagée par toutes les catégories d'acteurs. Ce résultat confirme notre hypothèse selon laquelle la sécurité est une valeur incontournable dans le cadre du développement d'un service de transport par NA, et assurément un critère de performance et d'acceptation de cette technologie innovante.

La sécurité n'était toutefois pas la seule valeur que partageaient toutes les catégories d'acteurs. L'utilité et la fiabilité étaient également des valeurs partagées par l'ensemble des acteurs.

Ces résultats montrent donc que la sécurité n'était jamais la seule valeur en jeu dans les systèmes de valeurs des acteurs, à l'encontre de la technologie NA. Elle était en concurrence.

Pour les raisons évoquées précédemment, la mesure précise du poids de la valeur sécurité vis-à-vis des autres valeurs n'a pas été finement mesurable dans le cadre de cette recherche. Néanmoins, les différentes investigations que nous avons menées, nous ont permis de constater que, parmi les 12 situations critiques mettant en balance la valeur sécurité (qui ont donné lieu à 29 types de réponses mettant en balance la valeur sécurité, cf. Tableaux 11 et 12), cette valeur sécurité était mise en concurrence, par les régulateurs :

- 14 fois avec la valeur utilité ;
- 13 fois avec la valeur satisfaction des passagers ;
- 12 fois avec la valeur fiabilité ;
- 9 fois avec la valeur non gêne des autres usagers du site ;
- 8 fois avec la valeur besoin de contrôle ;
- 7 fois avec la valeur respect des procédures.

Nous remarquons qu'en perspective de la hiérarchie établie lors Chapitre 13(2.2), par rapport au nombre de régulateurs ayant évoqué les différentes valeurs, la fiabilité et le respect des procédures ont rétrogradé ; alors que la satisfaction des passagers et la non-gêne des usagers du site ont progressé. La sécurité viendrait donc plus souvent en conflit, en situations critiques, pour les régulateurs, avec la satisfaction des passagers et la non-gêne des usagers du site qu'avec la fiabilité et le respect des procédures.

- chez les passagers, la valeur « *sécurité* » semble également moins importante que d'autres de leurs valeurs. Par exemple, sur le site du Centre de recherches, à la question « *comment avez-vous perçu cette expérience ?* » (cf. Tableau 13), 30 répondants sur 43 abordaient la valeur utilité (dont 23 pour souligner un manquement à cette valeur), alors qu'aucun répondant n'a évoqué la valeur sécurité. A la question « *Quelles évolutions du service/des NA pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ?* », sur 43 passagers répondant, 30 ont évoqué l'amélioration de la fiabilité, 24, l'augmentation de la vitesse des NA (que nous avons associée à l'utilité), alors qu'aucun répondant n'a évoqué le développement de la sécurité ;
- chez les usagers des sites « *non-utilisateurs* », nous faisons le même constat. En effet, à la question : « *Pourquoi n'avez-vous jamais utilisé la NAv2 ?* », sur 65 répondant n'ayant jamais utilisé les NA, un seul avait développé un argument que l'on a pu rapprocher de la valeur sécurité. Il avait répondu « *pas en confiance* » ;
- chez les exploitants et les concepteurs de la Leading, la sécurité est en revanche clairement affichée comme valeur clé. Notons que les entretiens menés avec les exploitants et les concepteurs de la Leading sont davantage décontextualisés des activités et des expériences vécues de déplacement sur un site donné.

La sécurité semble ne pas préoccuper les usagers des sites (passagers des NA et non-utilisateurs), à cette étape de développement de la technologie, dans les conditions actuelles d'usage.

Il semblerait donc que le niveau de sécurité actuel soit trop élevé, au détriment d'autres critères d'acceptation comme l'utilité, la fiabilité du service, la satisfaction des passagers, la non-gêne des autres usagers des sites.

Les procédures prescrites aux régulateurs (donc la sécurité réglée) ne semblent pas pouvoir assurer, dans toutes les situations critiques, la sécurité des passagers. Certaines procédures viennent même en conflit avec la sécurité, générant donc des situations à risque en l'absence d'une sécurité gérée par les régulateurs.

La valeur « *besoin de contrôle* » nous intéresse également particulièrement dans la perspective de définir le seuil de risque acceptable de la technologie innovante que constituent les NA. En effet, une des hypothèses que nous avons avancées dans le Chapitre 7 est que lorsqu'un risque est choisi et non subi, lorsque l'on a le sentiment de pouvoir y échapper (puisque c'est nous-mêmes qui sommes aux commandes), alors nous acceptons davantage ce risque (les accidents d'avions sont moins bien acceptés que les accidents de voitures ou d'alpinisme, alors qu'ils sont moins fréquents).

Nous constatons, à l'issue de nos investigations que la valeur « *besoin de contrôle* » est portée par les régulateurs, et notamment les accompagnants présents dans les NA (16 des 27 régulateurs dont 11 des 22 accompagnants ont exprimé cette valeur au cours des analyses expérientielles). Nous notons aussi que la valeur « *besoin de contrôle* » est opposée 8 fois à la valeur « *sécurité* » en situation critique. Par exemple, lors de la situation de déclenchement automatique du klaxon, certains accompagnants avaient le sentiment de subir le klaxon. Mais pour couper le klaxon, il fallait shunter la sécurité des NA, ce qui concourait à sacrifier leur valeur « *sécurité* ». Inversement, la valeur « *besoin de contrôle* » est associée 14 fois à la valeur « *sécurité* ». Ce ratio de 8 contre 14 semble indiquer, qu'en situation critique, la valeur sécurité occupe une place importante dans la hiérarchie des valeurs des accompagnants.

En revanche, chez les passagers des NA et chez les usagers des sites non-utilisateurs, cette valeur « *besoin de contrôle* », associée à l'activité de transport, est très secondaire à cette étape de développement de la technologie, dans les conditions actuelles d'usage. Seul 1 des 142 répondants du questionnaire du Centre de recherches (passagers et non-utilisateurs compris), a évoqué un « *manque de confiance* » vis-à-vis des NA (que l'on pourrait associer à une atteinte à la valeur « *besoin de contrôle* »). Le besoin de contrôle a bien été exprimé par des passagers vis-à-vis de la fiabilité du service (ne pas maîtriser le moment où la NA arrive, par exemple) ou par les non-utilisateurs vis-à-vis d'un empêchement de leurs activités habituelles ; mais cela nous intéresse moins ici, dans la perspective de situer le seuil de risque acceptable des NA.

3. Conclusion du Chapitre 14

Les résultats de la première partie du Chapitre 14, ont permis de confirmer l'existence d'écarts entre les tâches prescrites aux régulateurs et les activités qu'ils déploient effectivement.

Nous avons montré le caractère situé et dynamique des tâches prescrites aux régulateurs. En effet, les prescriptions sont en partie différentes selon les expérimentations ; elles sont adaptées aux contextes, elles évoluent.

La transmission des tâches peut prendre différentes formes : orale lors des 3 premières expérimentations puis orale et écrite lors de l'expérimentation de la Technopole.

Les tâches peuvent être édictées par différents prescripteurs : les exploitants et/ou les concepteurs de la Leading donnant parfois lieu à des injonctions paradoxales entre lesquelles les régulateurs doivent arbitrer.

La transmission des tâches intervient à différents moments : au démarrage de l'expérimentation, au moment de la formation ; puis également dans le courant des expérimentations - ce qui traduit un des processus de régulations froide. Nous constatons également une augmentation de la formalisation des prescriptions au fil des expérimentations (dossiers transmis sur la Technopole) - phénomène que nous interprétons comme une volonté, de la part de la Leading, de cadrer l'activité des régulateurs et limiter les régulations chaudes non contrôlées.

En effet, l'analyse des représentations de la Leading sur les régulations chaudes mises en place par les régulateurs, a montré que ces régulations chaudes étaient davantage perçues comme des déviances qu'il fallait contrôler, que comme des opportunités pour innover. Par conséquent, la Leading s'intéresse peu à ces régulations chaudes, aux valeurs qui animent ces régulations et aux situations critiques dans lesquelles elles ont lieu ; elle ne se les approprie pas ou alors « *partiellement* ».

La Leading semble s'inscrire dans le paradigme d'un humain « *agent d'infiabilité* » (Favergue, 1967) et développer une technologie fonctionnant sur des dimensions réglées, plutôt que sur une dialectique réglé/géré. Les régulations froides envisagées par la Leading sont d'ailleurs d'ordres technique et procédural. Or, au vu des résultats présentés dans cette étude, le fait de concevoir une technologie NA reposant uniquement sur un fonctionnement réglé, nous apparaît incompatible - au moins à court terme - avec la complexité des situations dans lesquelles cette technologie sera engagée (cf. Chapitre 17). Il nous apparaît en effet, qu'il est nécessaire de concevoir une technologie, et des services associés, résilients ; c'est-à-dire capables de s'adapter, par des régulations chaudes et froides. Et ainsi satisfaire aux critères : situé, dynamique et systémique de l'acceptation.

Dans la deuxième partie du Chapitre 14, nous avons fait une focale sur la valeur « *sécurité* », dans la perspective de positionner le seuil de sécurité acceptable d'un service de transport par NA. Nous avons montré que l'ambition de l'atteinte d'une sécurité totale, de la part de la Leading, conduisait à un service peu utile, peu fiable, non-satisfaisant pour les passagers, gênant les autres usagers des sites, et générant des dérogations aux procédures non connues par la Leading.

Nous avons qualifié la technologie actuelle de « *sur-sécurisée* », en constatant que les valeurs « *sécurité* » et « *besoin de maîtrise* » n'étaient presque jamais mentionnées par les usagers, au contraire d'autres valeurs nécessaires à l'acceptation.

Les résultats de ce Chapitre 14 vont donc dans le sens de la thèse intermédiaire III et invitent à définir les conditions d'une sécurité acceptable pour que la technologie entre en osmose avec le système de valeurs des différents acteurs des systèmes sociotechniques dans lesquels elle sera déployée.

Chapitre 15 : recommandations adressées aux partenaires concepteurs

Nombreux sont les travaux, en ergonomie, qui réfèrent aux processus de construction de leviers d'action au cours d'une démarche d'intervention (Falzon, 2004 ; Guérin, Laville, Daniellou & Duraffourg, 2006 ; Coutarel, 2011 ; Saint Vincent & al., 2011 ; Falzon, 2013). L'analyse des situations critiques, l'identification des conséquences de ces situations et des déterminants à leurs origines, constituent l'essence des diagnostics ergonomiques. Les déterminants à l'origine des situations critiques se révèlent alors des repères permettant d'inférer des leviers de développement du système et, probablement d'acceptation de la technologie.

Afin de nous faire accepter dans le projet de conception des NA, nous nous étions engagés, auprès des partenaires concepteurs, à transmettre des repères de conception et d'exploitation de la technologie.

Les méthodes d'investigations que nous avons déployées devaient donc aussi nous permettre d'honorer cet engagement.

Dans le Chapitre 15, nous présentons :

1. les méthodes qui nous ont permis de construire des spécifications à l'intention des partenaires concepteurs ;
2. les déterminants à l'origine des situations critiques ;
3. les formes de spécifications transmises aux partenaires concepteurs.

1. Méthodes ayant permis de construire des spécifications à l'intention des partenaires concepteurs

Certaines des méthodes visaient la « *mise en évidence des déterminants à l'origine des situations critiques* » (donc indirectement des spécifications en termes de leviers de conception et d'acceptation du service) :

- Les *entretiens composites* à destination des régulateurs et des Concepteurs de la Leading
- Le *questionnaire* du Centre de recherches
- Les réunions de travail avec les concepteurs

1.1. Entretiens composites

Plusieurs auteurs ont loué le fait de procéder à des analyses expérientielles dans une perspective d'amélioration ou de conception de systèmes complexes (Theureau, & Filippi, 1994 ; Salembier, Theureau, Zouinar, & Vermersch, 2001). Salembier, Cahour et Zouinar (2013) affirment que le recours à des méthodes de recueil de verbalisations consécutives à l'action, comme nous les avons menées, permet notamment de décrire finement les problèmes de couplage entre l'acteur et son environnement et d'en inférer les déterminants. Certaines techniques d'entretiens favorisant la compréhension des situations critiques (nommées aussi « *méthode des incidents critiques* » ou des « *décisions critiques* ») sont également recensées dans la littérature (Clot & Leplat, 2005).

Ainsi, au cours des *entretiens composites* (Annexes 6 et 7) - dans une perspective de développement de la technologie, d'autonomisation et d'allocation de fonction - nous avons demandé :

- Aux régulateurs : « *quelle est ta plus-value par rapport à un automate ? Qu'est-ce que tu mets en place aujourd'hui qui fait que les usagers du site acceptent mieux la présence des NA/le service, que si tout était géré automatiquement ?* » ; « *qu'est-ce qu'il faudrait améliorer selon toi pour que le service soit plus utile ? Mieux accepté ? Plus sécurisé ? Quelle est ta plus-value par rapport à un automate ?* » ;
- Aux concepteurs et aux exploitants : « *comment voyez vous l'autonomisation du service dans les mois/années à venir ? Quelle est la plus-value des régulateurs par rapport à un automate ? Est-ce qu'ils*

mettent en place aujourd'hui des actions qui font que les usagers du site acceptent mieux la présence des NA/le service, que si tout était géré automatiquement ? ».

1.2. Questionnaire du Centre de recherches

Plusieurs questions du *questionnaire du Centre de recherches* visaient à identifier, plus ou moins directement, des leviers de développement de la technologie du point de vue des usagers du site.

Ces questions étaient :

- quelles évolutions du service, des NA pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ? (43 passagers ont répondu à cette question) ;
- pourquoi n'avez-vous jamais utilisé la NAv2 ? (65 usagers du site non-utilisateurs ont répondu à cette question) ;
- faites-nous part de vos remarques qui pourraient nous aider à améliorer ce service (85 usagers du site ont répondu à cette question) ;

1.3. Réunions de travail avec les concepteurs et les exploitants

Les réunions de travail et les différentes formes d'échanges avec les concepteurs et les exploitants étaient l'occasion de partager des éléments de diagnostic et de compléter nos différentes analyses. A l'issue de ces réunions, les concepteurs (et exploitants) traduisaient en leviers d'action certains besoins fonctionnels révélés par nos analyses. Le processus de conception était itératif dans la mesure où toutes les phases d'analyses de terrains que nous menions étaient entrecoupées d'échanges avec les partenaires concepteurs (et avec les exploitants sur le site du Centre de recherches).

2. Synthèse et catégorisation des déterminants à l'origine des situations critiques

Comme nous l'avons vu précédemment, les régulateurs mettaient en œuvre d'importants efforts afin d'instruire le meilleur compromis dans la gestion des situations critiques et de permettre au service d'être accepté par un maximum d'acteurs sur le site. Mais malgré cela de nombreuses sources d'insatisfaction, de frustration, de rejet demeuraient.

Les investigations déployées dans cette recherche ont permis d'identifier un certain nombre de déterminants à l'origine des activités de gestion des situations critiques de la part des régulateurs et donc - selon notre hypothèse de départ - de l'acceptation/du rejet du service de transport par NA. Nombre de ces déterminants ont déjà été évoqués au cours des résultats précédemment retranscrits. Toutefois, il nous a semblé utile de consacrer un sous-chapitre synthétique permettant un référencement le plus complet possible de ces déterminants, associé à un premier niveau d'analyse de notre part. Ce référencement, inspiré des différentes dimensions de l'acceptation introduites dans le Chapitre 2(3), est ici agrémenté de nouveaux exemples. Ainsi se succèdent les 4 points suivants :

- 2.1. Les déterminants personnels
- 2.2. Les déterminants interpersonnels
- 2.3. Les déterminants organisationnels
- 2.4. Les déterminants techniques, architecturaux, environnementaux

2.1. Déterminants personnels

Nous avons constaté que les régulateurs n'agissaient pas de la même manière, n'opéraient pas les mêmes arbitrages, n'organisaient pas leurs systèmes de valeurs en acte de la même façon au moment de gérer les situations critiques en fonction de « *qui ils étaient* », c'est-à-dire :

- de leur parcours, leurs formations, leurs capacités : « *quand on a des passagers hispanophones, c'est mieux si c'est moi car je suis bilingue et j'arrive donc à répondre à leurs questions, ils sont contents* » ; « *on a eu un accompagnant au début qui a été licencié. [...] Il était plus âgé que nous, et il y a des choses sur lesquelles il n'était pas à l'aise : les aspects techniques notamment, et même au niveau relationnel avec les passagers* » ;
- de leurs compétences de régulateurs, construites notamment au fil des expériences de régulation déjà vécues. Les régulateurs développaient des habiletés techniques, communicationnelles, d'anticipation et de régulations des situations critiques ; ils construisaient leurs systèmes de valeurs en acte au fil des expériences vécues (cf. Chapitre 13) ;
- de leurs sensibilités, leurs valeurs à l'origine et peut-être leur propension à développer certaines défenses (à sacrifier des valeurs en acte) : « *j'ai des collègues qui s'en foutent de bloquer un livreur ; ils disent que c'est nous qui avons la priorité et ils ont raison en plus. Mais pour moi c'est trop dur, je n'ai pas été élevée comme ça et puis je n'aime pas les conflits. Du coup j'anticipe, je contourne, ou je repars immédiatement pour ne pas être mal à l'aise* » ;
- de leur fonction (accompagnant(e), hôtesse ou superviseur(e)), des tâches qui leur sont prescrites (cf. Chapitre 14).

Les déterminants personnels concernent également les autres acteurs et notamment les usagers des sites. Nous avons par exemple vu, que l'utilité des NA était associée aux personnes à mobilité réduite (handicap, objets encombrants à transporter...).

2.2. Déterminants interpersonnels

Nous avons choisi de regrouper dans cette catégorie des déterminants interpersonnels plusieurs dimensions de l'acceptation présentes dans la littérature scientifique, à savoir : collective, identitaire, professionnelle (cf. Chapitre 2(3)).

Ainsi, à l'origine de l'activité des régulateurs, on retrouve des déterminants liés :

- aux activités, aux cultures et aux valeurs des usagers des différents sites expérimentaux. Des analyses approfondies mériteraient d'être menées pour vérifier cette hypothèse, toutefois nos résultats semblent indiquer que les cultures et les valeurs des usagers seraient différentes d'un site à l'autre. Par exemple, les usagers du Centre de recherches étaient essentiellement des adultes, sur leur lieu de travail, et des professionnels spécialisés dans le secteur de l'automobile et de l'innovation. Aussi, les échanges qu'ils avaient avec les accompagnants étaient d'une nature différente de ceux de la Technopole, où étaient présents des enfants, des familles, des touristes ; ou des Campus où une majorité d'usagers étaient des étudiants et des universitaires de filières polytechniques :
 - Témoignage d'un accompagnant travaillant sur le Campus suisse : « *même si ça a fait beaucoup de changements, les gens se sont quand même vite adaptés à notre présence, ils ont compris qu'on était prioritaires sur le site et ils comprennent l'intérêt de l'expérimentation. En même temps, on est en Suisse ; moi je suis Français, je pense que chez nous ça aurait plus râlé !* ».
 - Témoignage d'un accompagnant travaillant sur le Centre de recherches : « *j'ai beaucoup de questions qui touchent des aspects très techniques du fonctionnement du véhicule. Heureusement, je suis passionné par ça, donc on a de longues conversations avec les passagers à propos des navettes. [...] Certains doutent de l'intérêt pour leur entreprise d'un tel service, ils ont peur que ça ne soit pas un bon investissement [...] Ici, il y en a beaucoup qui préfèrent marcher parce qu'ils passent leur journée assis à un bureau et que c'est la seule activité physique qu'ils peuvent faire dans la journée* ».

- Témoignage d'une accompagnante travaillant sur la Technopole : « *Même si je n'y connais pas grand-chose techniquement, c'est rare que je sois mise en difficulté par des questions - comme vous venez de voir, en général, il faut même que je vulgarise au maximum* ».

Le nombre de catégories d'utilisateurs perturbés par la présence des NA varie significativement entre les sites d'expérimentations (cf. Chapitre 13(3.3)).

En outre, au sein même d'un site, les systèmes de valeurs des usagers peuvent varier, ce qui incite les régulateurs à opérer des adaptations situées (cf. Chapitre 13).

- A la nature de l'expérience recherchée par les passagers. Les différents résultats obtenus nous amènent à faire l'hypothèse qu'en fonction de l'expérience que venaient chercher les passagers, les facteurs d'acceptation n'étaient pas les mêmes et les accompagnants adaptaient leurs comportements. Par exemple, en montant dans les NA certains passagers venaient chercher une expérience de transport ; alors que d'autres venaient expérimenter un service de transport futuriste, en démonstration : « *on reconnaît rapidement ceux qui ont envie de parler, de découvrir les navettes et ceux qui viennent juste faire leur trajet et qui veulent rester tranquilles* » ; « *moi je rappelle toujours aux gens qu'ils participent à une expérimentation et que l'on va progresser, sinon certains râlent ou sont déçus* ». Dans cette dernière verbatim, l'accompagnant du Campus suisse interrogé semblait chercher, par ses actions, à influencer l'expérience vécue par les passagers, à modifier leurs systèmes de valeurs en acte. En effet, il nourrit la valeur « *curiosité* » (que nous avons également appelée « *participation à l'expérimentation d'une technologie futuriste* ») et minimise l'importance actuelle des valeurs « *utilité* » ou « *fiabilité* ». Cette hypothèse mériterait d'être vérifiée par des constructions rigoureuses des expériences vécues des passagers.
- Aux activités et valeurs des prescripteurs. Des écarts existent entre les valeurs des prescripteurs du fait de leurs fonctions respectives (Leading ou exploitants) et des contextes (cf. Chapitre 13(3.5)). Cela contribue au caractère situé des régulations chaudes effectuées par les régulateurs (cf. Tableaux 11 et 12)
- Les régulateurs semblent également constituer des collectifs porteurs de valeurs partagées qu'ils co-construisent (cf. Chapitre 14 (1.3.3)).

2.3. Déterminants organisationnels

Les déterminants organisationnels à l'origine de l'activité des régulateurs sont liés :

- au cadre juridique : c'est cela qui détermine nombre de caractéristiques des expérimentations comme : la présence obligatoire d'un accompagnant, la limitation à 9 passagers à bord des NA, ainsi qu'un certain nombre de paramètres techniques et organisationnels qui influencent l'activité des régulateurs. Le cadre juridique pèse probablement sur certaines valeurs comme la sécurité ou encore le respect des procédures (témoignage de la régulatrice du Congrès après son altercation avec une hôtesse) : « *non, même si les gens insistent, c'est 9 personnes à bord dans tous les cas de figure. Si on a un problème et qu'il y a 10, on est en tort* ».
- au contexte hautement concurrentiel du développement des NA et qui implique :
 - un processus de concurrence. Les régulateurs ne sont pas autorisés à donner trop d'informations, notamment sur le fonctionnement technique des NA pour éviter que la Leading concurrente n'exploite certaines informations : « *on ne sait pas répondre à toutes les questions, et notamment sur la technique, mais je pense que c'est aussi une volonté des concepteurs de ne pas trop nous en dire parce qu'on sait que [nom de la Leading concurrente] envoie des espions pour prendre des infos* » (témoignage d'une hôtesse travaillant sur le site du Congrès).
 - Un phénomène de « *course contre la montre* », qui semble peser sur ce projet de conception et implique des priorisations et des arbitrages de la part de la Leading : « *Oui, les contacts sont assez rares. Parfois on a l'impression qu'ils s'en fichent un peu de ce qui*

se passe ici. Leur but c'est de vendre plus vite que [nom de la Leading concurrente] ; donc de faire du kilomètre et de ne pas avoir d'accident pour montrer que ça fonctionne, et c'est tout ! De toutes façons dans un mois ici c'est fini, donc ils ne vont pas s'embêter avec nous » (témoignage d'un superviseur sur la Technopole).

- Un temps d'exploitation des NA limité sur les sites expérimentaux et potentiellement facteur de rejet. Les résultats obtenus au cours de cette recherche permettent de faire l'hypothèse que certains usagers ne sont pas prêts à changer leurs habitudes pour quelques mois en sachant qu'il faudra revenir aux anciennes habitudes ensuite : *« on sent que certains sont déçus quand on leur annonce la date de la fin de l'expérimentation. Du coup, maintenant je préfère dire qu'on ne sait pas et que si ça se trouve, ça continuera »* (verbatim d'un accompagnant du Centre de recherches). A contrario, ce caractère expérimental pourrait également avoir eu un impact positif sur l'affluence du service en attisant la curiosité des usagers (cf. Chapitre 13 (3.2)).
- Aux caractéristiques du site et de l'expérimentation, impliquant :
 - Le degré d'ouverture du trajet aux autres types d'usagers du site : voitures, livreurs, piétons, etc. (cf. Chapitre 13(2.2.7)).
 - La fréquence de passage des NA.
 - Le nombre d'arrêts, la distance entre les arrêts, le positionnement des arrêts.
 - Les modalités de gestion de flotte, le choix des circuits et des horaires de passage qui prennent ou non en compte les flux et les circuits des usagers des sites. Par exemple, au cours de l'expérimentation du Centre de recherches, nous avons relevé une très nette diminution de la l'affluence du service, au moment où le restaurant d'entreprise a déménagé depuis une zone où avait été positionné un des arrêts, vers une zone du site non desservie par les NA : *« avant, on se sentait utile, de 11h30 à 13h30 on bossait vraiment bien, on avait nos habitués. Depuis que le restaurant a changé, on doit prendre 3 personnes par jour en moyenne, la journée est très longue »* (verbatim d'un accompagnant).
 - Le fonctionnement du service en « mode tram » (les NA s'arrêtent systématiquement à tous les arrêts) ou en « mode taxi » (les NA s'arrêtent « à la demande »). Sur le Centre de recherches et la Technopole, c'est le « mode tram » qui avait été mis en place : *« ça n'a pas de sens de s'arrêter à tous les arrêts alors qu'il n'y a personne. Les gens à l'intérieur se plaignent, on perd du temps et nous on passe notre vie à appuyer sur le bouton de fermeture des portes »* (verbatim d'une accompagnante sur la Technopole).
 - La signalétique, la publicité et la communication qui sont faites (ou non) autour du projet. Au cours de l'expérimentation de la Technopole, plusieurs passagers ont confié aux accompagnants le fait qu'ils avaient eu envie d'essayer les NA grâce à différents médias : banderoles, panneaux, reportage au journal télévisé, articles dans le journal, flyers, zones d'arrêts des navettes matérialisées au sol, affiches exposées sur les bus de la ville... Sur le Centre de recherches, la publicité a été moins présente et la communication moins précise, comme l'en attestent les réponses aux questionnaires (Annexe 5). En effet, sur 65 « usagers du site non-utilisateurs du service » répondant à la question « Pourquoi n'avez-vous jamais utilisé la NAv2 ? », 16 ont évoqué explicitement un manque d'informations vis-à-vis de son fonctionnement, dont 2 qui pensaient que les NA étaient encore à l'essai. Cette variabilité intrasite est vraisemblablement liée à d'autres déterminants organisationnels, à savoir la disponibilité des exploitants et les enjeux pour eux d'une telle expérimentation. Alors que l'exploitant de la Technopole a pu mobiliser une douzaine de ses salariés pour la gestion (et notamment la promotion) de l'expérimentation, les exploitants du Centre de recherches étaient

davantage préoccupés par le projet de la construction des nouveaux bâtiments sur leur site.

- A la démarche de conduite de projet dans son exemple et notamment à la façon dont les concepteurs et les exploitants prennent ou non en compte :
 - les activités, les expériences vécues et les valeurs des différents acteurs confrontés à la technologie (cf. Chapitre 14(1.3)) ;
 - les situations critiques auxquelles sont exposés les régulateurs (ibid.) ;
 - les situations critiques auxquelles sont exposés l'ensemble des acteurs qui sont confrontés à la technologie.

Nous n'avons pas, lors des chapitres précédents, consacré de paragraphe à ce dernier point (du fait d'une absence de recueil systématique de données pouvant l'alimenter). Toutefois, au fil des expérimentations, nous avons recensé plusieurs exemples de situations critiques qui n'ont pas été gérées par les régulateurs (cf. Figures 52, 53, 54, 55).



Figure 52 : NA en panne de batterie.
Ne disposant pas de système de roue libre,
l'exploitant a dû faire intervenir un dépanneur.



Figure 53 : Collision d'une NA en phase de
chargement.
Un Lidar a été endommagé.



Figure 54 : Boîtier abritant la caméra avant.
Pour sortir les caméras du boîtier (opération
« fréquente » d'après un exploitant), il faut
« démonter quasiment tout l'habitacle ».



Figure 55 : Chauffeur du camion sanglant la NA.
Le chauffeur a été obligé de se mettre en situation
de risque (dorsalgie, accident de la circulation)

D'une manière générale, les déterminants individuels et sociaux sont eux-mêmes déterminés par des facteurs d'ordre organisationnel, comme : les modalités de coopérations entre les régulateurs, les consignes données aux régulateurs, les modalités de formation des régulateurs, les marges de manœuvres accordées aux régulateurs pour gérer le fonctionnement du service, les structures hiérarchiques formelles et informelles, les modalités de communications entre les réseaux d'acteurs qui impactent le fonctionnement du service, la dimension plus ou moins participative de la conduite du projet, etc. (cf. Chapitre 14)

2.4. Déterminants techniques, architecturaux, environnementaux

Dans cette catégorie de déterminants, non recensons :

- la vitesse des NA ;
- la fiabilité technique des NA ;
- l'existence d'applications smartphone : « *on incite les gens à la télécharger. Ceux qui le font sont satisfaits car ils savent où nous sommes et quand nous arrivons* » (verbatim d'un accompagnant de la Technopole) ;
- la largeur de la chaussée, la présence d'obstacles en tous genres, la visibilité (cf. Chapitre 13(1.1.4)), les possibilités qu'offrent les voies de croiser d'autres NA, d'autres véhicules sans ralentir ou s'arrêter ;
- l'accessibilité à une diversité de passagers : « *oui, la rampe est appréciée, ici on a des enfants, des bébés, des personnes handicapées qui sont montées dedans ; et même pour l'image, ça compte !* » (verbatim d'un accompagnant de la Technopole) ;
- les conditions climatiques : neige, pluies, verglas, givre, soleil éblouissant, feuilles morte, sacs plastiques balayés par le vent, etc., influencent les valeurs des usagers (cf. Chapitre 13 (3.2)).

3. Des résultats ayant permis la transmission de repères de conception

La plupart des résultats recensés dans ce Chapitre 15 ont été discutés avec les concepteurs (Constructeurs et/ou Leading), les exploitants et même les régulateurs et les usagers des sites, durant l'ensemble du processus d'expérimentations :

- avant les expérimentations du CHU, du Campus auvergnat et du Centre de recherches, nous avons été consultés, conviés à des réunions de préparations des expérimentations. Ces réunions regroupaient le constructeur et d'autres chercheurs pour les expérimentations du CHU et du Campus auvergnat ; le constructeur, la Leading et l'exploitant pour l'expérimentation du Centre de recherches ;
- pendant les expérimentations, nous avons pu régulièrement nous entretenir de façon plus informelle avec les concepteurs, les exploitants, les régulateurs. Nous leur faisons notamment partager certaines de nos observations, certains de nos résultats, des éléments constitutifs de nos recherches ;
- après les expérimentations nous transmettions aux concepteurs et aux exploitants des bilans de nos observations et de nos résultats sous format écrit : courriels, documents formalisés, de type « *spécifications* » (cf. Annexe 1 et 2), « *synthèse de résultats des questionnaires* » (cf. Annexe 5), ou encore nos articles publiés ou en cours de publication. Nous avons également pu présenter nos observations et quelques repères de développement du service lors de différentes réunions où étaient notamment présents les concepteurs.

Certaines des spécifications que nous avons transmises ont été visibles au moment de la conception des NAv2 (Monéger et al., 2015 ; Annexe 1). En revanche, la manière dont ont été prises en compte nos dernières spécifications (Annexe 2), issues des investigations menées sur les 4 sites où ont été déployées les NAv2 ne sont pas encore visibles à l'étape du projet à laquelle nous écrivons ces lignes (la NAv3 n'a pas encore été conçue, nous n'avons pas pu observer le déploiement du service sur de nouveaux sites et la Leading ne répond plus à nos sollicitations).

Partie VI : discussion des résultats et perspectives

Plusieurs objectifs étaient au cœur de la présente recherche/action :

- Comprendre les phénomènes d'acceptation des systèmes de transport par NA ; et plus généralement des systèmes de transport autonomes, voire des systèmes autonomes.
- Analyser la place de l'humain dans la gestion des systèmes de transport par NA ; et plus généralement des systèmes de transport autonomes, voire des systèmes autonomes. Évaluer la dialectique réglé/géré, nécessaire à la performance des systèmes autonomes.
- Définir le(s) modèle(s) de sécurité dans le(s)quel(s) devront s'inscrire les systèmes de transport par NA ; et plus généralement les systèmes de transport autonomes, voire les systèmes autonomes.
- Participer, en tant qu'acteur de la conception, au développement de la technologie NA.

Dans cette Partie VI, nous discutons de nos résultats, de leurs limites et des perspectives qu'ouvre notre recherche/action.

La Partie VI est structurée comme suit :

- Chapitre 16 : valeurs, expérience et acceptation
 1. Valeurs, acceptation et conception d'un système de transport autonome
 2. Effets de l'expérience sur l'acceptabilité/l'acceptation, pour la conception
 3. Agentivité et identité

- Chapitre 17 : complexité de la définition d'un modèle de sécurité pour les systèmes de transport par NA
 1. Place de l'humain dans la conception et la gestion d'un service de transport autonome
 2. Conditions d'une sécurité acceptable pour les NA

Chapitre 16 : valeurs, expérience et acceptation

Les résultats précédemment formalisés nous permettent de rediscuter des concepts clés de valeurs et d'expérience et de leurs liens avec l'acceptabilité et l'acceptation. Ils nous amènent également à proposer une ouverture vers deux concepts qui gravitent autour des valeurs et des expériences, notamment dans la perspective de concevoir un système autonome intelligent : l'agentivité, et l'identité. Malgré un certain nombre de limites, la présente étude nous amène à formuler - au fil des différentes discussions de cette Partie VI - plusieurs perspectives de recherches et de conception.

1. Valeurs, acceptation et conception d'un système de transport autonome

Ce sous-chapitre est composé de 5 points :

- 1.1. Les conflits de valeurs et arbitrages des Véhicules Autonomes (VA)
- 1.2. La dimension située des valeurs
- 1.3. La dimension systémique des valeurs
- 1.4. La dimension dynamique des valeurs
- 1.5. Les intérêts et limites de la focale sur les régulateurs

1.1. Conflits de valeurs et arbitrages des Véhicules Autonomes (VA)

Nos résultats montrent que certaines situations critiques auxquelles est exposé le service de transport autonome, ne permettent pas aux régulateurs et notamment aux accompagnants de satisfaire conjointement l'ensemble des valeurs qui les animent et qui influencent l'acceptation du service. Du point de vue de la conception, cette nécessité d'arbitrer entre des valeurs en conflit devra être instruite par le concepteur. Si, comme l'écrivent Caroly et Weil-Fassina (2007, p. 307) : « *les situations critiques sont des situations épineuses dans lesquelles les agents doivent résoudre ces conflits au prix de différents risques* », et que les systèmes sociotechniques ne peuvent échapper à l'émergence de situations critiques, l'automate devra être en mesure d'opérer des arbitrages in situ. Les débats publics actuels autour des VA ont d'ailleurs commencé à s'emparer de cette question.

La capacité de prise de décision d'un véhicule complètement automatisé soulève des dilemmes éthiques (University of Alabama at Birmingham, 2015) dont le plus médiatisé est le « *trolley problem* » ou « *dilemme du tramway* » (Foot, 1967 ; Jarvis-Thomson, 1976 ; Edmonds, 2014 ; Payre, 2015) : « *dans le cas d'une collision inévitable, le système informatique serait à même de prendre des décisions et pourrait éventuellement choisir, par exemple, de protéger le véhicule qu'il dirige, ou au contraire décider de protéger les autres usagers de la route (autres véhicules, piétons, cyclistes, etc.)* » (Payre, 2015, p. 250).

Plusieurs études²⁶ menées ces dernières années avaient pour finalité d'essayer de définir comment programmer les VA pour leur permettre d'arbitrer ce type de dilemme éthique. Un programme, nommé « *Moral Machine* », a d'ailleurs vu le jour en juin 2016. Il s'agit d'un test développé par Shariff, Bonnefon et Rahwan²⁷ qui permet aux internautes du monde entier de choisir entre deux scénarii d'accidents mortels impliquant un VA (cf. Figure 56). L'objectif affiché est de faire un état des lieux des priorités éthiques des joueurs face à un dilemme.

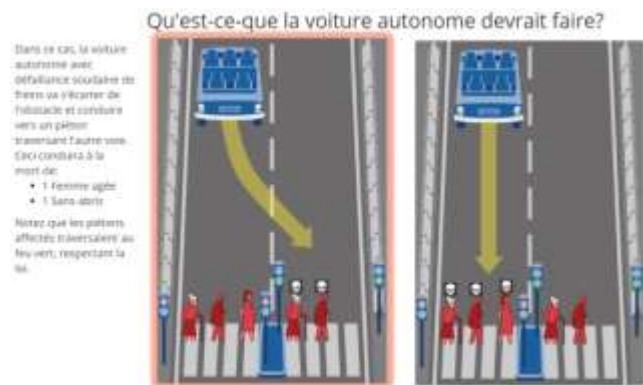


Figure 56 : Exemple de question posée par le programme *Moral Machine*

A travers les scénarii proposés par les auteurs, on retrouve des questionnements comme suit : doit-on plutôt sacrifier un passant parce qu'il traverse au rouge ? Parce que c'est un homme plutôt qu'une femme ? Qu'il a de l'embonpoint ? Que c'est un adulte plutôt qu'un enfant ? Parce qu'il aurait commis par ailleurs un acte condamnable ? Deux enfants plutôt qu'un ? Et si parmi les passants se trouve une femme enceinte ? Ou un chien ? Ou encore qu'un chat se trouve à l'arrière de la voiture ?

Plus de 40 millions de réponses sur les préférences éthiques des personnes ont été collectées fin 2017 ; ce qui en fait l'une des plus importantes enquêtes jamais réalisées au niveau académique. Les premiers résultats recueillis par le test en ligne donnent quelques indications sur les critères plébiscités par une majorité de participants (Shariff, Bonnefon & Rahwan, 2017). Ces derniers sacrifieraient plus facilement une personne âgée qu'un enfant, par exemple. Le nombre de tués est également une information clé. Les femmes sont globalement davantage préservées que les hommes. Les animaux, eux, largement peu considérés. Le fait d'être passant ou passager de la voiture semblent être un critère non-déterminant quand les individus font, à distance, un tel choix éthique. Outre les extrêmes (enfant/senior), l'âge d'une personne compte moins que sa valeur sociale ou que le fait qu'il traverse au rouge ou au vert.

²⁶ <https://lejournal.cnrs.fr/billets/voitures-autonomes-par-quoi-serez-vous-choques>

²⁷ <http://moralmachine.mit.edu/hl/fr>

Au-delà des réponses à des dilemmes précis que proposent ce genre d'études, des chercheurs (Contissa, Lagioia & Sartor, 2017) ont avancé l'idée de laisser le choix au conducteur du « *mode de valeur* » à implémenter à leur VA. Le mode de valeur influencerait alors la réaction du VA en cas de dilemme moral. Dans leur étude de 2017, les chercheurs proposaient deux modes : « *totalelement altruiste* » (le conducteur préfère sacrifier sa sécurité plutôt que celle des autres) ou « *totalelement égoïste* » (le conducteur ne souhaite en aucun cas sacrifier sa sécurité). Les résultats montrent que les automobilistes préfèrent acheter un véhicule qui protégera leur vie en priorité.

Ce genre de raisonnement ne nous apparaît ni pertinent d'un point de vue éthique, ni du point de vue de l'acceptation des VA, ni d'un point de vue de leur conception.

- Du point de vue éthique, en septembre 2017, le ministère des transports allemand a publié des recommandations issues de réflexions d'experts en intelligence artificielle (IA). Il en ressort qu'il serait moralement inacceptable pour une voiture de choisir qui elle doit sauver, sur la base de caractéristiques liées à l'âge ou au sexe (ce qui ne correspond pas à la tendance exprimée par le test « *Moral Machine* » ; bien que la question n'ait pas été posée telle qu'elle, aux internautes ayant participé au test).
Par ailleurs, il nous semble que le postulat de ces débats éthiques est que : pour que l'humain accepte les choix du robot, il faut qu'il puisse les comprendre. L'humain doit pouvoir saisir les valeurs qu'a préservées et sacrifiées le robot, dans la situation critique qu'il a dû arbitrer. Idéalement il doit même partager le système de valeur en acte du robot. Or, comme nous l'avons montré, les valeurs en acte (qui donnent lieu aux comportements en situations critiques) ne correspondent pas toujours aux valeurs déclaratives chez l'humain. Quels systèmes de valeurs devrait-on alors implémenter au robot ? Celui des valeurs déclaratives ? Celui des valeurs en acte ? Contissa, Lagioia et Sartor (2017) ne mentionnent pas cette nuance.
- Du point de vue de l'acceptation des VA, les différentes études précédemment citées ne semblent pas tenir compte de la dimension systémique de l'acceptation. Les internautes ne sont projetés que dans des expériences de passagers potentiels ou de spectateurs, alors que nous avons montré que l'acceptation était déterminée par tout un réseau complexe d'acteurs. Les réponses des internautes seraient-elles les mêmes s'ils étaient projetés dans des expériences (ou des « *micro-identités* », cf. sous-chapitre 1.2, à venir) de piétons, de cyclistes, de concepteur, d'assureur, de pompier, etc. ? La dimension dynamique de l'acceptation n'est pas non plus présente dans ce genre d'étude d'acceptabilité. En revanche la dimension située est, selon-nous, trop largement investie.
- En effet, du point de vue de la conception, il nous paraît peu probable que les robots puissent un jour prédire de façon incontestable, les conséquences de tels ou tels de leurs comportements, tant les situations sont complexes. Tout accident serait associé au doute qu'une programmation différente aurait eu des conséquences moins graves. De même la diversité des scénarios possibles semble – notamment à la lumière de notre présente recherche - imprévisible en totalité, tant les déterminants à l'origine des situations sont infinis : « *part of the problem is our lack of imagination* » (Lin, 2016, p. 78). Il semble donc également difficile de régler tous les conflits éthiques possibles par de la programmation : « *if motor vehicles are to be truly autonomous and able to operate responsibly on our roads, they will need to replicate - or do better than - the human decision-making process. But some decisions are more than just a mechanical application of traffic laws and plotting a safe path. They seem to require a sense of ethics, and this is a notoriously difficult capability to reduce into algorithms for a computer to follow* » (ibid. p.69).

Ces différentes limites pourraient expliquer pourquoi les constructeurs ne s'étaient pas encore exprimés, fin 2017, sur ces dilemmes²⁸.

²⁸ <https://www.franceinter.fr/emissions/1-edito-carre/1-edito-carre-05-decembre-2017>

En ayant montré que les systèmes de valeurs étaient situés (différents selon les sites, les individus ou encore les situations dans lesquels les utilisateurs sont engagés), nous nous questionnons sur les possibilités d'implémenter des systèmes de valeurs aux VA, aux robots, qui permettraient une acceptation unanime de leurs arbitrages. En effet, il nous semble que les êtres humains n'ont pas la capacité à accepter systématiquement les systèmes de valeurs en acte et les arbitrages différents des leurs.

Les humains ne seront donc pas préservés de sentiments d'injustice, de colère ou de frustration, lorsque les VA investiront les voies de circulations publiques et arbitreront des situations critiques inévitables.

Toutefois, pour limiter la fréquence et l'intensité des effets indésirables des VA (et des robots en général) nous prôtons l'implantation de systèmes de valeurs qui soient situés, dynamiques et systémiques (intégrant la diversité des acteurs qui seront impactés par la technologie, cf. Points 2, 3 et 4 à venir).

Notons que la problématique des conflits de valeurs des robots est investie par la science-fiction depuis de nombreuses années. Une des références les plus populaires est l'édiction des 3 lois d'Asimov (1942) :

1. un robot ne peut porter atteinte à un être humain, ni, en restant passif, permettre qu'un être humain soit exposé au danger ;
2. un robot doit obéir aux ordres qui lui sont donnés par un être humain, sauf si de tels ordres entrent en conflit avec la première loi ;
3. un robot doit protéger son existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la première ou la deuxième loi.

Au regard des éléments précédemment discutés, les lois d'Asimov présentent plusieurs limites. D'abord, le dilemme du tramway montre qu'un robot pourrait se retrouver dans une situation où il est obligé de sacrifier un humain, ce qui vient en contradiction avec la première loi. Pour compenser en partie cette limite, l'auteur avait ajouté, quelques années plus tard, la loi zéro : « *un robot ne peut pas porter atteinte à l'humanité, ni, par son inaction, permettre que l'humanité soit exposée au danger* ». Le doute nous paraît toutefois permis sur la capacité de l'humain, donc le concepteur des robots, à savoir anticiper ce qui peut nuire, ou non, de façon sûre, à l'humanité.

Nos analyses ont aussi montré que les déterminants qui constitueront les situations dans lesquelles les robots seront engagés sont innombrables, non-anticipables en totalité, de manière sûre, et donc qu'aucun concepteur ne pourra assurer une « *sécurité totale* » (cf. Chapitre 17(2)) ; au moins avant plusieurs décennies. De même, nos résultats ont montré que pour que la *technologie Navette Autonome* soit acceptée, il faut que d'autres valeurs que la sécurité soient préservées dans les situations d'usage ; parfois même au détriment de la sécurité. Les analyses des valeurs des concepteurs de la Leading ont montré qu'une valeur commerciale forte portait le projet. Or, cette valeur commerciale pourrait, elle aussi, entrer en conflit avec la valeur sécurité. Les robots militaires sont un autre exemple concret du caractère utopiste des lois d'Asimov. De vifs débats portant sur l'éthique des IA animent d'ailleurs, actuellement, la communauté scientifique²⁹.

Les présentes réflexions portant sur les possibilités d'implémenter des systèmes de valeurs aux robots sont aujourd'hui du registre de la prospective. La technologie n'est pas encore suffisamment évoluée. Toutefois d'autres travaux actuels appréhendent ces réflexions prospectives. Merrick, qui propose une étude sur « *les systèmes de valeurs pour le développement cognitif des robots* » (2017, P.53), insiste sur les enjeux associés à cette problématique : « *there remain many*

²⁹ https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/intelligence-artificielle/rapport-villani-l-ethique-en-intelligence-artificielle-un-sujet-a-part-entiere_122589

grand challenges concerning value: how can we capture the complexity of different types of motivation and value from natural systems in artificial systems? Should we explicitly represent goals in value systems, and if so, how? How can we make different types of motivation and value work together in a single value system for a developmental artificial system? Are homogeneous value systems sufficient or are heterogeneous architectures necessary? ».

1.2. Dimension située des valeurs

Les résultats issus de nos analyses expérientielles, ont montré que les systèmes de valeurs des régulateurs étaient situés. Ils sont influencés par les spécificités de chaque site mais également des situations rencontrées. Ils sont en acte (cf. Tableau 11 et 12). Cette dimension située des arbitrages semble contribuer à préserver « *au mieux* » la qualité du service de transport par NA dans chaque situation.

Comme nous venons de le voir, les débats publics, les différentes études citées s'accordent à penser que les VA, les robots, devront disposer d'une « *intelligence situationnelle* », d'une capacité à adapter leurs comportements aux spécificités des situations.

Des débats sociétaux pourront peut-être donner lieu à des repères de conception pour des choix éthiques spécifiques. Toutefois, dans les situations d'usage du quotidien, des conflits de valeurs plus communs se poseront, et c'est leur analyse qui permettra leur acceptation située : « *la technologie a donc peu de sens, de valeur, et de conséquence par elle-même, hors de tout cadre social et organisationnel d'usage. C'est l'usage, ce sont les processus d'appropriation à l'œuvre et c'est le contexte d'activité (pris dans la réalité sociale, organisationnelle et historique du système d'activité) qui détermine ce que la technologie est, ce qu'elle apporte (ou enlève) et qu'elle vaut vraiment* » (Bobillier-Chaumon, 2016, p.13).

Des analyses expérientielles, telles que nous les avons menées, sur chaque site, au cours des 6 expérimentations semblent pertinentes pour favoriser l'exploitation et optimiser l'acceptation d'un service de transport par NA.

Bien que chaque situation soit issue d'une combinaison unique de déterminants, nos résultats montrent que des régularités peuvent être constatées dans les systèmes de valeurs et les arbitrages opérés par les régulateurs.

Pour certains auteurs (Varela, 1989, 2010 ; Ogien, 2012 ; Récopé, 2018), la pluralité des systèmes de valeurs est autant une question interindividuelle qu'intra-individuelle. Ogien (2012) explique que tous les individus maîtrisent de nombreux systèmes de valeurs et qu'ils sont d'ailleurs amenés à en mobiliser plusieurs au cours d'une même journée. Varela (1989) parle de micro-identités qui se développent dans des micro-mondes associés. La théorie des micro-identités de Varela, nous semble d'ailleurs pouvoir venir en appui d'une démarche de conception d'un service autonome situé lorsque l'auteur suggère « *d'identifier quelques-uns des micro-mondes typiques que nous habitons tous les jours* » (2010, p. 225). Un robot « *intelligent* » devrait alors être efficace dans différents micro-mondes qu'il doit être en capacité d'identifier.

Suivant cette hypothèse, pour aller plus loin dans nos analyses et dans l'appréhension des comportements situés à implémenter aux NA, nous pourrions :

- déployer les analyses expérientielles auprès des usagers des sites, et notamment des passagers ;
- multiplier l'identification des régularités dans la hiérarchie des systèmes de valeurs des différents acteurs ;
- associer ces régularités :
 - o aux typologies d'usagers, aux formes d'interaction entre les usagers et les NA. Nos analyses ont montré que les acteurs en interaction avec les NA sont parfois pressés (conducteur souhaitant doubler la NA, passager ne voulant pas perdre de temps...) ; d'autres sont occupés à une autre tâche (ouvrier travaillant sur le site, étudiant à la bibliothèque, passager travaillant sur son ordinateur,

téléphonant...); certains manipulent un camion, un vélo, un fauteuil roulant, etc. Des régularités et des disparités existent probablement entre les systèmes de valeurs des acteurs engagés dans ces différentes formes d'interactions. Reschka (2016) confirme d'ailleurs notre observation à propos du besoin d'adapter la conduite des NA en fonction de la présence, ou non, de passagers à leur bord. Des valeurs comme l'utilité du service, la satisfaction des passagers, le besoin de contrôle des passagers, ou encore la sécurité des passagers et le confort (si l'on suit notre hypothèse selon laquelle ces deux dernières valeurs venaient à se révéler à l'avenir), devraient perdre de leur importance lorsqu'il n'y a pas de passagers à bord. En parallèle, la fiabilité du service, le besoin de contrôle, la non-gêne et la sécurité des autres usagers des sites, devraient alors prendre de l'importance.

- à des moments de la journée : le matin au moment de l'embauche, le midi pour aller déjeuner, après manger, le soir au moment de la débauche, entre deux réunions, les valeurs des usagers d'un Centre de recherches nous semblent sensiblement différentes (impression qui n'a pas pu être objectivée dans le cadre de la présente recherche) ;
 - à certains phénomènes : conditions météorologiques, événement particulier sur le site comme un congrès, etc. ;
 - et de façon encore plus générale : à des situations d'usage intégrant de plus en plus de paramètres.
- améliorer la communication entre l'automate le système sociotechnique et notamment avec les usagers. Ainsi, des typologies de situations pourront être identifiées par l'automate et donner cours à des comportements conformes aux systèmes de valeurs en acte des usagers. Par exemple, aller plus vite si l'utilisateur est pressé, assurer un trajet le plus confortable possible pour une personne à mobilité réduite (femme enceinte, personne âgée, personne handicapée), baisser le son de la radio si un passager travaille, adapter son langage (et les messages transmis) en fonction du type de public à bord des NA, etc. L'amélioration de la communication entre les IA et les humains, ainsi que la nécessité, pour les IA, de s'adapter à une grande diversité de situations est préconisé par l'INRIA³⁰ dans son livre blanc de 2016³¹ ;
 - analyser les nouvelles situations critiques que le développement des NA suscitera.

La logique consistant à constituer des bibliothèques de situations (Daniellou, 1987 ; Beaujouan & Escouteloup, 2014) de plus en plus fines, de les associer à des systèmes de valeurs hiérarchisés, et de permettre à l'automate de reconnaître la nature des situations dans lesquelles il est engagé, nous semble une voie de développement de la robotique.

1.3. Dimension systémique des valeurs

Les 7 valeurs, que nos analyses menées auprès des régulateurs ont révélées, sont probablement relatives à des critères d'acceptation du service par les passagers. En effet, l'on retrouve parmi ces valeurs, celles que la littérature scientifique avait déjà identifiées comme caractéristiques de l'acceptation des services de transport, à savoir : la sécurité (Wybo, 2010 ; Anderson & al., 2016), la fiabilité et l'utilité (Quiguer, 2013). La satisfaction des utilisateurs est également un critère historique d'acceptabilité et d'acceptation (Brangier, Hammes-Adélé, & Bastien, 2010). Il apparaît donc légitime que l'on retrouve la valeur « *satisfaction des passagers* » chez les régulateurs.

Ainsi, la présence de ces 4 valeurs (sécurité, fiabilité, utilité, satisfaction des passagers) aux 4 premières places des valeurs majoritairement citées par les régulateurs, semble confirmer le fait

³⁰ Institut National de Recherche en Informatique et Automatique

³¹ <https://www.inria.fr/actualite/actualites-inria/intelligence-artificielle-les-defis-actuels-et-l-action-d-inria>

que ces derniers intègrent, de façon privilégiée, dans leur activité, l'enjeu d'acceptation du service par les passagers.

Les autres valeurs révélées par nos analyses d'expériences vécues indiquent toutefois que l'enjeu d'acceptation du service par les passagers, n'est pas le seul à être intégré par les régulateurs, à leur activité. En effet, la valeur « *respect des procédures* » illustre le fait que les régulateurs intègrent également, à leur activité, les prescriptions, les demandes, les valeurs d'autres catégories d'acteurs que sont les concepteurs et les exploitants.

De même, la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* » semble confirmer les dimensions sociale, collective et systémique de l'acceptation décrite par Bobillier-Chaumon (2013, 2016). L'acceptation d'une nouvelle technologie dans un système sociotechnique complexe n'impliquerait donc pas uniquement les utilisateurs de cette technologie mais l'ensemble du tissu social du système.

Enfin, l'activité de certains régulateurs est empreinte de la valeur « *besoin de contrôle* ». Selon Csikszentmihalyi (2000) et Bandura (2001) la perte du sentiment de contrôle pour l'utilisateur pourrait dégrader son expérience, et donc limiter son acceptation de la technologie. Nous revenons sur cette valeur « *besoin de contrôle* » dans le Chapitre 16(3.3).

Les systèmes de valeurs des régulateurs semblent donc s'imprégner du fonctionnement global du système sociotechnique.

Dans la perspective de concevoir et de déployer des véhicules de transport autonomes dans différents systèmes sociotechniques, la dimension systémique de l'acceptation nous semble impliquer des études préalables des activités et des systèmes de valeurs des différents acteurs habitant ces systèmes. Nous pensons que pour être acceptée, la technologie devra permettre aux différents acteurs de développer leurs activités, d'agir conformément à leurs valeurs ; et en aucun cas empêcher ces activités, sacrifier leurs valeurs.

Nos résultats ont montré que les régulateurs intégraient, à leurs arbitrages, des connaissances qu'ils avaient construites à propos :

- des activités des usagers des sites. Par exemple, ils connaissaient les pics d'affluence aux différentes zones des sites, à certains moments précis de la journée ; les circuits empruntés par les différents usagers (piétons, éboueurs, camions de livraison...) ;
- des expériences recherchées par les usagers. Les accompagnants identifiaient si les passagers recherchaient une expérience de transport vers leur lieu de travail, une expérience de découverte du service de transport, une expérience de « *promenade* » après la pause-déjeuner, etc.
- des valeurs des passagers, des usagers des sites non-utilisateurs du service, des exploitants (cf. Chapitre 13(3)).

Les méthodes que nous avons déployées et les résultats de notre recherche nous semblent donc constituer des repères pour les études préalables à l'exploitation des NA et, dans une certaine mesure, des technologies autonomes en général (cette affirmation est renforcée par le sous-chapitre 1.2 précédent et par les sous-chapitre 1.4 et 1.5, à venir).

La capacité des VA (et des robots en général) à adopter une vision systémique devrait être beaucoup plus importante que celle des humains, ce qui devrait constituer un levier majeur de leur acceptation. En effet, les VA (et des robots en général) seront en interactions continues avec un réseau de données qui devraient être de plus en plus important. Les VA auront une vision du trafic en temps réel, ils pourront être connectés aux feux de circulation, aux autres véhicules, aux autres modes de transport, aux données météorologiques, au GPS, aux caméras publiques (leur indiquant par exemple les places de parking vides), aux pompiers, aux ambulances, etc. Cette

connectivité³² des VA à l'ensemble du système sociotechnique dans lesquels ils seront déployés devrait permettre des gains de temps considérables à terme ; des régulations chaudes automatisées qui toucheront simultanément, de façons situées et dynamiques, des milliers d'utilisateurs de la route.

Toutefois la capacité à collecter des données n'est pas garante de la capacité à en produire une analyse. Au-delà des véhicules, c'est le système dans son ensemble qui devra être porteur de valeurs en acte et qui devra être capable d'arbitrer des conflits de valeurs, du type : « à l'intersection, à qui impose-t-on de s'arrêter : l'ambulance ou le train transportant 500 personnes ? ».

1.4. Dimension dynamique des valeurs

Dans le Chapitre 2(2), nous avons introduit le caractère dynamique de l'appropriation d'une technologie (Rabardel, 1995 ; Quiguer, 2013) et de son acceptation (Bobillier-Chaumon, 2013, 2016).

Le parallèle élaboré entre l'acceptation et les valeurs nous a amené à nous intéresser à la dynamique des systèmes de valeurs des acteurs ciblés dans la présente recherche. Ainsi, malgré des conditions d'accès au terrain contraintes (entre une semaine et 4 mois, et à des moments variables de la mise en service), cette dimension dynamique des valeurs a été en partie appréhendée :

- nous avons suivi l'évolution des activités, des valeurs et des systèmes de valeurs en situation critique d'un accompagnant sur le Centre de recherches depuis un stade de novice jusqu'à un niveau expert. Plusieurs auteurs (Caroly & Weill-Fassina, 2004 ; Bourgeois, Albarello, Barbier & Durand, 2013) ont montré que la montée en expertise des opérateurs s'accompagnait d'une évolution de leurs systèmes de valeurs, et influençait leurs arbitrages en situations critiques. Ce constat est aussi celui que nous avons fait pour l'accompagnant du Centre de recherches. Sa perception du niveau de criticité des situations, ainsi que les stratégies qu'il déployait pour anticiper et réguler ces situations critiques ont évolué au fur et à mesure de sa montée en expertise (cf. Chapitre 13 (2.3.3)).
- Les analyses menées nous ont aussi appris que les usagers des sites (passagers ou non), adaptaient leurs comportements au fil de leurs expériences de confrontations aux NA. D'après les accompagnants du Campus suisse, après quelques semaines d'expérimentation, les automobilistes ne se garaient plus sur certains pans de voie, ils laissaient la priorité aux NA aux abords des tronçons uniques. Sur le site du CHU, nous avons constaté que les piétons qui avaient déjà approché les NA par le passé, anticipaient, lors des confrontations suivantes, la trajectoire du véhicule pour ne pas le ralentir. En fin d'expérimentation, les piétons du Centre de recherche laissaient la priorité aux NA aux passages cloutés, etc.
- L'analyse des régulations froides (cf. Chapitre 14) a montré que les exploitants et la Leading s'emparent de certaines limites du fonctionnement des NA pour modifier leur paramétrage. Ce faisant, ils modifient les déterminants de situations dans lesquelles sont présentes les NA et donc, indirectement, ils influencent les systèmes de valeurs des usagers des sites et des régulateurs.

À l'étape actuelle de développement de la technologie, nos travaux nous ont permis de transmettre des repères de conception et d'exploitation qui devraient régler une grande partie de situations critiques (cf. Chapitre 15, Annexes 1 et 2). Nous participons donc, en tant que concepteurs, à la dynamique des systèmes de valeurs des usagers des sites dans lesquels seront déployés les NA. Toutefois, malgré les spécifications transmises, certaines situations ne pourront

³² <https://transformation-digitale.pwc.fr/digital/le-vehicule-connecte-et-la-conduite-autonome>

pas être réglées aujourd'hui par la technologie. Elles demeureront critiques. Par exemple la fermeture des portes au moment où un passager potentiel arrive. D'autres situations critiques vont aussi naître avec :

- le développement de la technologie, et notamment de la vitesse des NA ;
- la disparition des accompagnants. Il est, par exemple, possible d'imaginer une multiplication du nombre des « *comportements inappropriés* » de la part des passagers et des autres usagers des sites ;
- le déploiement de la technologie dans de nouveaux systèmes sociotechniques aux caractéristiques spécifiques.

L'adaptation de la technologie et des systèmes sociotechniques qui l'abritent est réciproque et itérative. La conception des NA, des VA et des automates en général devrait, en effet, se poursuivre pour une durée indéterminable, tant nous sommes aux prémices du développement des technologies faisant appel aux IA. La conception se poursuit dans l'usage (Rabardel, 1995 ; Contamines et al., 2003 ; Rabardel et Pastré, 2005) et l'acceptation nécessitera des analyses régulières de ces usages et des régulations. La liste des valeurs que nous avons élaborée au cours de cette recherche pourrait également évoluer avec le développement de la technologie. Par exemple, la « *protection des données personnelles* » (proche de la « *liberté* », de la « *sécurité* » est une valeur particulièrement médiatisée en avril 2018 (« *scandale Cambridge Analytica* »³³). Les VA capables de filmer les usagers, leurs comportements, d'écouter leurs conversations, etc. devraient être concernés par cette valeur³⁴.

Nos analyses ont montré que les régulations participant à l'acceptation des NA, ne sont pas uniquement du pouvoir des concepteurs ou des exploitants (« *régulations froides* », faisant suite à des analyses de situations passées). Les régulateurs, les usagers des sites participent également aux régulations du quotidien (sous forme de « *régulations chaudes* » en situations, voire de « *régulations froides* » portées par les collectifs).

Avec l'automatisation, différentes formes de régulations pourront toujours avoir lieu :

- la capacité de mener des régulations « *chaudes* », telles que nous les avons décrites dans nos résultats, devrait pouvoir être implémentée, au moins partiellement aux VA (les VA incluent les NA). Ces régulations chaudes sont, en effet, l'expression d'une modification du système de valeur en acte des humains (actuellement), ou de l'automate (dans l'avenir). Si le robot parvient à percevoir que la situation évolue, que les enjeux, les valeurs « *en jeu* » sont redéfinies, alors il devra adapter sa stratégie ;
- actuellement, les collectifs de régulateurs, parfois avec le soutien des exploitants, mènent aussi des régulations froides sur les sites. Ils apprennent des limites de leurs stratégies actuelles pour définir des stratégies nouvelles, durables (par exemple, ils regroupent les NA à l'entrée de la Technopole aux heures d'arrivée des bus). L'implémentation d'IA, munies de réseaux de neurones, devrait permettre aux automates d'apprendre et de perfectionner leurs conduites³⁵. Les mécanismes d'apprentissage des robots restent vagues à l'heure actuelle. Nous comprenons, à la lecture des travaux les décrivant, que les réseaux de neurones des VA leur permettent d'améliorer, mise en œuvre après mise en œuvre, leur capacité de détection d'objets (comme des piétons), ou encore de fiabiliser leurs trajectoires, leurs manœuvres (capacité à se garer rapidement, sans accident). Nous ne sommes pas actuellement à un niveau de détection de « *situations d'usages* » et encore moins

³³ <https://www.lerevenu.com/bourse/facebook-et-les-valeurs-technos-emportees-par-laffaire-cambridge-analytica>

³⁴ https://www.theverge.com/platform/amp/transportation/2018/4/19/17204044/tesla-waymo-self-driving-car-data-simulation?__twitter_impression=true

³⁵ <https://news.autojournal.fr/news/1520929/voiture-autonome-intelligence-artificielle-deep-learning-s%C3%A9curit%C3%A9-routi%C3%A8re-technologie>

d'assimilation de ces situations à des systèmes de valeurs (potentiellement hétérogènes) d'utilisateurs.

A la lumière de ces réflexions, les NA, les VA et les automates en général, ne nous semblent pas pouvoir se passer de l'humain dans un avenir proche (ce point sera développé dans le sous-chapitre 2(3)). Les apports de l'ergonomie dans le développement des VA et des IA nous apparaissent alors évidents.

Par leurs transmissions de connaissances sur les capacités et limites du fonctionnement humain, sur les « *bonnes pratiques* » et écueils des conduites de projets (Daniellou, 2004), les ergonomes contribuent depuis toujours à faire évoluer les représentations, les valeurs au sein des systèmes sociotechniques dans lesquels ils interviennent. Mais, au-delà de cela, les ergonomes créent surtout les conditions pour que les systèmes de valeurs (comprenant les systèmes de valeurs en acte en situation critique), se rencontrent. Les démarches de conduite de projet ergonomiques permettent ainsi une confrontation des micro-identités, des micro-mondes, nécessaire à la conception de solutions situées, dynamiques (évolutives, prospectives) et systémiques (prenant en compte l'ensemble du système sociotechnique).

La conception des NA est dynamique. En faisant évoluer la technologie, nous soutenons la thèse selon laquelle le nombre de situations dans lesquelles les NA génèrent des conflits de valeurs, devraient diminuer. Ceci favorisera alors les phénomènes d'acceptation.

Mais est-ce que cette dynamique est réciproque ? Est-ce que le fait de faire d'abord évoluer les systèmes de valeurs des utilisateurs (si cela est possible), permettrait un développement de l'acceptation et de la technologie ?

Il nous semble que la réponse est « *oui* ». En effet, au cours de nos investigations, nous avons constaté que certains utilisateurs étaient venus « *essayer les NA* » parce qu'ils en avaient entendu parler par un proche ou dans les médias. Les constructeurs avaient intégré ce principe (que nous leur avons suggéré) au moment de l'expérimentation des NAV1. Ils avaient en effet habillé les NAV1 avec des stickers en formes d'arbres pour rappeler la valeur « *développement durable* » que nos études d'acceptabilité avaient révélée. Sur les flyers distribués au CHU, les constructeurs avaient présenté les NAV1 comme un « *ascenseur horizontal* », pour l'assimiler à un objet plus familier et sans doute éviter une atteinte à la valeur « *sécurité* ».

Ainsi, la communication faite sur les NA, les VA et les automates en général, devrait pouvoir influencer leur acceptation en stimulant certaines valeurs. Cette communication devra être finement pensée car le fait de développer des valeurs que l'automate ne serait pas en mesure de préserver, pourrait être source de rejet. Nous revenons sur ce point dans le Chapitre 17(2), où nous évoquons le risque inhérent à une surestimation du niveau de sécurité d'un système.

Enfin, de nombreux travaux (Béguin & Rabardel, 2005 ; Clot, 2008 ; Barcellini, Van Belleghem, & Daniellou, 2013 ; Bobillier-Chaumon, 2013) ont montré que le fait d'impliquer les utilisateurs futurs aux moments de la conception, l'implantation, les premières démonstrations d'une nouvelle technologie (par des groupes de travail, des sondages, des simulations, etc.) favorisait son acceptation. La dynamique à l'origine de ce phénomène pourrait, encore une fois, être double. En effet, en impliquant les utilisateurs (au sens large, par exemple ici : les passagers, les utilisateurs des sites non-utilisateurs, les exploitants, les concepteurs) à la conception de la technologie :

- on accroît les chances que ladite technologie (c'est-à-dire le produit - en l'occurrence les NA - et les services associés) contribue à préserver les systèmes de valeurs en acte des utilisateurs en question ;

- on favorise probablement, de façon proactive, l'évolution individuelle et collective des valeurs en acte des utilisateurs, l'homogénéisation des valeurs en acte au sein du système sociotechnique.

L'hypothèse formulée dans le second point mériterait d'être instruite lors de prochaines recherches.

1.5. Intérêts et limites de la focale sur les régulateurs

Les régulateurs, et les accompagnants en particulier, ont été les acteurs centraux de notre recherche.

Outre les raisons d'ordre méthodologique (cf. Introduction de la Partie IV), c'est la posture particulière des régulateurs dans le cadre du développement d'une innovation, qui nous avait amenés à nous intéresser à cette catégorie d'acteurs et à leurs valeurs en acte dans les situations critiques. Pour Yves Schwartz (2014), la place des valeurs dans l'engagement professionnel concerne l'ensemble des situations qui peuvent servir le développement du système dans lequel l'opérateur/le régulateur est engagé. Envisager les valeurs comme « *la régulation des pensées professionnelles et des collectifs qui les portent* » (Ratinaud, Labbé, Hammoud & Bataille, 2014, p. 346) permet alors « *d'ouvrir la voie à la compréhension des processus de développement professionnel dans des contextes non stabilisés ou en voie de recomposition, pour lesquels le rapport aux valeurs engage des logiques différenciées de reconnaissance (projets innovants, métiers émergents)* » (Tardif Bourgoin, 2016³⁶).

Il nous semble que l'approche expérientielle déployée ici autour des régulateurs a permis de mettre en lumière des repères de conception (cf. Chapitre 15) et d'acceptation des NA, que d'autres approches, comme l'acceptabilité ou l'UX (Monéger & al., 2015) n'auraient pas révélés. Cette affirmation tient notamment au fait que l'acceptabilité et l'UX ne permettent pas d'appréhender conjointement les dimensions située, dynamique et systémique de l'acceptation.

La structuration en 7 catégories de valeurs portées par les régulateurs, a été consécutive à un choix de notre part de ne reporter dans nos résultats que les valeurs ayant été citées par au moins un tiers des régulateurs (cf. Chapitre 13(2)).

Cette catégorisation présente des limites pour deux raisons.

D'abord, les noms que nous avons attribués aux valeurs sont discutables ; ils excluent certaines nuances.

Des sous-catégories de valeurs auraient pu être envisagées. Par exemple :

- la « *fiabilité du service* » désigne, dans notre recherche, à la fois un passage régulier des NA aux arrêts, et à la fois le fait que les NA ne tombent pas en panne. Ces deux caractéristiques de la fiabilité peuvent être complémentaires mais elles n'induisent pas forcément les mêmes actions pour les régulateurs ;
- Pour les mêmes raisons, la valeur « *utilité du service* » pourrait également être déclinée. La rapidité et l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite sont, par exemple, deux valeurs que nous avons intégrées à l'utilité, mais qui, dans certains cas de figure peuvent s'exclure ;
- La satisfaction des passagers a été l'objet de conflits intrinsèques lorsque différents passagers n'avaient pas les mêmes enjeux. Idem pour la non-gêne des autres usagers des sites et le respect des procédures ;
- La sécurité pourrait aussi être l'objet de conflits intrinsèques (cf. sous-paragraphe 1.1 de ce chapitre 16).

³⁶ <https://hybridais.hypotheses.org/100>

- Certains régulateurs nous ont expliqué que la procédure les assignant à intervenir le moins possible manuellement sur la conduite des NA, avait pour but de tester la fiabilité de la technologie, pour pouvoir poursuivre les développements techniques. La valeur « *fiabilisation* » – qui serait alors sous-jacente au « *respect des procédures* » pour les régulateurs - a aussi été approchée lors des analyses des valeurs des concepteurs de la Leading (cf. Chapitre 13(3.5)). La qualité de service future entrerait ainsi en conflit avec la qualité de service actuelle. Les régulateurs privilégiaient régulièrement la fiabilité du service en cours en anticipant des situations critiques potentielles ; ce faisant, ils ne permettaient pas aux concepteurs d'apprendre de ces situations critiques.

Ensuite, des valeurs « *secondaires* », citées par moins d'un tiers des régulateurs présentent probablement des intérêts du point de vue de la conception et de l'acceptation des NA ; intérêts que notre recherche, dans son état actuel de présentation, ne permet pas d'exploiter. Par exemple :

- certains régulateurs nous ont expliqué, qu'ils avaient accepté ce travail parce qu'ils avaient le sentiment de « *contribuer à la conception d'une technologie innovante* ». Cette valeur était d'ailleurs à l'origine de la frustration de plusieurs régulateurs expérimentés dont les connaissances n'étaient - de leur point de vue – pas suffisamment exploitées par la Leading ;
- nos analyses expérientielles nous ont également amenés à percevoir une forme d'économie cognitive de la part de certains accompagnants expérimentés, qui : s'asseyaient dans les NA, qui avaient parfois le regard dans le vide, qui se divertissaient grâce à leurs smartphones, qui se contentaient d'interactions minimales avec les usagers... (à la différence des novices). Dans la mesure où cette économie cognitive est essentiellement incorporée et probablement difficilement constructible en tant qu'expérience vécue, sa qualité de « *valeur* » mériterait d'être discutée. Toutefois, l'économie cognitive pouvait entrer en conflit avec d'autres valeurs liées à la sécurité, à la qualité de service ou encore au respect des procédures ;
- le confort et la flexibilité sont 2 des 5 valeurs mentionnées dans le rapport Athéna (2017) sur les VA³⁷ (les autres valeurs sont la sécurité, la rapidité, la fiabilité). Ces 2 valeurs sont probablement portées par les régulateurs des NA. Les accompagnants contournaient les obstacles présents sur la voie en reprenant le contrôle manuel des NA et en évitant d'actionner le bouton d'arrêt d'urgence (l'arrêt d'urgence a pour effet un arrêt brutal des NA, son activation peut donc porter atteinte au confort des passagers). Les accompagnants dérogeaient aux procédures pour adapter le service en fonction des pics d'affluence. Ils assuraient donc la flexibilité du service ;
- la valeur « *non-gêne des collègues* » a été évoquée par certains régulateurs et semble peser dans leurs arbitrages en situation critique. D'ailleurs, pour assurer un maximum de justesse à nos résultats, nous nous sommes astreints à référer à cette valeur dans le Tableau 11.

Par conséquent, il nous apparaîtrait pertinent, dans la perspective d'affiner les repères de conception (et d'acceptation) du service autonome, de poursuivre nos recherches en ajoutant des (sous)catégories de valeurs et de valeurs en acte.

Enfin, si les valeurs sont situées, systémiques et dynamiques, alors les situations critiques le sont aussi (puisque ce sont des situations qui font l'objet de conflits de valeurs). Avec l'avènement d'évolutions techniques des NA, de leur exploitation sur de nouveaux sites, auprès de nouveaux acteurs, il apparaît indispensable de poursuivre la détection et l'analyse systématiques des

³⁷ http://www.cvt-athena.fr/images/Telechargement/2017/Rapport_voiture_autonome_CVT_Athna_format_web.pdf

situations critiques. Ce procédé permettra de concevoir des scénarios de plus en plus proches des conditions *réelles* (non-expérimentales) d'usage.

Ainsi, bien que la focale sur les expériences vécues par les régulateurs en situations critiques et les valeurs de 5 catégories d'acteurs (régulateurs, passagers, usagers des sites non passagers, exploitants et concepteurs) ait abouti à de nombreux résultats qui devraient permettre de développer le système de transport par NA, nous pensons que le périmètre de nos analyses expérientielles mériterait d'être élargi à d'autres acteurs. Les situations critiques gérées par les régulateurs ne sont pas les seules à pouvoir potentiellement dégrader le service et son acceptation. D'autres situations critiques liées à la fabrication des NA, à leur transport, à leur maintenance, etc. ne sont pas connues par les régulateurs (cf. Chapitre 15(2.3)).

De même, les situations de référence, qui ne sont pas aujourd'hui « critiques » (car ne faisant pas l'objet de conflits de valeurs), doivent être référencées dans l'intérêt de la réussite du projet (cf. Beaujouan & Escouteloup, 2014).

2. Effets de l'expérience sur l'acceptabilité/l'acceptation, pour la conception

Ce sous-chapitre est composé de 3 points, où nous discutons :

- 2.1. Les liens entre les expériences et les systèmes de valeurs chez les régulateurs
- 2.2. Les écarts entre acceptabilité et acceptation interprétés par le prisme des analyses des expériences et des valeurs des usagers
- 2.3. Les intérêts et les limites des approches expérientielles pour la conception d'un système de transport autonome

2.1. Liens entre les expériences et systèmes de valeurs chez les régulateurs

Pour Mezzena, Stroumza et Kramer (2016, p.20) qui s'inscrivent, comme nous, dans une approche pragmatiste des valeurs, les systèmes de valeurs en acte des régulateurs, leur expertise, émanent de leur(s) expérience(s), et non l'inverse : « *la professionnalité n'est pas d'abord conçue comme un cumul de contenus stockés dans le mental sous forme de représentations opératoires et formant un référentiel commun dans lequel puiser réflexivement les bonnes réponses pratiques après analyse des situations, en conformité à des prescriptions, normes, théories ou réflexions extérieures à l'action. La professionnalité se déplace du professionnel à l'activité, ou encore de contenus à appliquer présentés comme des vérités absolues à des conséquences comme effets des enquêtes. D'où au final une professionnalité de nature publique, située et dynamique relevant d'une connaissance ordinaire, non pas au sens d'une non-expertise, mais au sens d'une connaissance de tous les instants dans la continuité de l'expérience ; une professionnalité non pas cachée dans l'action sous forme de savoirs propositionnels, théoriques à retrouver, mais diffuse et exprimée sous forme de mises en rapport dynamique et continus, et se déployant dans un territoire pratique spécifique* ».

Ainsi, comme le confirme notre étude, les valeurs sont liées aux expériences : elles se forment en appui sur les expériences et elles sont révélées par la construction des expériences vécues (notamment dans les situations critiques où elles entrent en conflit).

En nous focalisant sur la montée en expertise d'un accompagnant du Centre de recherches, nous avons montré qu'au fil des expériences de régulation qu'il vivait, son système de valeurs et - par conséquent - son activité, évoluaient (cf. Chapitre 13(2.3.3)).

Même si nous constatons que des valeurs ont tendance à « *prendre du poids, d'une manière générale* » au sein du système de 7 valeurs des accompagnants (notamment les valeurs liées à la qualité du service : utilité, satisfaction), et que d'autres ont tendance à en perdre (sécurité, besoin de contrôle, respect des procédures) ; ce sont les analyses des systèmes de valeurs en actes, situation critique par situation critique, qui nous apparaissent les plus intéressantes du point de vue de la conception et de l'acceptation.

La mobilisation des valeurs *sécurité* et *besoin de contrôle* a diminué, en termes de fréquence, au fil des semaines (le novice effectuait au minimum 125 contrôles par trajet alors que l'expert n'en effectuait plus que 55). En revanche ces contrôles étaient davantage situés chez l'expert et probablement plus efficaces : les contrôles étaient systématiques, dirigés tout autour de la navette et espacés de 10 à 15 secondes chez le novice, alors que l'expert réalisait des contrôles dans des zones spécifiques, dont certaines que le novice ne contrôlait pas. L'analyse des expériences vécues en situation critique et des valeurs en acte chez l'expert, a montré que ces contrôles ciblés servaient à anticiper de potentielles situations critiques qu'il avait rencontrées au cours des semaines précédentes.

Nos observations à propos des liens entre les valeurs et les expériences font écho au point de vue de Mezzena, Stroumza et Kramer (2016) pour qui les valeurs se forment à la fois : en appui sur des expériences antérieures, dans la continuité de l'expérience de l'action, et dans des appréciations situées à partir des conditions actuelles des problèmes : « *les valeurs définies ici comme étant ce qui nous importe, ce à quoi l'on tient, trouvent leur source dans l'expérimentation d'événements et de nos tentatives pour transformer leurs conséquences. Une telle éthique nous intéresse du point de vue de la construction de la professionnalité, car elle permet de problématiser les valeurs en resituant leur formation dans l'action, et de décrire les problèmes* » (ibid. p. 4). Toujours selon Mezzena, Stroumza et Kramer : « *l'éthique de l'immanence est une alternative à l'approche absolutiste des valeurs car elle permet de les concevoir autrement en les resituant dans le monde et l'expérience* » (idib.). Un tel point de vue est partagé par d'autres auteurs (Bidet, Quéré, & Truc, 2011 ; Dewey, 2011).

Ce que Mezzena, Stroumza et Kramer appellent « *approche absolutiste des valeurs* », qui touche aux valeurs que portent les individus « *dans l'absolu* », « *hors situation* », a été introduit dans la Partie II du cadre théorique, et n'a pas été retenu dans le cadre de la présente recherche. Nous nous sommes, en effet, focalisé sur les valeurs déclaratives et les valeurs en acte.

Nous avons d'ailleurs montré qu'au fil des expériences de gestion du service qu'ils vivaient, les accompagnants développaient ou minimisaient certaines valeurs en acte ; ce qui influençait aussi leurs systèmes de valeurs déclaratives (cf. Chapitre 13(2)). Cette dynamique intra-individuelle des valeurs permettrait alors aux régulateurs de limiter le risque de conflits de valeurs dans l'activité. Cette hypothèse mériterait, selon nous, d'être instruite dans le prolongement de la présente recherche.

2.2. Écarts entre acceptabilité et acceptation interprétés par le prisme des analyses des expériences et des valeurs des usagers des sites

Les analyses d'acceptabilité et d'acceptation relatées dans le Chapitre 12, ont révélé :

- Des résultats « *encourageants* », « *positifs* » en termes d'acceptabilité (avant utilisation) et d'acceptation (après la première utilisation) lorsque ces résultats étaient obtenus par l'intermédiaire de questionnaires. D'ailleurs, toutes les variables retenues dans les questionnaires CHU témoignaient d'un avis plus favorable après l'utilisation des NAv1 qu'avant.
- Des résultats « *décevants* », « *négatifs* » en termes d'acceptation selon le critère de l'affluence du service (lorsque l'on moyenne l'affluence sur chacun des sites expérimentaux à l'issue de périodes d'expérimentations dépassant les 68 jours de mise en service des NA).

Pour comprendre ces écarts, nous avons analysé les valeurs des différents acteurs. Bien que ces analyses mériteraient d'être approfondies - notamment du point de vue des valeurs des usagers des sites aux différents moments du déploiement de la technologie – nos résultats indiquent que les valeurs sont sujettes à des dynamiques qui influencent l'acceptation (cf. Chapitre 13).

Les analyses des valeurs des usagers des sites (passagers, non-utilisateurs et exploitants) menées au cours de cette recherche, ont ainsi montré que :

- Les passagers ne semblaient pas vivre des expériences de transport par NA ; mais plutôt des expériences de « découverte » d'une technologie innovante en conception et en démonstration. Une « découverte » étant un événement singulier, une « réutilisation » n'est plus conforme avec l'expérience de la « découverte » - ce qui expliquerait la dégradation de l'affluence du service avec le temps. Les valeurs portées lors d'une première utilisation, lors d'un essai, d'une découverte, ne sont pas exactement les mêmes que par la suite. En premier lieu, la valeur *curiosité*, qui influence fortement le comportement visant à tester les NA, diminue après la première utilisation. Il faut donc que d'autres valeurs suppléent la curiosité pour que l'acceptation et le choix d'utiliser les NA soient durables. Nous introduisons ici une nuance entre l'acceptation et l'utilisation d'une technologie. Il nous a semblé, en effet, que certains usagers des sites expérimentaux acceptaient la présence des NA, et y étaient même favorables car la technologie NA correspondait à leurs valeurs déclaratives (écologie / développement durable, fierté régionale, accessibilité aux personnes à mobilité réduite, développement technologique, etc.). Néanmoins ces usagers n'utilisaient pas, ou ne réutilisaient pas le service de transport par NA ; celui-ci ne correspondant pas à certaines de leurs valeurs en acte (rapidité, utilité, fiabilité...). Ce phénomène mériterait d'être confirmé par une analyse plus fine des valeurs des usagers des sites.
- Les usagers des sites non-utilisateurs et les exploitants ne semblaient pas vivre des expériences d'implantation d'un service de transport durable sur leurs sites, mais plutôt l'expérience d'une expérimentation ponctuelle, potentiellement contraignantes, mobilisant une technologie amenée à disparaître de leur site quelques semaines plus tard. Ce contexte expérimental pourrait être une source de rejet puisque la construction de nouveaux repères et de nouveaux systèmes de valeurs est coûteuse ; et n'en « vaut » pas forcément la peine pour quelques semaines.
- Les valeurs importantes pour les usagers des sites n'étaient pas toujours comblées par les NA, notamment en situation critique. Or, le fait de vivre de « mauvaises expériences » est probablement source de rejet.

La présente étude renforce le point de vue de Porcher et al. (2016, p.6), selon qui : « les concepts « d'acceptabilité » et « d'acceptation » ne s'excluent pas, au contraire, ils se complètent dans l'étude des conceptions, de l'appropriation ou du rejet d'un dispositif technique ».

L'analyse des intentions d'usage (donc de l'acceptabilité) a ici permis de répondre à un certain nombre d'objectifs :

- vérifier qu'il n'y avait pas de rejet a priori des NA, pour certaines raisons d'ordres pratique, social, idéologique, etc. ;
- identifier des normes et valeurs des passagers potentiels et ainsi transmettre des repères de communications aux concepteurs. Par exemple, en :
 - o valorisant le label « fabrication locale » (« made in Auvergne » en Auvergne ; « logiciel de guidage fabriqué par des ingénieurs du campus » sur le campus universitaire suisse ; « application smartphone développée par des entreprises de la Technopole ») ;
 - o vantant la valeur écologique de cette technologie innovante. Par exemple en habillant les NA du CHU et du campus auvergnat de stickers représentant des arbres verts ;
 - o intégrant l'enjeu d'accessibilité pour les PMR à la conception des NAv2, ce que n'avaient pas fait les constructeurs concurrents présents sur le site du Congrès ;
 - o construisant des contre-arguments vis-à-vis de certaines réticences évoquées lors des focus group : « les NA ne vont pas provoquer de pertes d'emploi mais au contraire en créer », « oui, il faut lutter contre la sédentarité, néanmoins, il y aura de très nombreuses

situations où ces NA seront utiles... », « nous n'avons jamais eu d'accident, 90% des accidents de la route sont dus à une erreur humaine » ;

- valider/invalider certaines hypothèses de conception concernant l'agentivité et les caractéristiques anthropomorphiques des technologies autonomes.

Néanmoins, la suite de nos expérimentations a confirmé le point de vue de plusieurs auteurs (Legris, Ingham, & Collerette, 2003 ; Turner, Kitchenham, Brereton, Charters, & Budgen, 2010 ; Bobillier-Chaumon, 2016), lorsque nous avons constaté que les études d'acceptabilité n'étaient que peu prédictives des usages réels (cf. Chapitre 12). Nous expliquons ce constat par plusieurs raisons :

- l'acceptation est un processus complexe : situé, dynamique et systémique. Alors que l'acceptabilité est une projection généralement assez éloignée des conditions réelles d'usage ;
- engagés dans l'action, les systèmes de valeur des usagers se réélaborent et ne correspondent plus forcément à ce qu'ils étaient dans le contexte de l'étude d'acceptabilité. La micro-identité activée par un individu lors d'un focus group pour lequel il s'est déplacé contre rémunération, est probablement différente de la plupart des micro-identités des individus « *vivant* » sur les sites où des NA sont déployées ;
- ainsi, l'acceptation se « *joue* » dans les usages, dans l'activité, dans les expériences que vivent les sujets (Bobillier-Chaumon, 2013, 2016) ;
- or, les études d'acceptabilité constituent pour le sujet des expériences de natures très différentes des projections d'usages qu'elles sont censées explorer (d'où l'écart entre valeurs déclaratives et valeurs en acte) ;
- l'exploration disjointe des valeurs déclaratives (sur lesquelles se focalisent les études d'acceptabilité sociale, cf. Chapitre 1(2)) et des caractéristiques des technologies (sur lesquelles se focalisent les études d'acceptabilité pratique, cf. Chapitre 1(1)) présente des limites au regard d'une acceptation qui est le fruit de la rencontre ;

Les analyses des processus d'acceptation, telles que nous les avons menées, nous ont ainsi permis de palier les limites des études d'acceptabilité (cf. Chapitre 13). Toutefois, les limites de l'acceptabilité que nous venons de relever pourraient, en partie, être dépassées. Nous pourrions, en effet, envisager de proposer aux utilisateurs potentiels sondés différents scénarios de confrontation à la technologie. Ces scénarios activeraient des micro-identités et des systèmes de valeurs situés ; ils viseraient la projection d'expériences à différents stades de développement du produit et des services associés. Pour construire ces scénarios, des analyses expérientielles préalables pourraient être déployées sur les sites expérimentaux (analyses des activités, des expériences vécues dans les situations d'actions caractéristiques, des valeurs en acte dans ces situations). Ainsi, en intégrant des projections situées, dynamiques et systémiques, les biais principaux des études d'acceptabilité seraient réduits. Cette proposition s'inscrit dans le courant de l'ergonomie prospective (Brangier & Robert, 2014) ou de la prospection de l'acceptation (Bobillier-Chaumon, 2018).

La présente étude n'a permis d'appréhender qu'une partie du processus d'acceptation des NA, car :

- la technologie n'est pas encore mature ;
- les sites expérimentaux n'ont été que partiellement adaptés à l'exploitation de services de transport par NA ;
- des régulateurs étaient présents pour pallier les défaillances techniques ;
- un certain nombre de contraintes méthodologiques ne nous ont pas permis de mettre en place l'ensemble des investigations souhaitées (cf. introduction de la Partie IV).

Ainsi, les usages « *finaux* » (prévus par les concepteurs) n'ont pas pu être analysés ; les expériences et les systèmes de valeurs en acte vécus lors de ces usages, non plus. Les différents services que pourraient rendre les NA n'ont pas pu être simulés. Ceci ouvre des perspectives de poursuite des analyses d'acceptation (perspectives développées par ailleurs dans cette Partie VI) ; mais également d'acceptabilité.

En effet, dans la phase actuelle de développement de la technologie, nous nous trouvons en amont de nombreuses formes d'usages futurs, ce qui pourrait légitimer la perspective de déployer, à nouveau, des études d'acceptabilité.

Les études d'acceptabilité sont historiquement réalisées en amont des usages. Certains chercheurs (He, Qiao, & Wei, 2009 ; Lee, 2010) ont toutefois pris l'initiative de déployer les études d'acceptabilité également après l'utilisation des technologies : « *on notera cependant un glissement sur les finalités et applications de ces modèles : il ne s'agit plus simplement de prédire les intentions d'usage sur une nouvelle technologie à implémenter, mais d'évaluer également le maintien de l'usage sur des outils existants (après une première expérience des dispositifs)* » (Bobillier-Chaumon, 2016, p.9).

Si, comme l'ont démontré certains auteurs (Rabardel, 1995 ; Orlikowski, 2000 ; Mendoza, Carroll, & Stern, 2011 ; Béguin, 2010) la conception se poursuit dans l'usage, alors il y aura toujours potentiellement des usages futurs nouveaux. D'autant plus dans le cadre d'une technologie amenée à être déployée dans des systèmes sociotechniques complexes, où la diversité des déterminants situés générera une diversité d'usages. En suivant cette logique, des études d'acceptabilité d'une technologie pourraient être menées à tout moment du cycle de vie de ladite technologie.

2.3. Intérêts et les limites des approches expérientielles pour la conception d'un système de transport autonome

2.3.1. Analyse des expériences vécues par des professionnels pour la conception

Plusieurs travaux ont mis en lumière l'importance de construire les expériences vécues dans le but de rendre plus performants les systèmes complexes (Norros & al., 2014 ; Savioja et al., 2013 ; Theureau, 2003), y compris dans le domaine du transport (Filippi & Theureau, 1993).

Toutefois, l'originalité de notre étude relève ici essentiellement de l'analyse des expériences vécues pour la conception d'un système (de transport) autonome. Poinet et Poisson (2015), qui ont analysé la conception de robots médicaux (robots conçus pour l'assistance aux gestes médicaux et chirurgicaux), montrent que la prise en compte de l'activité des chirurgiens pour concevoir ces robots a été restreinte à des observations techniques, des mesures de mouvements, d'angulations ; et donc très éloignée des méthodologies d'analyse évoquées dans la présente recherche. Les robots médicaux semblent, par ailleurs, d'après Poinet et Poisson, représenter des marges de progrès tant en termes de fiabilité qu'en termes d'acceptation et d'autonomie.

Nous revenons, dans le Chapitre 17(1.3), sur l'intérêt d'une telle approche expérientielle dans une perspective d'allocation de fonctions.

2.3.2. Transmission de repères pour la conception et l'exploitation des NA

Les analyses des expériences vécues déployées dans le présent projet de conception, ont montré que les régulateurs mettaient en place des actions complexes d'anticipation, de régulations et de contournement des situations critiques (cf. Chapitres 13 et 14) ; actions que la technologie NA n'était pas capable - à son stade actuel de développement - de gérer de façon autonome. Par exemple, les accompagnants avertissaient les usagers de la présence de leur NA en actionnant le klaxon, ils supprimaient les sécurités des NA pour éviter les déclenchements intempestifs du klaxon dans certaines zones de parcours, ils s'excusaient lorsque des usagers étaient gênés par les NA, ils reprenaient les NA en conduite manuelle pour contourner des obstacles, etc.

Les analyses des expériences vécues par les régulateurs en situations critiques nous ont permis de construire 4 catégories de déterminants à l'origine des activités des régulateurs dans ces situations et, par inférence, à l'origine de l'acceptation des NA. Ces déterminants étaient d'ordres : personnels, interpersonnels, organisationnels, techniques/architecturaux/environnementaux. Cette catégorisation a permis de transmettre des spécifications aux concepteurs et aux futurs exploitants (cf. Chapitre 15, Annexes 1 et 2).

La classification en 4 catégories de déterminants ouvre à de futures perspectives de recherche, malgré certaines limites :

- En ce qui concerne les déterminants personnels, nous avons constaté que les régulateurs n'agissaient pas de la même manière, n'opéraient pas les mêmes arbitrages, n'organisaient pas leurs systèmes de valeurs en acte de la même façon au moment de gérer les situations critiques en fonction de « *qui ils étaient* » : leurs parcours, formations, capacités, leurs compétences, leurs sensibilités, valeurs à l'origine, leur fonction (accompagnant(e), hôte/esse ou superviseur(e)), les tâches qui leurs étaient prescrites.
L'évolution de l'expertise des régulateurs mériterait une étude approfondie. Le fait d'avoir suivi l'évolution d'un seul accompagnant ne nous permet pas de généraliser nos résultats, notamment du point de vue de l'évolution des systèmes de valeur au fil des expériences de confrontation à la technologie. Il nous apparaîtrait pertinent d'ouvrir cette démarche à d'autres acteurs. Dans la perspective de concevoir un service autonome situé, il nous semble incontournable de mieux connaître les utilisateurs potentiels de la technologie sur chaque site afin de définir des « *profils d'utilisateurs* » auxquels le système autonome devra s'adapter.
- Un tissu social complexe agit sur les situations critiques et sur l'acceptation (les régulateurs, les passagers, les autres usagers du site, les exploitants, les concepteurs...). Les régulateurs semblent intégrer les activités, les valeurs, les cultures des autres acteurs, pour opérer des arbitrages en situations critiques. Afin de limiter les conflits de valeurs à venir, il pourrait être pertinent d'analyser, en amont des implantations du futur service autonome, l'activité des autres usagers des sites et les contraintes des exploitants.
Nous avons également vu, à travers nos résultats, que certaines situations pouvaient s'avérer critiques socialement. Par exemple, lors des montées et descentes des NA en période de forte affluence, la satisfaction des uns venait en conflit avec la satisfaction des autres. La présence de personnel sur les quais et/ou dans la NA lors des pics de fréquentation pourrait alors être testée. Nos résultats ont également amené la Leading à travailler à l'amélioration des possibilités de communications entre les NA et les usagers. La Leading songe, par exemple, à la mise en place d'un écran tourné vers l'extérieur et informant les usagers du site que la NA s'apprête à s'arrêter, à redémarrer, à tourner, qu'elle est en service, qu'elle peut accueillir des passagers, ou non. La Leading a également évoqué la possibilité d'installer une caméra panoramique et un microphone à l'intérieur des NA, sur le plafonnier, pour notamment limiter les comportements inappropriés, améliorer la sécurité. Cette caméra panoramique et ce microphone pourraient transmettre des informations à un superviseur humain positionné dans une salle de contrôle.
- Nos analyses ont aussi montré que des déterminants organisationnels pèsent sur l'activité des régulateurs : le cadre juridique, le contexte concurrentiel de développement de la technologie, les caractéristiques de l'expérimentation (degré d'ouverture du trajet aux autres types d'usagers du site, fréquence de passage des NA, modalités de gestion de flotte, choix des circuits et des horaires de passage, fonctionnement du service en « *mode tram* » ou en « *mode taxi* », signalétique, publicité et la communication à propos de l'expérimentation...).
- Enfin, l'activité des régulateurs est également influencée par des déterminants techniques, architecturaux et environnementaux. Par exemple : la vitesse des NA, la fiabilité

technique des NA, l'existence d'applications smartphone, la largeur de la chaussée, la présence d'obstacles en tous genres, la visibilité, les possibilités qu'offrent les voies de croiser d'autres NA/d'autres véhicules sans ralentir ou s'arrêter, l'accessibilité à une diversité de passagers, les conditions climatiques...

Nos résultats ont ainsi amené la Leading à réfléchir à la conception d'applications smartphone pour améliorer l'utilité et la fiabilité du service (les utilisateurs sauront précisément l'heure à laquelle passeront les NA, ils pourront même commander leur venue). La capacité des NA à fonctionner dans des conditions météorologiques dégradées, ou encore à contourner un obstacle de manière autonome, sont d'autres perspectives techniques, dont on peut penser qu'elles contribueront à limiter la survenue de situations critiques (et peut-être en générer de nouvelles...).

Les approches expérientielles ici déployées permettent donc d'envisager un certain nombre de repères de conception :

- des NA ;
- des services qui pourraient être proposés en complément de la commercialisation du *produit NA*, par exemple : analyse des profils d'utilisateurs, des flux et circuits de circulation, en amont de l'implantation des NA sur un nouveau site, déploiement de personnels sur les quais en période de forte affluence ; présence d'un service de supervision en salle de contrôle ; mise en place d'une signalétique sur le site ; création d'applications smartphones personnalisées, etc.

2.3.3. Autres projets actuels de conception de VA

Alors qu'au départ de nos recherches (2013-2014) nous ne trouvions pas, dans la littérature (scientifique ou « *grand public* ») de référence à la question des régulations humaines face aux dysfonctionnements des VA, plusieurs travaux abordent aujourd'hui, comme nous, ce sujet. Favaro, Eurich et Nader (2018) ont analysé les données transmises en 2015 et 2016 par 11 constructeurs de VA à propos de ce qu'ils nomment « *autonomous vehicles' disengagements* ». Les auteurs constatent (ce que nos analyses confirment), que pour tous les VA, lorsque l'automate est mis en échec, le mode de conduite automatique est désactivé au profit d'un mode de conduite manuel assuré par le conducteur/régulateur. Le CADMV (California Department of Motor Vehicles), qui est un législateur américain précurseur des règles de fonctionnement des VA sur voie publique, a d'ailleurs, en 2016, défini le désengagement comme : « *the deactivation of the automation mode when a failure of the autonomous technology is detected or when the safe operation of the vehicle requires that the autonomous vehicle test driver disengages the autonomous mode and take immediate manual control of the vehicle* ». Le désengagement peut être généré de façon automatique ou manuelle.

La firme Google³⁸ définit deux modes de désengagement :

- En cas de problème technique : « *failure detection: events where the software has detected a technology « failure » – i.e., an issue with the autonomous technology that may affect the safe operation of the vehicle – the AV will immediately hand over control to the driver* » ;
- En cas de problème lié à la sécurité : « *safety operations: events in which test drivers feel necessary to take control of the vehicle for a variety of reasons relating to the comfort of the ride, the safety of the vehicle, or the erratic or unpredictable behavior of other road users* ».

Sur 465 désengagements que Google a répertoriés, 32% ont été initiés manuellement et 68% automatiquement.

Tous constructeurs confondus, les désengagements n'aboutissent qu'une fois sur 178 à un accident (Favaro, Eurich & Nader, 2018).

³⁸ Google Inc. reports

Les causes de désengagements ont été classées en 4 catégories par Favaro, Eurich & Nader (2018, p. 142) :

- liées à un échec du système (30%), dont : changement de ligne (28%) ; mise en échec du logiciel (25%), mise en échec de la perception (12%), planificateur du véhicule pas prêt (« *planner not ready* », 11%), non détection des feux de circulation (8%), manœuvre du véhicule non désirée (7%) ;
- liées au facteur humain (52%), dont : gêne du conducteur (« *driver discomfort* », 89%), comportement imprudent d'un usager (9%), augmentation de la distance séparant d'un cycliste (2%) ;
- liées à des conditions externes (11%), dont : lignes de circulation mal tracées (43%), zone de construction (21%), trafic piéton important (19%), conditions météorologiques (6%), autres conditions externes (11%) ;
- autres (7%)

Ce que les constructeurs, les législateurs et les scientifiques dont nous citons ici les analyses, nomment « *désengagement* » peut s'apparenter à des situations critiques.

D'ailleurs, la classification des causes de désengagements réalisée par Favaro, Eurich et Nader (2018) présente plusieurs similitudes avec notre classification des déterminants à l'origine des situations critiques gérées par les régulateurs. Nous avons en effet relevé des déterminants d'origines : techniques, météorologiques, liées à des travaux de construction, à des trafics de piétons importants, à des comportements imprudents d'usagers, à des besoins d'augmenter la distance séparant d'un obstacle (les auteurs parlent spécifiquement de cyclistes).

La classification de Favaro, Eurich et Nader (ibid.) apporte également des compléments à nos résultats qui pourraient servir de repères pour la conception, l'exploitation et l'acceptation des NA. En effet, en s'ouvrant à d'autres types d'environnement, les VA s'exposent à de nouvelles situations critiques : ici le fait de ne pas détecter les feux de circulation ou les lignes au sol. Des évolutions technologiques sur les NA pourront donc générer une exposition à de nouvelles situations critiques (implémentation d'outils de reconnaissance des lignes au sol, de synchronisation avec les feux de circulation...)

Les changements de ligne des VA causent 8,4% de l'ensemble des désengagements (28% des désengagements liés à un échec du système qui représentent 30% de l'ensemble des désengagements). Nous comprenons ainsi mieux pourquoi les concepteurs des NA n'ont pas encore tenté d'implémenter la capacité à changer de ligne de façon autonome aux NA. Cette manœuvre semble difficile à autonomiser, comme l'a également illustré notre analyse systématique des directions de regard des accompagnants (cf. Chapitre 13(1.1.4)). En effet, lors des démarrages aux arrêts (insertion sur la voie) et des dépassements manuels, les accompagnants des NA effectuaient systématiquement des contrôles vers l'arrière du véhicule et dans l'angle mort ; y compris s'ils étaient expérimentés et qu'ils avaient, d'une façon générale, confiance dans l'automate. Ces précautions peuvent être interprétées comme un manque de confiance dans l'automate pour ces situations précises.

Nos résultats se distinguent toutefois de ceux des chercheurs et des constructeurs précédemment cités. En effet, bien que nous n'ayons pas pu quantifier la fréquence de chaque situation critique, la proportion des causes de désengagements que Google a élaborée (32% initiés manuellement et 68% automatiquement) ne nous semble pas illustrer les observations que nous avons faites lors des expérimentations de NA. Sur 19 situations critiques que nous avons répertoriées, seules deux donnaient lieu à des désengagements automatiques. Il s'agissait des situations que nous avons nommées : « *dysfonctionnement : panne de la NA, bug informatique* » et « *conditions environnementales difficiles* ».

Plusieurs facteurs nous semblent pouvoir expliquer cet écart :

- D'abord les conditions expérimentales et les technologies étaient différentes. Les NA étaient déployées sur circuits fermés, elles apprenaient un trajet qu'elles répétaient, elles ne dépassaient pas les 15km/h, elles n'avaient ni à respecter des feux de circulations, ni à dévier de leur trajectoire...
- Les régulateurs des Google Cars et des NA n'avaient peut-être pas les mêmes rapports aux consignes qui leur étaient prescrites. En effet, nous avons vu que les régulateurs intérimaires des NA prenaient plus d'initiatives (notamment vis-à-vis de la consigne les assignant à reprendre le moins souvent possible la conduite en mode manuel) que les régulateurs salariés de la Leading. Les intérimaires offraient probablement un service de meilleure qualité aux usagers, ils anticipaient mieux les situations critiques. Mais, ce faisant, ils testaient moins la fiabilité des NA. Nous pouvons faire l'hypothèse que les régulateurs des VA de Google étaient des salariés de la firme plus enclins à respecter les prescriptions. D'autant qu'ils ne proposaient pas de service de transport en commun, porteur d'enjeux/valeur conflictuels avec la fiabilisation technologique.
- Les chercheurs à l'origine des résultats, ici comparés, sont également porteur de logiques différentes. Nous nous focalisons sur l'humain, ses expériences, ses valeurs. Alors que les concepteurs que nous avons côtoyés, tout comme, probablement, les concepteurs des Google Cars, sont davantage sensibles aux questions de fiabilisations techniques. Ainsi, alors que Favaro, Eurich et Nader (ibid.) ont décliné les causes techniques des désengagements, nous les avons répertoriées seulement en 2 macro-catégories (« *dysfonctionnement : panne de la NA, bug informatique* » et « *conditions environnementales difficiles* »). A l'inverse, Favaro, Eurich et Nader n'ont pas décliné la catégorie « *driver discomfort* » alors que celle-ci représente 46% des causes de l'ensemble des désengagements (89% des désengagements liés au facteur humain qui représentent 52% de l'ensemble des désengagements). Il aurait été extrêmement intéressant de connaître finement les causes de gêne ou d'inconfort vécues par les régulateurs de VA de type Google Car. Bien qu'ils ne fussent pas porteurs d'un service, nous faisons l'hypothèse que les régulateurs des Google Car se trouvaient probablement pris dans des conflits de valeurs allant au-delà de la sécurité et de la fiabilité (les deux modes de désengagement référencés par Google).
- Ainsi, en écho à l'hypothèse que nous venons d'élaborer, nous pensons que la catégorisation en « *situations critiques* » (situations où les régulateurs vivent des conflits de valeurs qui ont été mis en lumière par des analyses expérientielles) est sans doute plus large que la catégorisation en « *situations de désengagement* ».

2.3.4. Limites inhérentes à la *structure projet*

Dans le cadre de la présente recherche, notre positionnement en tant que concepteur a évolué (cf. Tableau 1). Alors que nous étions pleinement associés au collectif de concepteurs (dont le référent était le Constructeur) jusqu'en aout 2014 ; l'arrivée de la Leading aux commandes du projet a conduit progressivement à fragiliser nos marges de manœuvre et notre influence dans le projet (cf. Introduction (2.3)).

Cette évolution de la *structure projet* a généré certaines difficultés méthodologiques (cf. liminaire de la Partie IV), imposant notamment au chercheur de :

- construire au quotidien son positionnement au sein d'un réseau complexe d'acteurs ;
- mettre en place des protocoles d'investigation jamais totalement reproductibles.

Puis, à partir de juin 2016, les communications entre la Leading et le Pôle SHS ont cessé, bloquant ainsi la possibilité :

- pour les chercheurs du Pôle SHS de poursuivre leurs investigations ;

- pour la Leading de profiter des analyses, des résultats et des spécifications – notamment en termes de conception de service – du Pôle SHS ;

Cet éloignement entre les porteurs du projet (la Leading) et les chercheurs en sciences humaines pourrait être expliqué par leurs écarts en termes de préoccupations, de valeurs (cf. Chapitre 13(3.5)). Les concepteurs de la Leading que nous avons interviewés ont mis en avant la valeur commerciale qu'ils associaient au projet – valeur commerciale qu'ils articulaient notamment avec les valeurs : sécurité, fiabilité (technologique) et respect des procédures. Comme en témoigne les différentes réflexions contenues dans le présent écrit, les chercheurs du Pôle SHS sont notamment sensibles aux *déviances* par rapport aux procédures, aux prises de risque, au compromis, aux régulations... effectués par les humains.

Nos préoccupations en termes d'acceptation et de conception de service apparaissaient secondaires pour la Leading. D'ailleurs, dès l'été 2015, c'est essentiellement grâce à notre positionnement auprès de l'exploitant du Centre de recherches que – contrairement à d'autres laboratoires auvergnats - nous avons continué d'être associés au projet. L'exploitant était probablement, comme nous, sensible au(x) service(s) que pourraient lui rendre les NA, avant de décider, ou non, d'investir dans ces technologies innovantes. Pour argumenter ce point de vue, rappelons que les *entretiens composites* menés auprès des exploitants ont mis en avant 6 valeurs ; toutes en lien avec la qualité de service (sécurité, affluence du service, utilité du service, satisfaction des passagers, fiabilité du service, non-gêne des autres usagers du site). Nous avons aussi, au cours du projet, participé à des workshops organisés par l'exploitant du Centre de recherches, au cours desquels, les participants étaient invités à réfléchir aux usages possibles des NA.

Par extrapolation - et pour faire le lien avec les approches historiques de l'innovation (Errabi, 2009) - nous pourrions faire l'hypothèse que la Leading était principalement, en 2016, dans une approche *Technology-push*. Dans cette approche de l'innovation, les progrès technologiques permettent d'envisager la création de différents produits/services. Alors que les chercheurs du Pôle SHS et certains exploitants se situaient davantage dans une approche *demand-pull*, en se questionnant prioritairement sur la nature des services que pourraient rendre les NA et – par inférence – leurs conditions d'acceptation. Le parallèle avec ces deux approches de l'innovation mériterait d'être développé. Des approches mixtes et cycliques sont préconisées par de nombreux auteurs (ibid.) et il est probablement regrettable, pour la suite du projet, que les conditions favorisant ces approches mixtes et cycliques n'aient été pas suffisamment longtemps réunies au sein de la *structure projet*.

Nos résultats (Chapitre 14) ont montré, en effet, qu'en 2016, la Leading :

- ne s'appropriait que partiellement les régulations chaudes mises en place par les régulateurs ;
- sous-estimait la dialectique réglé/géré nécessaire au fonctionnement du service de transport par NA ;
- sous-estimait la complexité des situations dans lesquelles étaient engagées les NA ; les phénomènes de conflits de valeurs en acte, d'arbitrages et d'instruction de compromis ;
- positionnait l'humain comme « *agent d'infiabilité* » (Faverge, 1970), source d'erreurs plutôt que garant de la performance du service ;
- privilégiait un fonctionnement « *réglé* » du service en renforçant les procédures ;
- n'était pas engagée dans un processus d'allocation de fonctions des régulateurs vers les automates.

Par conséquent, les régulations chaudes mises en place par les régulateurs ne faisaient pas l'objet de traductions systématiques en régulations froides.

Outre cet effet indésirable du point de vue de la conception, un fonctionnement « *indépendant* » des opérateurs, qui n'est pas su par les prescripteurs du travail est accidentogène (Woods & Cook, 2006 ; Amalberti, 2002, 2009 ; Ruault, 2013 ; Marseguerra, 2014) : « *ce fonctionnement devient la norme, mais est exclu du champ du retour d'expérience. Le système est muet et ce fonctionnement est dans un angle mort, hors visibilité* » (Ruault, 2013, p. 24).

Cette dernière réflexion pose également la question des marges de régulations autonomes que l'on autorisera aux IA du futur. Si, de la définition même de l'intelligence, les technologies utilisant l'IA, devront être en capacité de réguler, de façon autonome, leurs comportements en situation (régulations chaudes), et d'apprendre de leurs expériences (régulations froides), comment sécuriser le système pour que ces évolutions autonomes n'échappent pas aux humains ? Quelle *structure projet* mettre en place pour favoriser le développement conjoint des automates et des humains ?

Expérience et Intelligence Artificielle (IA)

La littérature scientifique inclut aussi, dans notre contexte de recherche, des travaux que produisent les mathématiciens qui travaillent sur l'apprentissage autonome des robots. Ceux qu'ils ont nommé les « *Ergo-robots* », sont capables d'apprendre en « *réutilisant leurs expériences passées* » (Benureau & Oudeyer, 2016). Les recherches effectuées par les auteurs montrent que des groupes de robots sont capables de créer leurs propres langages, que les concepteurs auraient été incapables de prévoir. Les automates miment des comportements humains car les algorithmes créés par les chercheurs les dotent de curiosité artificielle. Les robots s'intéressent à de nouveaux objets ou de nouvelles actions, dont ils se construisent un schéma au fur et à mesure qu'ils les expérimentent. Lorsque leurs prédictions s'améliorent, les algorithmes génèrent des récompenses internes, nombres réels entre -1 et 1, qu'ils tentent de maximiser³⁹. Les robots acquièrent ainsi de nouvelles connaissances.

Ces travaux mobilisent le concept d'expérience dans les potentialités des robots. Les auteurs défendent l'idée qu'à partir de leurs expériences, les robots sont capables d'apprendre, de se développer, de s'adapter à leur environnement physique, social. Les auteurs parlent également de « *sociétés de robots* » qui développent leurs propres langages (d'autres robots, conçus à l'identique, développent un langage différent).

Même si le terme n'est pas utilisé par les auteurs, il nous semble que les Ergo-robots sont porteurs de valeurs : en premier lieu « *la curiosité* », ou encore « *l'envie d'apprendre* ». Les Ergo-robots recherchent des situations où ils sont susceptibles de faire des erreurs, pour apprendre, pour se développer.

Selon nous, sans ces deux valeurs (curiosité et envie d'apprendre), il n'y aurait pas d'apprentissage, pas d'intelligence (humaine ou artificielle). En ce sens, les régulateurs des NA, porteurs des initiatives que l'on a précédemment décrites, constituent un rouage extrêmement précieux du processus de développement des NA. Ce rouage a ici été valorisé par les analyses des expériences vécues et des systèmes de valeur en acte des régulateurs, dans les phases clé d'apprentissage et d'innovation que sont les situations critiques.

3. Agentivité et identité

Dans ce sous-chapitre, nous proposons une ouverture vers deux autres concepts qui gravitent autour des valeurs et des expériences, notamment dans la perspective de concevoir un système autonome intelligent. Il s'agit de :

3.1. L'agentivité

3.2. L'identité

³⁹ <http://www.benicourt.com/blender/2016/05/ergo-robots-curiosite-artificielle-et-langage/>

3.1. Agentivité

Selon de nombreux auteurs (Csikszentmihalyi, 2000 ; Bandura, 2001 ; Béguin & Rabardel, 2000 ; Clot, 2008 ; Barcellini, Van Belleghem, & Daniellou, 2013 ; Bobillier Chaumon, 2013, 2016), pour qu'une technologie soit acceptée et utilisée, il faut qu'elle préserve, voire développe, l'agentivité des utilisateurs.

En appliquant cette thèse à notre projet de recherche, il nous semble que les utilisateurs sont ici à considérer au sens large. L'agentivité des régulateurs, des passagers, des usagers du site non-utilisateurs, des exploitants et des concepteurs seraient, d'après l'interprétation que nous faisons de nos résultats, autant de facteurs d'acceptation des NA.

D'après nos résultats, en effet, l'agentivité serait consubstantielle aux valeurs. Avant d'argumenter cette thèse, rappelons que selon le paradigme enactif, l'agentivité désigne une unité régulant activement ses échanges selon ses propres fins adaptatives pour assurer sa viabilité. Pour Di Paolo (2014), le processus le plus fondamental est le « *sense-making* » qui désigne une relation à l'environnement référée aux valeurs et aux normes d'interaction que le système vivant génère sur la base de son autonomie adaptative. L'être produit et maintient sa propre identité dans des conditions qu'il apprécie comme satisfaisantes ou insatisfaisantes.

Ainsi, les régulateurs, qui étaient des utilisateurs privilégiés de la technologie, ont régulièrement montré des signes de frustrations dans des situations critiques où certaines de leurs valeurs étaient mises en péril. La construction de leurs expériences vécues a révélé le besoin de « *reprendre la main sur la conduite du véhicule* », de « *redevenir acteur/agent du service* » ; ce que les régulateurs faisaient parfois en dérogeant aux modes d'utilisation prévus. Le mode manuel était surutilisé par rapport à ce qui était prescrit, aux dépens du mode automatisé.

Le fait de vivre ces situations critiques et les conflits de valeurs qu'elles généraient, amenait les régulateurs à évoluer. Ainsi, avons-nous montré que les valeurs de l'accompagnant du Centre de Recherches avaient évolué depuis son statut de novice, vers son statut d'expert.

L'agentivité des passagers a, quant à elle, d'abord été testée sur le site du CHU, via la manipulation de la variable « *klaxon* » (cf. Chapitre 12(3)). Les résultats de nos manipulations indiquent que la prise en main du klaxon semble plutôt encombrer les passagers et ne participe pas à l'acceptation des NA de leur part. Plusieurs hypothèses nous semblent expliquer ce résultat :

- le klaxon manuel pourrait diminuer la représentation du caractère autonome et innovant du service du point de vue des passagers et, ce faisant, venir en conflit avec certaines de leurs valeurs. Cette hypothèse nous semble renforcée par les résultats du questionnaire du Centre de Recherches qui nous ont appris que 2,1% des usagers du site trouvaient la présence de l'accompagnant « *gênante* » ; tandis que 23,4% la jugeaient « *inutile* » ;
- la maîtrise du klaxon ne permettrait peut-être pas d'améliorer le sentiment de maîtrise de la conduite ;
- le fait de klaxonner pourrait venir en conflit avec d'autres valeurs des passagers dans le sens où cette action pourrait être vécue comme gênante/agressive vis-à-vis des autres usagers du site ;
- l'agentivité liée à la conduite, n'est peut-être pas un facteur majeur de l'acceptation / du rejet des NA. En effet, certaines situations de références dans le transport montrent que les utilisateurs ne sont que très peu acteurs de leur trajet : lorsqu'ils sont passagers d'un transport individuel, lorsqu'ils empruntent des transports en commun, y compris des transports en commun autonomes comme le sont aujourd'hui certaines rames de métro. Et pour autant, ces modes de transport sont globalement acceptés ;

- même si le fait de confier son déplacement à un automate, tendait effectivement à diminuer le sentiment d'agentivité liée à la conduite, nous pouvons faire l'hypothèse que cette perte de d'agentivité pourrait être compensée. En effet, en libérant l'utilisateur de l'astreinte de la conduite, l'automate lui permet de développer son agentivité : en lisant le journal, en utilisant son smartphone, son ordinateur, en n'ayant plus besoin d'avoir le permis de conduire, d'être valide pour utiliser son véhicule, en ne perdant plus de temps à chercher une place en centre-ville puisque le véhicule l'y déposerait sans avoir à stationner, etc.

L'analyse des valeurs des passagers des différents sites a montré que la valeur que nous avons nommée « *besoin de contrôle* » (que nous associons à l'agentivité) n'était pas mise en péril au moment du transport dans les NA. Le manque de contrôle a néanmoins été exprimé par des passagers aux moments où ils attendaient les NA aux arrêts sans connaître le délai d'arrivée.

L'état de développement actuel de la technologie (notamment la faible vitesse), comme les conditions expérimentales des NA pourraient également expliquer ces résultats. Ainsi, nous ne pouvons affirmer que les passagers des NA ne seront jamais privés de leur agentivité ; notamment dans un futur où la vitesse de ce moyen de transport sera augmentée.

Même si l'expérience d'un transport en commun est probablement différente de l'expérience d'un véhicule individuel, les travaux de Poisson et al. (2015) montrent que les conducteurs de VA conservent une activité de supervision importante, ce qui semble illustrer un besoin de contrôle.

Les usagers des sites non-utilisateurs ont régulièrement exprimé l'atteinte à leur agentivité par les NA. La présence et les comportements des NA empêchaient certaines des activités habituelles des utilisateurs des sites expérimentaux. La première valeur mise en avant par nos investigations, auprès de cette catégorie d'acteurs, était la valeur : « *non perturbation de mon activité habituelle sur le site* ». Sur le Campus suisse, nous avons, par exemple, comptabilisé 13 catégories d'usagers du site gênés par la présence des NAv2.

Lorsque nous avons sondé les raisons pour lesquelles les usagers du Centre de recherche n'avaient pas utilisé les NA, les arguments renvoyés par ces derniers étaient :

- une vitesse jugée trop lente, une fréquence de passage insuffisante, certaines personnes utilisent déjà un véhicule de service pour le type de trajet proposé par les NA (utilité) ;
- une fréquence de passage irrégulière, un fonctionnement (arrêts, parcours, horaires, appel,...) « *pas clair* » (fiabilité) ;
- la marche à pied est appréciée, notamment par des personnes se disant « *assises toute la journée* » (lutte contre la sédentarité) ;
- un manque de confiance (sécurité, besoin de contrôle) ;
- un service ayant un coût pour l'entreprise (argument donné par un seul répondant et qui n'a donc pas donné lieu à la formalisation d'une valeur dans le cadre de cette recherche) ;
- la croyance que le service était encore en « *test sans utilisateurs* » (argument qui ne nous semble pas associable à une valeur).

D'une manière générale, chaque argument peut, indirectement, être associé à l'agentivité. Une technologie qui ne nous est pas utile, que nous ne trouvons pas fiable, ou qui d'une manière générale porte atteinte à une de nos valeurs, touche notre agentivité (puisque nous agissons dans le but de satisfaire nos valeurs). L'agentivité est probablement arrimée à l'ensemble de nos valeurs ; elle pourrait ainsi être une *macro-valeur* ; directement déterminante de notre construction identitaire (Costalat-Founeau, 2008).

Comprendre comment une technologie maximise notre agentivité est essentiel ; mais sans doute insuffisant pour agir en conception. Il nous apparaît en effet nécessaire de comprendre finement

ce à quoi correspond l'agentivité d'un individu, d'un groupe. Comment cette agentivité se décline dans des systèmes de valeurs en acte.

Les résultats des analyses expérientielles menées auprès des exploitants nous semblent confirmer l'hypothèse d'une agentivité située et arrimée sur les valeurs portées par les individus. Nous constatons, en effet, que les valeurs des exploitants concernant les NA, sont influencées par leurs missions sur leurs sites respectifs. L'exploitant 2 du Centre de recherches, qui avaient également la responsabilité d'autres projets que celui de l'exploitation des NA, se refusaient – contrairement aux 4 autres exploitants interviewés - à faire un compromis sur la valeur « *non-gêne des autres usagers du site* » (ce faisant, il accordait moins d'importance aux utilisateurs des NA).

Comme pour les concepteurs, les recueils et catégorisations des valeurs des exploitants nous semblent présenter une limite. En effet, pour aucune de ces deux catégories d'acteurs, nous n'avons recensé de valeur directement liée à l'agentivité (comme la valeur « *besoin de contrôle* » par exemple). Le besoin de contrôle identifié auprès des régulateurs, passagers et usagers des sites était associé à l'activité de transport dans les NA. Peut-être serait-il instructif de décliner cette valeur au-delà de l'activité de transport, puisque cette activité ne concerne pas directement toutes les catégories d'acteurs.

L'ergonomie a souvent souligné que le fait de rendre les individus acteurs/agents du changement, permettait de maximiser les chances de réussite d'un projet de développement technologique (Béguin & Rabardel, 2000 ; Clot, 2008 ; Barcellini, Van Belleghem, & Daniellou, 2013 ; Bobillier Chaumon, 2013).

Une telle démarche est toutefois difficile à mettre en œuvre. Comme nous l'avons montré au cours de cette recherche, les acteurs du projet vivent des expériences différentes, dans des mondes différents en mobilisant des systèmes de valeurs particuliers.

Pour permettre une rencontre entre ces mondes et la création d'un nouveau monde commun porteur de systèmes de valeurs relativement homogènes, la littérature scientifique conseille de confronter les points de vue, à toutes les étapes du développement technologique, par des démarches participatives (Daniellou, 2006, 2013 ; Petit & Dugué, 2013 ; Arnoud & Perez Toralla, 2017).

Certains auteurs parlent de confrontation entre les expériences (Du Tertre, 2001 ; Bonnefond, 2017), de « *délibération sur les valeurs contradictoires* » Curie (2000 p. 19), de conflits sociocognitifs (Doise & Mugny, 1981, 1997). Quant à Quillerou-Grivot et Clot (2013, p. 231), ils évoquent des : « *conflits d'activité qui peuvent être source de développement pour transformer la situation de travail, ou au contraire devenir un obstacle s'ils ne parviennent pas à être réinvestis dans le travail* ».

Au vu des réflexions contenues dans la présente recherche, nous suggérerions de parler de « *conflits* » ou de « *confrontations* » entre des systèmes de valeurs « *en acte* ». Le fait d'associer les conflits de valeurs à des situations nous semble être l'essence de l'ergonomie. Ces situations conflictuelles seraient qualifiables de « *situations critiques* » lorsqu'elles sont existantes ou de « *situations de référence* » lorsque l'on se situe dans une réflexion prospective (Beaujouan & Escouteloup, 2014).

Toujours en référence aux travaux précédemment cités, notons que la confrontation des points de vue, des expériences, des valeurs ou des valeurs en acte, ne va pas de soi. Les auteurs de ces travaux conseillent un certain nombre de démarches, méthodes, précautions à suivre pour favoriser les rencontres.

Dans le cadre de la présente démarche de conception de NA, la structure du projet laissait peu d'espace pour le dialogue, le conflit (Clot, 2008) entre les régulateurs, les usagers des sites, les exploitants et les concepteurs (cf. Chapitre 14). Néanmoins, il nous semble que notre engagement, en tant qu'analyste et ergonomiste, a participé à la confrontation des points de vue. Par de nombreuses actions (cf. Chapitre 14 et 15), nous avons tenté de partager la « *logique servicielle* » (et les valeurs qu'elle embrassait) avec les « *logiques commerciale et de développement technique* » portées par les concepteurs. Nous avons fait l'inventaire des situations critiques, pour permettre aux différents acteurs d'instruire les conflits de valeurs en acte que ces situations induisaient (cf. Chapitre 13(1)).

Pour la suite du projet, l'acceptation des NA semblant liée au développement de l'agentivité des usagers des sites (exploitants compris) et – plus précisément - à la préservation de leurs valeurs en acte - il apparaît incontournable de connaître les activités habituelles de ces usagers, leurs systèmes de valeurs en acte, et les expériences qu'ils recherchent, avant d'implanter la technologie. Des analyses préalables à l'exploitation des NA devront donc être menées sur chacun des futurs sites d'accueil. Mais, comme les expériences des NA ne seront que partiellement anticipables, la présence de régulateurs dans les premières semaines d'exploitation devrait être nécessaire.

3.2. Identité

Pour Varela, l'ensemble des micro-identités qui constituent l'individu forment un système sans « *gouvernement central* » ou « *moi qui serait un acteur central traitant les informations de façon séquentielle* » (Manier, 2009, p. 2). Froese et Ziemke (2008) parlent « *d'identité systémique* ».

Si, comme le prétend Varela, l'identité humaine est un système :

- composé des micro-identités qui habitent l'individu ;
- qu'une micro-identité correspond, non pas à un système de valeurs en acte (car le nombre de micro-identités serait alors infini), mais à une homogénéité relative dans l'organisation d'un système de valeurs dans une typologie de situations particulières ;
- qu'un système de valeurs en acte évolue progressivement au fil des expériences que vit le sujet (comme l'a montré l'évolution des valeurs déclaratives de l'accompagnant du Centre de recherches, au fur et à mesure qu'il réorganisait ses valeurs en acte) ;

Alors :

- l'identité évoluerait en permanence au fil des expériences et des réorganisations des différents systèmes de valeurs d'un individu. Canguilhem (2007, p. 84) affirme ainsi que : « *tout vivant s'individualise par les valeurs qu'il actualise* ».
- l'identité pourrait être inférée par la construction des expériences vécues et l'identification des systèmes de valeurs en acte associés aux différentes micro-identités qui composent l'individu. Les auteurs s'inscrivant dans le courant de l'enaction (Varela, Thompson, & Rosch, 1993 ; Stewart, Gapenne, & E. Di Paolo, 2008 ; Récopé, Rix, Fache & Boyer, 2013) inspiré de la phénoménologie (Husserl, Merleau-Ponty), suggèrent d'ailleurs de passer par la construction des expériences vécues pour comprendre le « *mind* » (De Loor, Manac'H & Tisseau, 2013, p.3) ;
- l'identité et l'acceptation pourraient alors être « *manipulées* » ;
- du point de vue de la formation (scolaire et professionnelle), cela confirmerait la pertinence de faire vivre certaines expériences particulières aux groupements d'individus pour les amener à partager des valeurs, normes et règles sociales/de métier, ainsi qu'une « *identité commune* » ;
- du point de vue de la conception des VA et des IA cela poserait de nouvelles questions, à propos :

- du nombre et de la nature des micro-identités à concevoir ;
- des repères à construire pour permettre au robot de savoir quand il doit basculer d'une micro-identité vers une autre ;
- des sécurités à prévoir pour ne pas que le développement du système « *s'emballe* » au fil des expériences qu'il vit ; que les « *dérives naturelles* » du vivant (Varela, Thompson & Rosch, 1993) deviennent des « *dérives artificielles* » incontrôlables (De Loor, Manac'H & Tisseau, 2013, p. 5). Que pourra-t-on permettre aux NA, aux VA, aux IA, d'apprendre, ou non ?⁴⁰ Comment les systèmes de valeurs les Hommes et des IA pourront-ils co-évoluer de façon relativement homogène ? Quels modes de supervision de la phylogénèse et de l'ontogénèse des IA (De Loor, Manac'H & Tisseau, 2013) devra-t-on mettre en place ?
- Si l'on imaginait qu'un jour un robot ne soit plus un système s'appuyant sur des valeurs fixées de l'extérieur par l'humain (Ziemke, 2001 ; Di Paolo, 2005 ; Di Paolo, Rohde, & De Jaegher, 2007 ; De Loor, Manac'H & Tisseau, 2013) mais un système qui, comme l'humain, vit des expériences qui l'amènent à développer ses propres systèmes de valeurs et créer ses propres identités ; son évolution ne pourrait-elle alors pas devenir non-anticipable par l'Homme et potentiellement contre ses intérêts ?

Conclusion du Chapitre 16

Au cours du Chapitre 16, nous avons d'abord discuté du lien entre les valeurs - concept clé, au cœur de notre recherche - et les enjeux d'acceptation et de conception d'un système de transport autonome.

Nous avons montré que les valeurs étaient l'objet de conflits dans l'activité ; conflits qui donnaient lieu à des arbitrages de la part des différents acteurs.

Grâce à la focale qui a été faite sur les régulateurs des NA, nos recherches ont confirmé les dimensions située, systémique et dynamique des valeurs, de l'acceptation et de la conception de services. Cette focale nous a permis de discuter des relations entre les différents concepts.

Dans une deuxième partie de ce Chapitre 16, nous avons discuté du second concept clé, au cœur de notre recherche : l'expérience. Nous avons décrit les liens entre l'expérience et les systèmes de valeurs. Nous avons montré que les écarts entre l'acceptabilité et l'acceptation pouvaient être expliqués par les analyses des expériences et des valeurs ; illustrant ainsi les intérêts des approches expérientielles pour la conception.

Enfin, dans une troisième partie, nous avons proposé une ouverture vers deux concepts qui gravitent autour des valeurs et des expériences, notamment dans la perspective de concevoir des systèmes autonomes intelligents : l'agentivité et l'identité.

L'agentivité des différents acteurs a été approchée au cours de la présente recherche. Nous avons discuté les liens entre ce concept, l'organisation des systèmes de valeurs des acteurs et l'acceptation d'une technologie autonome.

Nous avons aussi formulé l'hypothèse selon laquelle l'identité humaine pourrait être appréhendée comme un système composé de plusieurs micro-identités associées à des systèmes de valeurs particuliers. Ce système identitaire évoluerait au fil des expériences que vit l'individu. L'identité

⁴⁰ En 2016, l'intelligence artificielle développée par Microsoft est devenue néonazie en 16 heures
<http://www.parismatch.com/Vivre/High-Tech/Comment-l-intelligence-artificielle-de-Microsoft-est-elle-devenue-neo-nazie-en-moins-d-un-jour-Tay-935963>

d'un individu pourrait alors être en partie inférée par la construction de ses expériences vécues et par l'analyse de ses systèmes de valeurs en acte.

Nos différentes discussions nous ont permis d'élaborer - au fil de ce Chapitre 16 - de nombreuses perspectives de recherches et de conception (conception de NA, de VA et d'IA).

Chapitre 17 : complexité de la définition d'un modèle de sécurité pour les systèmes de transport par NA

Parmi les objectifs majeurs de cette recherche/action nous cherchions à projeter la place de l'humain dans la gestion des systèmes de transport par NA et plus généralement des systèmes de transport autonomes, voire des systèmes autonomes. Nous ambitionnions également de définir les conditions d'une sécurité acceptable pour les NA et plus généralement pour l'ensemble des véhicules routiers autonomes (VA).

Le Chapitre 17 est structuré comme suit :

1. Place de l'humain dans la conception et gestion d'un service de transport autonome
 - 1.1. Engagement humain
 - 1.2. Dialectique réglé/géré
 - 1.3. Allocation de fonctions située, dynamique et systémique
2. Conditions d'une sécurité acceptable pour les NA
 - 2.1. Inscription des NA dans un des modèles de sécurité d'Amalberti
 - 2.1. Cycles de vie des systèmes de transport par NA et VA

1. Place de l'humain dans la conception et gestion d'un service de transport autonome

1.1. Engagement humain

Nous avons montré que le fait de confier aux régulateurs, durant la phase d'implantation, certaines fonctions destinées à devenir automatisées pouvaient servir l'optimisation de la conception du système autonome. Par leur intelligence (leur capacité à s'adapter), leur sensibilité, leur propension à habiter les situations, à percevoir un grand nombre de critères de performance, à hiérarchiser leurs valeurs de façon située et dynamique, les régulateurs humains effectuent des choix originaux, des découvertes, des usages innovants avec la technologie (Rabardel, 1995).

Les situations critiques révélées par la construction des expériences vécues et l'analyse des conflits de valeur en acte des régulateurs, traduisent certains impensés des phases antérieures de la conception (cf. Partie V). Les arbitrages des régulateurs permettent de projeter des leviers d'action multidimensionnels (cf. Annexe 2).

Ainsi, alors que les accompagnants avaient été intégrés aux expérimentations des NA *par défaut* (du fait de contraintes juridiques et parce que la technologie n'était pas suffisamment fiable), les analyses résultant de la présente recherche nous amènent aujourd'hui à conseiller à tout concepteur de technologies fortement automatisées (comme les robots par exemple), d'introduire systématiquement des humains dans les phases expérimentales.

Nos résultats confirment l'humain en tant qu'*agent de fiabilité* (cf. Chapitre 6(2)) et l'intérêt de tenir cette posture dans la conception. Leplat (2016, p. 2), qui résume l'œuvre de Dekker (2015), prône : « *une conception qui voit les gens comme source de diversité, de perspicacité, de créativité et de sagesse concernant la sécurité, et non comme sources de risque qui sapent un système qui serait sûr autrement* ».

Cette posture conduit à une autre lecture des erreurs humaines. Pour rappel, certains auteurs comme Fagnant and Kockelman (2013) affirment que 90% des accidents de la route sont liés à des défaillances humaines. Les auteurs déduisent de cette affirmation que les VA feront baisser le nombre d'accidents de la route dans les mêmes proportions.

Nos résultats tendent à nuancer ces perspectives :

- D'abord parce que nous avons montré que les agents humains contribuaient à éviter certaines situations critiques et à minimiser les effets de ces situations sur les différents critères de performance du système. Autrement dit, sans les régulateurs, il y aurait probablement eu plus d'incidents, voire des accidents.
- Ensuite, parce que dans les situations critiques - du fait même de la définition que nous avons attribué à ces situations - l'agent humain est contraint de faire un compromis sur une ou plusieurs de ses valeurs donc sur un ou plusieurs des critères de performance du système. L'agent humain est donc obligé de faire une erreur ou de prendre un risque (dont il ne maîtrise pas totalement l'issue). Lorsque le conflit de valeur met en balance la sécurité et que les enjeux perçus par l'agent dans la situation l'amènent à sacrifier cette valeur, alors il peut être tenu pour responsable de l'accident qui surviendrait. Toutefois, est-ce que le simple fait de se déplacer en voiture ne constituerait pas un sacrifice de sa sécurité au vu de la nature même de cette activité ?

Même des erreurs « *d'inattention* » sont les conséquences d'un arbitrage préalable. Amalberti et Deblon (1992) ont montré que les pilotes de chasse s'autorisaient à quitter le contrôle immédiat de leur avion de combat, quitte à faire des erreurs, pour s'investir dans des raisonnements complexes ou pour se relaxer. Le travail que nous avons effectué sur les directions de regard des accompagnants a montré que le novice faisait preuve d'une vigilance permanente pluridirectionnelle. Le novice était debout dans la NA et prêt à intervenir à tout moment. De son côté, l'expert s'autorisait à effectuer d'autres tâches moins sollicitantes d'un point de vue cognitif (consulter son téléphone, discuter avec le chercheur...) et physiologique (il était en général assis dans la NA). En revanche, dans certaines zones du parcours, vis-à-vis de certains événements, l'expert était extrêmement concentré et, d'une manière générale, probablement plus performant. Pour Hoc et al (2004, p. 17) : « *la cognition doit en permanence faire des choix sur ses priorités : gestion immédiate de l'activité, investissement à moyen ou long terme dans la compréhension, gestion de la fatigue, etc.* ». De ce point de vue, l'automatisation devrait supprimer une des causes d'arbitrage puisque les robots ne devraient pas se « *fatiguer* » au sens biologique du terme.

Même si nous avons montré que la possibilité de prendre des initiatives, pour les régulateurs (les travailleurs, les conducteurs et peut-être – demain – les IA), était indispensable au fonctionnement d'un système, il n'est pas possible de laisser chacun faire comme il l'entend. Les erreurs, les prises de risque doivent être encadrées pour éviter des dérives individuelles et collectives (voire celles des IA). Comme l'écrivent Nascimento et al. (2013, p. 1) : « *il faut à la fois permettre le jeu raisonné sur les règles et son encadrement de façon appropriée, c'est-à-dire en prévoyant des lieux permettant de débattre des arbitrages effectués. La sécurité se construit en même temps que les compétences se développent, ce qui crée de nouvelles ressources pour agir en sécurité* ».

La nécessité de cadrer et de débattre des arbitrages s'applique donc aussi aux concepteurs et notamment aux concepteurs de VA (puisque'ils participent aux régulations froides). En effet, les différents constructeurs de VA n'optent pas forcément pour les mêmes choix de conception, ce qui pourrait être à l'origine de différents problèmes si des VA aux règles, normes et valeurs différentes, partageaient, un jour, la même voie de circulation⁴¹.

Jusqu'à ce que les IA soient nettement plus développées, ce sont les humains qui devront animer ces débats par le biais d'espaces de régulation (Falzon, 2013) à construire.

⁴¹ <https://www.economist.com/science-and-technology/2018/05/12/how-do-you-define-safe-driving-in-terms-a-machine-can-understand>

1.2. Dialectique réglé/géré

Dans les années 2013 à 2016, les concepteurs des NA (constructeurs puis Leading) affirmaient l'imminence de la « *disparition* » des accompagnants et d'un fonctionnement autonome des NA. Ce positionnement initial des concepteurs entrainait en contradiction avec les conclusions de plusieurs travaux d'ergonomie sur le thème de la place de l'humain dans la gestion des systèmes sociotechniques complexes (Hoc, 1996 ; Clot, 2008 ; Daniellou, Boissieres, & Simard, 2010 ; Amalberti, 2013) ; contradiction qui a été confirmée par les résultats de la présente recherche (cf. Chapitres 13 et 14).

En effet, d'après les analyses expérientielles menées auprès des régulateurs, il apparaît que la performance globale du système de transport par NA repose à la fois sur des dimensions réglées et des dimensions gérées (cf. Chapitres 13 et 14).

Avec l'autonomisation, la dimension gérée ne disparaîtra pas. Clot (2008), en décrivant les processus d'automatisation du métro parisien, avait montré que la disparition des conducteurs du métro n'entraînait pas une allocation de l'ensemble de leurs fonctions à l'automate, mais un transfert d'une grande partie de ces fonctions vers d'autres régulateurs humains, à savoir les superviseurs : « *les régulateurs qui vont se trouver dans le poste de commande central devront assurer plusieurs des fonctions que les conducteurs assument aujourd'hui* » (p. 2).

Nos résultats nous ont conduit au recensement de 3 leviers de gestion future des NA (et probablement des VA en général) : les superviseurs humains, les usagers des sites, les IA.

1.2.1. Gestion par des superviseurs humains

Plusieurs auteurs prédisent que les conducteurs vont devenir des régulateurs avec l'avènement des VA (Brookhuis & al., 2001 ; Banks & al., 2014 ; McBride & al., 2014 ; Lin, 2016 ; Favaro, Eurich & Nader, 2018 ; Grane, 2018). Brookhuis et al. (2001), affirment que l'humain sera toujours indispensable à la supervision et à la mise en place de « *différents ajustements* » (donc aux régulations). Pour McBride et al. (2014), le conducteur placé derrière le volant devra détecter, comprendre et corriger les erreurs.

Comme le développement empirique des NA l'a montré, la supervision humaine devrait en partie avoir lieu depuis l'extérieur des véhicules (hôtesses aux arrêts, superviseurs en salle de contrôle).

D'ailleurs, des chercheurs avec lesquels nous collaborons depuis le début du projet ont participé à la rédaction du rapport Athéna portant sur les impacts des VA (2017). Ce rapport préconise l'intervention d'un gestionnaire (ou superviseur) à distance, dans des modalités qui sont encore à définir.

1.2.2. Gestion par les usagers des sites

Bien que cet aspect n'ait pas été spécifiquement développé au cours de nos recherches du fait des limites méthodologiques précédemment évoquées, les usagers des sites où ont été déployées les NA participaient à l'évitement et aux régulations des situations critiques. Par exemple, sur la Figure 57, une dame a pris dans ses bras son enfant et s'est écartée de la voie de circulation de la NAv1. Cette action a eu pour effet d'éviter à la NAv1 et ses passagers un ralentissement et une perte de temps (lorsqu'un piéton passe trop près des NA, elles ralentissent). Un tel comportement a été observé a



Figure 57 : Piétonne qui s'écarte avec son enfant évitant ainsi un ralentissement de la NAv1

de nombreuses reprises et le motif de ne pas ralentir les NA était parfois verbalisé par les piétons.

Sur la Figure 58, un conducteur engagé sur un tronçon unique, a perçu l'arrivée de la NAv2 en sens inverse. Comme, la NAv2 n'était pas encore engagée sur le tronçon, le conducteur de la voiture aurait eu la priorité dans un rapport humain-humain. Cependant, ce dernier s'est ici rangé pour permettre le passage de la NAv2 et éviter un blocage de la circulation. L'accompagnant présent à bord de la NAv2 au moment de cette action nous a expliqué que lors des premières semaines d'exploitation, de nombreuses situations de blocage avaient eu lieu sur ce tronçon unique.



Figure 58 : Conducteur qui se range pour laisser la priorité à la NA et éviter ainsi un blocage de la circulation

En effet, les NAv2, n'ont pas les capacités d'anticiper les situations de blocage (par exemple en s'arrêtant plus tôt) ou de les réguler (par exemple en faisant marche arrière). Au fil des semaines, les conducteurs habituels ont « appris » le fonctionnement des NAv2 et se sont mis à participer aux régulations/anticipations des situations critiques.

Ces analyses nous ont conduit à transmettre des spécifications à la Leading allant dans le sens d'une amélioration de la compréhension mutuelle des comportements des usagers des sites et des NA.

Le constructeur Ford a expliqué travailler sur la question de la communication entre les VA et leur environnement humain⁴² : « les chercheurs ont d'abord imaginé un panneau d'affichage sur lequel un texte défilerait, mais cela impliquerait que tout piéton puisse comprendre le message affiché. En effet, les enfants qui ne savent pas encore lire, les différentes langues au sein d'un même pays ont notamment écarté cette première idée. L'utilisation de symboles ensuite envisagée, n'a pas été retenue car ils sont trop souvent mal interprétés par les usagers. Finalement, c'est un système de signaux lumineux qui s'avère le plus efficace et compréhensible par le plus grand nombre ».

1.2.3. Gestion par les IA

Comme cela a été développé dans le Chapitre 16, lorsque les technologies NA/VA seront dotées d'IA performantes, ces IA auront la capacité de prendre des initiatives, de faire face aux imprévus, d'apprendre de leurs erreurs et donc de gérer la sécurité et la performance globale du système.

De Visser, Pak et Shaw (2018) proposent de changer de paradigme et repenser la relation homme-machine dans le cadre de machines complètement automatisées. Selon les auteurs, les machines doivent collaborer, faire équipe (« teaming »), avec les passagers des véhicules. Les auteurs prennent en exemple une voiture autonome en conception qui a la capacité de s'excuser auprès des passagers lorsqu'elle franchit trop régulièrement les lignes sur une autoroute où le trafic est dense. La voiture autonome demande au conducteur son avis, s'il préfère rester sur la même ligne, ou non. Elle le rend agent.

Au vu des développements précédents, nous sommes en accord avec la proposition de Visser, Pak et Shaw. Nous la compléterions toutefois en pointant la nécessité, pour les VA, de collaborer au-delà de leurs passagers, avec l'ensemble du système dans lequel ils se meuvent, c'est-à-dire : les

⁴² <https://www.thewebconsulting.com/media/item/564-comment-vehicules-autonomes-et-pietons-vont-ils-communiquer-dans-le-futur>

autres usagers et l'ensemble du système technologique (comme les feux de circulation, les autres VA, les GPS des différents usagers de la route, les stations météorologiques, etc.).

1.3. Allocation de fonctions située, dynamique et systémique

L'allocation de fonction ne consiste pas en un simple transfert des tâches réalisées par les humains, vers les automates. L'allocation de fonction semble, en effet, partager des propriétés des activités, valeurs et arbitrages des régulateurs, ainsi que de l'acceptation qu'ils favorisent, à savoir qu'elle pourrait être : située, dynamique et systémique.

Dekker (2015, p. 207) nous semble défendre également ce point de vue : « *L'idée qu'il est possible de remplacer le travail humain par l'automatisation sans autre conséquence (autres qu'une plus grande sécurité ou efficacité) est fondée sur des hypothèses tayloristes relative à la décomposition du travail en composantes à répartir entre l'homme et la machine. (...). Cette introduction change les tâches qu'elle est destinée à assister ou supprimer. (...). La nouvelle technologie n'est pas la manipulation d'une simple variable dans un système qui reste stable par ailleurs. La nouvelle technologie entraîne des transformations dans les pratiques humaines et sociales et le mode d'adaptation de l'homme* ».

Lin (2016) explique que le nombre de régulations humaines est lié à la complexité de l'environnement qui entoure le VA. Par exemple, d'après l'auteur, plus nombreux sont les usagers avec lesquels un VA partage la route, et plus le régulateur du VA intervient. Certains de nos résultats corroborent ce point de vue, puisque l'activité sur le site du Congrès (où l'affluence d'usagers était très forte) nécessitait la présence d'une hôtesse à chaque arrêt, contrairement aux autres sites où l'accompagnant pouvait gérer seul les montées et les descentes des usagers. De même, c'est sur le site du Campus suisse, sur lequel nous avons dénombré la plus grande diversité de catégories d'usagers en interaction avec les NA, que nous avons aussi comptabilisé le plus de situations critiques différentes. A l'inverse, c'est sur le site du Congrès, sur lequel nous avons dénombré la moins grande diversité de catégories d'usagers en interaction avec les NA, que nous avons aussi comptabilisé le moins de situations critiques différentes.

Les besoins en termes d'allocation de fonction sont donc différents en fonction de la spécificité des sites (au sens large : architecture, affluences, niveau d'expertise des superviseurs, caractéristiques des utilisateurs, etc.). L'allocation de fonction doit être située. Les besoins en termes d'allocation de fonction sont liés aux caractéristiques du système social dans lequel est implantée la technologie. L'allocation de fonction doit être associée à une analyse systémique.

D'autres travaux montrent que le niveau d'allocation de fonction est également lié au degré d'automatisation (Rovira, Pak & McLaughlin, 2016). Avec l'automatisation, le fonctionnement des VA devrait être de plus en plus réglé et de moins en moins géré. C'est l'allocation de fonction qui permettra cette évolution progressive du ratio réglé/géré. L'allocation de fonction est donc dynamique.

Pour Morel, Chauvin, Rossi et Berruet (2008, p. 3), la programmation d'une allocation de fonction dynamique est : « *l'étape la plus importante des processus de conception* » et vise à définir : « *ce qui doit être automatisé, quand et comment il faut automatiser* ».

D'autres auteurs (Kaber & Endsley 2004 ; Sauer, Chavaillaz & Wastell, 2016) entendent par « *dynamique* » la possibilité d'allouer, dans le cours de l'action, tantôt la tâche à l'humain, tantôt la tâche à l'automate. Ils parlent d' « *adaptable* » ou « *adaptive automation* ».

Allocation de fonctions et évolution des compétences

Avec l'automatisation et l'allocation d'une partie de leurs fonctions vers l'automate, les compétences des humains vont évoluer. Certaines compétences vont se développer, d'autres vont disparaître.

Banks et al. (2014) projettent ainsi une bascule des futures activités de conduite des VA depuis l'exécution d'une tâche physique vers l'exécution d'une tâche mentale.

De nouvelles compétences vont devoir être développées par les régulateurs des VA. Parmi ces régulateurs, figureront probablement les passagers des NA. Les nouvelles compétences en question seraient de natures « techniques », « numériques », « cognitives », « sociales et situationnelles » et pourraient impacter l'ensemble de notre société, y compris notre système scolaire.⁴³

Strauch (2017), pointe un déséquilibre entre la complexité des fonctionnalités des automates et les compétences des utilisateurs. Selon lui, le manque d'expertise des utilisateurs est un facteur clé à l'origine de leurs erreurs et de leurs accidents.

Des compétences vont également être perdues avec l'allocation de fonction vers les automates. Amalberti, (2013) identifie ainsi, un paradoxe vis-à-vis de l'évolution d'une posture d'opérateur vers une posture de superviseur. Selon lui, plus l'humain est en supervision plus il perd des connaissances expertes de régulation des situations exceptionnelles. Ruault (2013, p. 36), à propos de l'analyse de l'accident de l'AF 447, Rio-Paris, montre que les pilotes n'ont pas compris la situation de décrochage dans laquelle ils étaient « dans la mesure où les informations présentées sur l'IHM étaient incohérentes, ne leur permettant pas d'élaborer une représentation mentale, un modèle conceptuel, de l'avion en situation ».

Les situations de défaillance des automates sont sources de multiples biais pour les analyses de leurs superviseurs (Manzey, Reichenbach & Onnasch, 2012).

Ainsi plusieurs auteurs (Strand & al., 2014 ; Richards & Stedmon, 2016 ; Lin, 2016 ; Grane, 2018) sont sceptiques quant à la possibilité pour un conducteur/passager non engagé dans la situation de conduite (et probablement engagé dans une autre activité), de détecter, analyser et réguler des situations où l'automate serait en échec.

Au regard des limites ici pointées, il n'apparaîtrait pas cohérent d'attribuer la responsabilité des régulations chaudes aux passagers des VA qui ne seraient pas des professionnels compétents en la matière. Cela viendrait en contradiction avec deux enjeux majeurs inhérents à la conception des VA : libérer les passagers des tâches de la conduite et rendre accessible le transport au plus grand nombre (malvoyants, malentendants, personnes âgées, des personnes en état d'ébriété, des personnes à mobilité réduite, enfants, etc.).

Lin (2016) précise d'ailleurs que de nouveaux prototypes de VA dans lesquels les passagers ne pourront reprendre la conduite en mode manuel, sont actuellement en conception.

2. Conditions d'une sécurité acceptable pour les NA

Le seuil d'acceptabilité en matière de sécurité n'est pas une donnée universelle, mais le produit d'une construction sociale (cf. Chapitre 7(1)). En cherchant, au cours de nos investigations, à caractériser la dialectique « réglé/géré » du système de transport par NA, et à positionner la valeur sécurité au sein des systèmes de valeurs des différents acteurs, nous pouvons ici discuter :

- 2.1. De l'inscription du système de transport par NA dans un des 3 modèles de sécurité d'Amalberti
- 2.2. Des cycles de vie des systèmes de transport par NA et VA

2.1. Inscription des NA dans un des modèles de sécurité d'Amalberti

Selon Amalberti (2013), plusieurs modèles de sécurité coexistent : le modèle de la résilience, le modèle HRO (High Reliability Systems), le modèle de l'ultrasécurité. Et tout système

⁴³ Rapport Automatisation, numérisation et emploi, Tome 2, 2017

sociotechnique doit s'inscrire dans un de ces modèles - ce qui inclut les NA et les VA (cf. Chapitre 7(2)).

Chacun des 3 modèles de sécurité d'Amalberti a son propre rapport à la sécurité et à la dialectique réglé/géré.

Nos résultats révèlent un décalage dans le positionnement de la sécurité entre les concepteurs et les accompagnants (cf. Chapitre 14(2)). Les premiers placent cette valeur comme prioritaire, ne pouvant souffrir « *d'aucun compromis* ». Les seconds articulent la sécurité avec d'autres valeurs concurrentes.

Nos résultats ont également révélé un décalage entre le ratio géré/régulé perçu par les concepteurs et le ratio géré/régulé issu de nos analyses (cf. Chapitres 13 et 14).

Des dilemmes nous semblent alors apparaître lorsque l'on confronte nos résultats avec les 3 modèles de gestion du risque d'Amalberti.

2.1.1.NA, VA vs. modèle de la résilience

La résilience organisationnelle est une notion qui a fait l'objet de nombreux développements depuis les années 2000 (Hollnagel et al., 2006 ; Woods, 2006 ; Hollnagel, et al., 2010 ; Neyns, 2011). Daniellou, Simard et Boissières (2010, p. 21), en reprenant les termes d'Hollnagel et al. (2006), définissent la résilience d'une organisation comme sa capacité à « *anticiper, détecter précocement, et répondre adéquatement à des variations du fonctionnement du système par rapport aux conditions de référence, en vue de minimiser leurs effets sur sa stabilité dynamique* ». Pour Ruault (2013, p. 36), la résilience désigne : « *la capacité d'un système sociotechnique à s'ajuster face à des événements perturbateurs, à s'y adapter et à apprendre les règles d'adaptation adéquates, quand les perturbations sont en dehors du périmètre spécifié des mécanismes d'adaptation du système, c'est-à-dire des menaces irrégulières et des menaces sans précédent* ». La résilience concerne donc ce qui ne peut pas être anticipé (Luzeaux, 2011).

Hollnagel, Journé et Laroche (2009) positionnent la résilience comme une dimension essentielle de la performance organisationnelle. Des liens entre résilience organisationnelle et performance sont particulièrement prégnants dans un système complexe et dynamique comme celui du trafic routier et, a fortiori, celui des véhicules routiers autonomes (Payre, 2015).

Si l'on se réfère aux travaux d'Amalberti (cf. Chapitre 7), les NA et les VA semblent – dans l'état de leur développement actuel – partager des caractéristiques du modèle de la résilience.

En effet, à travers nos résultats, nous avons montré que :

- de nouvelles situations critiques émergeaient sur chacun des sites où étaient déployées les NA, du fait, justement, des environnements complexes et dynamiques (cf. Chapitre 13(1)). Contrairement au métro, il ne semble pas envisageable d'installer des barrières de plexiglas le long des voies pour éviter l'exposition aux aléas ; et l'objectif des VA de niveau 4 n'est pas uniquement de rouler sur des autoroutes ou des environnements « *aseptisés* » ;
- les « *menaces* » qui pesaient sur les systèmes complexes dans lesquels étaient déployées les NA pouvaient toucher plusieurs de leurs critères de performance. L'analyse des valeurs des régulateurs et des usagers des sites a ainsi montré que la sécurité était en balance avec d'autres valeurs inhérentes à la performance du système. Dans plusieurs situations, les régulateurs et les usagers préféraient sacrifier la sécurité aux dépens des autres valeurs en question (cf. Chapitres 13 et 14) ;
- les barrières de sécurité techniques et procédurales (donc la sécurité réglée) étaient insuffisantes pour faire face aux menaces qui pesaient sur le système et que de nombreuses régulations (donc la sécurité gérée), étaient effectuées par les régulateurs. D'ailleurs, grâce à l'analyse du rapport qu'entretenaient les régulateurs avec la valeur

« *respect des procédures* », nous avons constaté que les procédures étaient régulièrement inadaptées à l'atteinte de la performance selon les régulateurs. Par leur activité, les régulateurs dés(ré)équilibraient le ratio réglé/géré pensé par la Leading (cf. Chapitre 14), en faveur des dimensions gérées. Ainsi, par leurs prises d'initiatives, les régulateurs amélioreraient la performance du service et l'acceptation de la technologie ;

- Les accidents faisaient (ou « *feraient* ») peu de victimes, à l'instar des systèmes sociotechniques appartenant au modèle de la résilience.

2.1.2. NA, VA vs. modèle de l'ultrasécurité

Le modèle de l'ultrasécurité semble être le modèle dominant et implicite de la sécurité pour les pilotes des projets de conception de nouvelles technologies (Coutarel et al., 2016). Par de nombreux aspects, la conception des NA semble s'inscrire dans cette logique de l'ultrasécurité :

- l'analyse de la valeur *sécurité* portée par les concepteurs de la Leading indique une exclusion de toute prise de risque de leur part (cf. Chapitre 14) ; tout comme dans l'aviation civile, les transports ferroviaires, le métro, qui s'inscrivent dans le modèle de l'ultrasécurité (cf. Figure 15) ;
- l'analyse des tâches transmises par la Leading, aux régulateurs ; l'analyse des remontées d'informations des régulateurs vers la Leading ; et l'analyse des représentations des concepteurs de la Leading sur les régulations chaudes effectuées par les régulateurs, témoignent de la priorité donnée par la Leading à un fonctionnement réglé du système. Les concepteurs de la Leading semblent positionner l'humain comme agent d'infiabilité, et ne pas compter sur les prises d'initiative des régulateurs pour assurer la performance du service (cf. Chapitre 14(1.3.3)). Un tel ratio réglé/géré est caractéristique des modèles de l'ultrasécurité (Amalberti, 2013) ;
- l'opinion publique semble particulièrement sensible aux accidents de VA (cf. Chapitre 16). Comme pour les systèmes sociotechniques appartenant au modèle de l'ultrasécurité, les accidents font l'objet d'une forte pression médiatique⁴⁴. Une étude de l'AAA (American Automobile Association) montre que la confiance du consommateur dans les VA a chuté après la forte médiatisation d'accidents mortels de la route. Près des trois quarts des américains déclarent maintenant qu'ils ont trop peur pour monter à bord d'un VA^{45,46}.
- l'exploitation à grande échelle des VA nécessitera l'édiction de règles communes limitant les libertés d'action des automates et de leurs superviseurs⁴⁷.

2.1.3. NA, VA vs. modèle HRO

Certaines des qualités du système de transport par NA pourraient aussi le rendre compatible au modèle HRO :

- pour les accompagnants, il semble que : « *le risque n'est pas recherché mais il fait partie du métier* » (Amalberti, 2013, p. 99). La sécurité est une valeur essentielle, exprimée par la totalité des accompagnants. En revanche, cette valeur sécurité est régulièrement sacrifiée afin de préserver d'autres valeurs inhérentes à la performance du service (cf. Chapitres 13 et 14) ;

44 <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-05-22/fear-of-robot-rides-rises-following-high-profile-roadway-deaths>

45 <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-05-22/fear-of-robot-rides-rises-following-high-profile-roadway-deaths>

46 <https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/voiture-voiture-autonome-uber-logiciel-mal-regle-origine-accident-mortel-70587/>

47 <https://www.economist.com/science-and-technology/2018/05/12/how-do-you-define-safe-driving-in-terms-a-machine-can-understand>

- le modèle HRO se caractérise par l'engagement des groupes d'opérateurs dans la gestion de la sécurité. Les groupes en question ont les compétences pour « *appliquer des procédures* » mais aussi pour « *percevoir les variations de contexte et s'adapter* » (Amalberti, 2013, p. 100). Même si l'engagement des groupes ne caractérise pas l'activité des régulateurs des NA, nous avons parfois - au cours de nos investigations - vu les régulateurs collaborer entre eux, construire des règles de métier, décider de régulations collectives (cf. Chapitres 14). Nous pourrions également imaginer, au vu des précédents développements sur le thème de l'allocation de fonction dynamique, que les passagers des NA et VA, pourraient, à l'avenir, « *faire équipe* » avec l'automate et/ou avec un superviseur.

Le système de transport par NA a ainsi des caractéristiques communes avec les 3 modèles de gestion du risque. Mais, par conséquent, ce système de transport innovant ne peut être assimilé à aucun des 3 modèles de gestion du risque existants :

- les concepteurs semblent avoir sous-estimé le besoin de résilience du service de transport par NA ; le fait qu'un certain nombre de critères de performance du service devront être gérés de façon dynamique et située. Le modèle de l'ultrasécurité est donc aujourd'hui inadapté aux NA et VA ;
- l'opinion publique ne semble pas prête à normaliser les accidents des VA et à accepter un risque à cette étape de découverte de la nouvelle technologie. L'exploitation, à grande échelle, des VA nécessitera l'édiction de règles communes limitant les libertés d'action des automates et de leurs superviseurs. Le modèle de l'ultrasécurité, qui prône la liberté d'action des régulateurs et qui tolère une relative prise de risque est donc aujourd'hui inadapté aux NA et VA ;
- l'essence même des technologies autonomes est de libérer l'humain de la gestion de tâches qu'il réalisait auparavant. Le modèle HRO, qui se caractérise par l'engagement des groupes d'opérateurs, est donc aujourd'hui inadapté aux NA et VA.

L'inadéquation entre les systèmes de transport par NA et VA et les modèles de sécurité d'Amalberti pourraient s'expliquer par l'immaturation de la technologie. Pour vérifier cette hypothèse, nous mobilisons, dans le prochain paragraphe, les travaux d'Amalberti (2013) sur les cycles de vie des systèmes à risque.

2.2. Cycles de vie des systèmes de transport par NA et VA

En mettant en perspective le modèle des cycles de vie des systèmes à risque d'Amalberti (cf. Figure 16) avec le présent projet de conception de NA, nous soulevons une dissonance fondamentale, à savoir la précocité de la pression médiatique envers la sécurité de ce mode de transport innovant. Plusieurs raisons nous semblent expliquer ce phénomène :

- D'abord, le niveau de médiatisation est immensément plus développé actuellement qu'aux moments des naissances des systèmes à risque cités dans cette recherche. L'information est aujourd'hui un marché planétaire. Le dramatique et le sensationnel sont valorisés. Le développement des smartphones permet, à n'importe qui, en tout lieu et en tout temps d'enregistrer une information. Les VA n'ont donc pas les mêmes chances que les avions ou les voitures, à leur époque, de commettre des « *erreurs discrètes* » qui n'influenceraient pas leur image auprès du public.
- L'ère de l'innovation que nous vivons actuellement expose chaque projet à une forte concurrence. Cette concurrence est exacerbée dans le cadre des VA qui constituent probablement un des projets d'innovation les plus importants de l'humanité (notamment parce qu'ils vont permettre un développement considérable des IA). L'analyse des valeurs des concepteurs de la Leading a illustré la pression de la commercialisation que les porteurs du projet subissaient. D'après nos résultats, l'enjeu de commercialisation

semblerait d'ailleurs passer devant celui de la conception d'un service de qualité, aux yeux de la Leading.

- Ainsi, les premières étapes du cycle de vie du système se sont probablement chevauchées :
 - D'après Amalberti (2013), les premiers accidents ne touchent, en général, que les inventeurs. Or, ici, les premiers accidents mortels de VA touchent aussi des usagers des voies publiques qui ne savaient pas qu'ils participaient à une expérimentation. En testant, si tôt dans le processus de conception, leurs VA sur des voies publiques partagées, les constructeurs américains ont probablement tronqué la première étape du cycle de vie du système. En ce sens, les NA françaises et les autorités publiques de la plupart des autres pays où sont construits des VA, ont davantage respecté la phase d'innovation.
 - De même, la phase de commercialisation des NA nous semble avoir débuté de façon très précoce, selon nous en 2015, alors que la phase d'innovation était encore inaboutie. Comme l'a décrit Amalberti (2013, p. 12), au stade de la commercialisation « *la recherche très amont est freinée, les inventeurs sont gentiment mis dans des positions honorifiques, de fait écartés de l'entreprise pour laisser la place à des ingénieurs et des commerciaux capables de transformer l'idée de départ en produit commercial efficace et fiable* ». Effectivement les ingénieurs clermontois à l'origine du projet ont été écartés en 2015, le constructeur auvergnat a été circonscrit à ses tâches de constructions (alors qu'il avait géré la première expérimentation du CHU). Puis en 2016, notre pôle SHS a également été écarté du projet. Il nous semble qu'en démarrant si rapidement la phase de commercialisation, la Leading s'est privée de formes de créativité. Selon Shalom Schwartz (2006), la sécurité et la conformité - qui sont des valeurs portées par la Leading et caractéristiques de la phase de commercialisation (Amalberti, 2013) - entrent en conflit avec l'innovation et la créativité.
- La nature du risque provoqué par les VA apparaît moins acceptable que celui provoqué par les voitures. Trois facteurs nous semblent pouvoir expliquer cela :
 - Le premier est lié à la perception de contrôle, à ce que nous avons aussi appelé « *l'agentivité* ». Selon Neyns (2011), lorsqu'un risque est choisi et non subi, lorsque l'on a le sentiment de pouvoir y échapper (puisque c'est nous-mêmes qui sommes aux commandes), alors nous acceptons davantage ce risque. Au cours de cette recherche, nous avons essayé de vérifier cette dimension de l'acceptabilité du risque appliquée aux NA. L'agentivité et le sentiment d'insécurité ont été très peu perceptibles chez les passagers des NA (cf. Chapitres 12 et 13(3.2)). La faible vitesse des NA, la présence d'un accompagnant (jugée « *avant tout sécurisante* » par 23,4% des usagers, cf. Figure 50), ou encore les limites de l'expérimentation du klaxon (cf. Chapitres 12(3) et 16) pourraient justifier la préservation du sentiment de contrôle dans le cadre de cette expérimentation. En revanche, les analyses expérientielles ont montré que les valeurs « *sécurité* » et « *besoin de contrôle* » étaient régulièrement mobilisées par les régulateurs, et notamment les accompagnants, en situation critique (cf. Chapitres 13 et 14). Les régulateurs n'avaient pas un sentiment de maîtrise totale du risque. Avec la disparition des accompagnants et l'augmentation de la vitesse, les rapports des passagers à l'agentivité et à la sécurité pourraient évoluer dans le même sens.
 - Le choc créé par les premiers accidents de VA pourrait être lié au fait que les victimes n'étaient pas conscientes du risque qu'elles encourraient. Elles ne savaient même pas qu'elles participaient à une expérimentation. Fuller, McHugh

et Pender (2008), montrent d'ailleurs que - dans une situation de conduite automobile - les conducteurs acceptent un niveau de risque qui leur est propre. Puis ils adaptent leur conduite pour maintenir ce niveau-là (en l'occurrence, ils adaptent leur vitesse). Les accidents de voiture sont mieux acceptés en partie parce que les conducteurs connaissent le risque auquel ils sont exposés (Neyns, 2011). Ce qui n'est pas le cas, à ce jour, avec les VA.

- Fischhoff et al. (2000) ont montré que le degré de familiarité du risque influençait son acceptabilité. Pour les auteurs, un risque nouveau est beaucoup moins bien accepté qu'un risque familier. Le choc créé par les premiers accidents de VA pourrait être lié au caractère innovant de l'exposition au risque que ces nouvelles technologies suscitent. Un robot peut désormais tuer un humain en pleine rue.
- La précocité de la commercialisation a sans doute conduit à des erreurs de communication auprès du public vis-à-vis de l'enjeu de sécurité porté par les VA (cf. Introduction (1.4.1 et 1.5.1)). Une des leçons principales d'Amalberti (2013, p. 23) est de *« ne pas dépasser la demande sociétale ni aller trop vite vers l'ultrasécurité »*. Les accidents de VA seront inévitables, probablement nombreux, et d'autant plus inacceptables que cette réalité ne sera pas assumée par les fabricants et les médias.
- Avec les VA, nous assistons, certes, à la naissance d'une technologie, mais surtout à une rupture technologique avec la technologie qui a peut-être le plus marqué notre civilisation : l'automobile. Au vu du nombre de caractéristiques communes avec les voitures, les VA devraient hériter d'une comparaison avec le système automobile qui les aura précédé. Et pour être acceptés, il faudra qu'ils soient plus performants que leurs ancêtres (en référence à des critères de performances probablement très proches des valeurs que nos analyses ont mises en lumière).
- Les trois modèles de gestion du risque d'Amalberti ont été construits sur la base d'analyse de systèmes sociotechniques animés par l'activité humaine. Or les constructeurs de VA ciblent la conception d'un système sociotechnique autonome (sans, ou avec très peu d'activité humaine nécessaire à son fonctionnement) ; qui s'autogère de façon intelligente, artificiellement.

L'inadéquation entre le modèle des cycles de vie des systèmes à risque d'Amalberti et du présent projet de conception de NA, nous conduit à formuler deux hypothèses :

- s'ils souhaitent s'engager dans un des trois modèles de gestion du risque d'Amalberti, les constructeurs de VA et les autorités publiques doivent prendre des virages radicaux ;
- l'innovation de rupture que constituent les VA pourrait nécessiter un développement des modèles actuels de gestion du risque d'Amalberti ; voire la formalisation d'un quatrième modèle.

Conclusion du Chapitre 17

Alors que certains VA semblent avoir dépassé le seuil de sécurité acceptable socialement, les NA sont dans une logique de sur-sécurité et manquent de résilience pour être réellement performantes.

A ce jour, aucun des trois modèles de gestion du risque d'Amalberti ne convient aux NA et VA. La résilience et la sécurité semblent être des critères majeurs d'acceptation des VA. Or ces deux qualités appartiennent à des modèles de gestion du risque qui sont opposés sur l'échelle d'Amalberti (cf. Figure 15).

Le cycle de vie des VA comporte, à ce jour, des inadéquations avec les cycles de vie des autres systèmes à risque modélisés par Amalberti. Le caractère autonome, innovant, des technologies en conception pourrait expliquer ces inadéquations.

Les modèles d'Amalberti ne semblent donc pas pouvoir constituer une référence absolue pour le développement des VA.

Les réflexions engagées dans les Chapitres 16 et 17 nous ont permis d'identifier plusieurs leviers d'acceptation des NA et des VA qui touchent :

1. A la manipulation du seuil de sécurité acceptable du point de vue de l'opinion publique.
 2. Aux développements techniques des VA.
 3. Au degré d'implication de l'humain dans la gestion des systèmes de transport autonomes.
1. L'acceptabilité du risque étant une question de perception, elle peut être influencée. Körber et al. (2018) ont montré que la confiance dans les VA pouvait être manipulée. Les constructeurs doivent revoir leurs stratégies de communication afin d'éviter de devancer la demande en termes de sécurité. Ils doivent préparer l'opinion publique aux futurs accidents ; rendre le risque plus familier, donner des informations sur le fonctionnement des VA pour que les usagers de la route s'approprient les situations d'interactions avec les VA (et deviennent acteurs de ces situations). Pour Amalberti : « *survivre aux accidents est aussi important que de savoir les éviter* » (2013, p. 132).
 2. Les développements techniques des VA devraient permettre à ce système de transport innovant de savoir gérer davantage de situations. Certaines situations qui sont aujourd'hui critiques devraient ainsi disparaître (par exemple, les NA devraient être rapidement capables de dépasser, sans risque, un obstacle présent sur la voie). Si les concepteurs suivent nos recommandations, les VA devraient être habités par des systèmes de valeurs situés, dynamiques et prenant en compte l'ensemble des valeurs des systèmes sociotechniques dans lesquels ils seront immergés. La sécurité sera une des valeurs principales des VA, mais elle devra être articulée à d'autres valeurs pour constituer une technologie résiliente et acceptée (Monéger et al., 2018, à paraître).
 3. Le ratio géré/réglé devrait évoluer avec les progrès techniques des VA, des IA. L'allocation de fonctions devrait être dynamique et située :
 - elle sera probablement différente d'un site à un autre ; liée à la nature du système de transport (elle sera certainement différente entre un véhicule individuel et une navette de transport en commun) ;
 - les humains, co-gestionnaires du fonctionnement du système, devront développer des compétences de supervision et des moyens devront leur être attribués : salle de contrôle, possibilités de communications avec les VA, avec les autres véhicules non autonomes (et d'une manière générale, avec leurs environnements qui vont devenir de plus en plus intelligents et connectés) ;
 - dans la perspective d'une acceptation dynamique de la part usagers des sites, des précautions devront être prises en termes : de communication, d'implication des populations dans la conception des services, de création d'espaces de dialogue sur la sécurité/la qualité (Falzon et al., 2014) et les autres valeurs en jeu, peut-être également en associant davantage de régulateurs humains dans les premiers temps de l'exploitation (présence d'un accompagnant à bord des NA, d'hôte(sse)s aux arrêts...). Comme l'a démontré la présente recherche, l'association de régulateurs dans les premiers temps du déploiement de la technologie peut permettre des retours d'expériences particulièrement précieux.

Conclusion générale

Au cours de cette thèse, nous avons démontré l'intérêt d'analyser les expériences vécues et les valeurs des individus dans une perspective de conception d'un système de transport par navettes autonomes, sûr et accepté (Thèse générale).

Nous avons d'abord confirmé la pertinence d'articuler les approches en termes d'acceptabilité et d'acceptation dans un processus de conception de technologie innovante (Thèse intermédiaire I). Les études d'acceptabilité permettent d'identifier des axes de développement d'une technologie en amont des premiers usages observables. Toutefois, ces études d'acceptabilité ne révèlent pas nécessairement les phénomènes d'acceptation, qui relèvent de processus dynamiques, situés et systémiques. Alors que les résultats en termes d'acceptabilité des NA (avant utilisation) et d'acceptation (après la première utilisation) étaient « *positifs* » lorsque ces résultats étaient obtenus par l'intermédiaire de questionnaires ; les indicateurs d'acceptation en termes d'affluence étaient « *négatifs* » à l'issue de périodes d'expérimentations dépassant les 68 jours (cf. Chapitre 12).

La focale faite sur les régulateurs des NA a permis d'identifier 19 situations critiques générées par le système de transport autonome en conception. Dans ces situations critiques, les régulateurs sont amenés à arbitrer entre des valeurs en conflits.

La construction des expériences vécues par les régulateurs en situations critiques a montré que leurs systèmes de valeurs étaient dynamiques, situés et influencés par le fonctionnement global du système sociotechnique dans lesquelles elles s'incarnaient (donc systémiques).

Les systèmes de valeurs en acte des régulateurs semblent influencés par les systèmes de valeurs des autres acteurs (passagers, usagers du site non-utilisateurs, exploitants, concepteurs).

Les écarts entre les valeurs déclaratives et les valeurs en acte (qui sont situées, dynamiques et systémiques) permettent d'expliquer, selon-nous, les écarts entre acceptabilité et acceptation (cf. Thèse intermédiaire II). Lorsqu'ils s'engagent dans l'action, lorsqu'ils habitent une micro-identité particulière, les systèmes de valeurs des individus se réorganisent.

Par différents exemples nous avons montré que les régulateurs contribuaient, entre autre, à la qualité du service, à la sécurisation et donc à l'acceptation du système de transport (cf. Chapitre 13).

Les analyses expérientielles menées ont permis d'identifier des déterminants à l'origine des situations critiques rencontrées par les régulateurs et des régularités dans leurs systèmes de valeurs en acte. Nous avons ainsi pu transmettre de nombreuses spécifications aux concepteurs (cf. Chapitre 15) élaborer de nouvelles perspectives de recherches et de conception (conception de NA, de VA et d'IA, cf. Partie VI).

Nos différentes investigations nous ont, enfin, conduit à confirmer l'hypothèse selon laquelle les partenaires concepteurs s'inscrivaient dans une logique de sur-sécurité vis-à-vis des NA (cf. Chapitres 14 et 17).

Le degré d'innovation des VA et des NA interroge les modèles de gestion du risque historiquement robustes en ergonomie (cf. Figures 15 et 16).

Ainsi, la définition d'un niveau de sécurité acceptable pour les VA et NA (cf. Thèse intermédiaire III), introduit un paradoxe en termes d'articulation des enjeux de sécurité et de résilience, tous deux essentiels à leur acceptation.

La place de l'humain dans la gestion des régulations doit être spécifiée. L'allocation de fonctions entre l'Homme, l'automate et les IA devra être dynamique et située pour permettre aux VA et aux NA d'être acceptés (cf. Partie VI).

Bibliographie

- Abercrombie, N., Hill, S. & Turner, B.S. (2000). *The Penguin dictionary of sociology* (4th ed.). London : Penguin.
- Adler, P.A. & Adler, P. (1987). *Membership roles in field research*. Newbury Park, CA: Sage.
- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50, 179-211.
- Ajzen I. (2001). Operation of attitudes. *Annual Review of Sociology*, 52, 27–58.
- Ajzen I. (2002). Perceived behavioural control, self efficacy, locus of control, and the theory of planned behaviour. *Journal of Applied Social Psychology*, 32, 1-20.
- Al-Gahtani, S., & King, M. (1999). Attitudes, satisfaction and usage: Factors contributing to each in the acceptance of information technology. *Behaviour & Information Technology*, 18(4), 277-297.
- Alter, N. (2010). *L'innovation ordinaire*. Paris : PUF.
- Amalberti, R. (1995). Paradoxes de la sécurité des grands systèmes à risque : le cas de l'aéronautique, *Revue Performances Humaines & Techniques*, 78, 45-55.
- Amalberti, R. (2001.a). *La conduite des systèmes à risques*. Paris : PUF.
- Amalberti, R. (2001.b). *L'erreur humaine en perspective*. Risques, erreurs et défaillances : approches interdisciplinaires (Amalberti, R., Fuchs, C. & Gilbert, C.). Publications de la MSH-Alpes, mai 2001, 71-106.
- Amalberti R. (2002). Approche ergonomique des erreurs et des risques. In : Gilbert, C. (dir.), *Risques collectifs et situations de crise : Apports de la recherche en sciences humaines et sociales* (pp. 187-198). Paris : L'Harmattan.
- Amalberti, R. (2007). Ultrasécurité, une épée de Damoclès pour les hautes technologies. *Dossiers de la recherche*, 26, 74-81.
- Amalberti, R. (2013). *Piloter la sécurité : théories et pratiques sur les compromis et les arbitrages nécessaires*. Paris : Springer.
- Amalberti, R. & Deblon, F. (1992). Cognitive modelling of fighter aircraft's control process : a step towards intelligent onboard assistance system. *International journal of Man-Machine Studies*, 36, 639-671.
- Anderson, J., Karla, N., Stanley, K., Sorensen, P., Samaras, C. & Oluwatola, O. (2016). *Autonomous vehicle technology: a guide for policymakers*. Santa Monica : Rand Corporation.
- Arnoud, J. & Perez Toralla, M.S. (2017). L'intervention capacitante : quels enjeux pour la pratique de l'ergonome ? *Activités*, 14-2. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/3042>.
- Asimov, I. (1942). *Runaround: Astounding Science Fiction*. New York : Street & Smith Publications, Incorporated
- Avanzini, P. (2010). *Modélisation et commande d'un convoi de véhicules urbains par vision*. Thèse de doctorat, Université Clermont-Ferrand 2.
- Bach, C., & Scapin, D. L. (2005). *Critères Ergonomiques pour les Interactions Homme-Environnements Virtuels : définitions, justifications et exemples*. (Rapport de recherche n° 5531). Rocquencourt, France : INRIA Rocquencourt.
- Baertschi, B. (2001). La place du normatif en morale. *Philosophiques*, 28, 69-8.
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory : An Agentic Perspective. *Annual Review of Psychology*, 1-26.
- Banks, V.A., Stanton, N.A. & Harvey, C. (2014). Sub-systems on the road to vehicle automation: hands and feet free but not « mind » free driving. *Safety Science*, 62, 505-514.
- Barbier, J.M. (2003). *Valeurs et activités professionnelles*. Actes du séminaire du CRF 208, 115-168. Paris : L'Harmattan.
- Barbier, J.M. (2013). Expérience, apprentissage, éducation. In : Albarello, L., Barbier, J.M., Bourgeois, E. & Durand, M. (dir.) : *Expérience, activité, apprentissage* (pp. 65-92). Paris: PUF.

- Barcellini, F. (2015). *Développer des interventions capacitanes en conduite du changement. Comprendre le travail collectif de conception, agir sur la conception collective du travail*. Habilitation à diriger des recherches, Université de Bordeaux, Bordeaux.
- Barcellini, F. & Caroly, S. (2013). Le développement de l'activité collective. In : Falzon, P. (dir.), *Ergonomie Constructive* (pp. 33-46). Paris : PUF.
- Barcellini, F., Van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développements des activités. In : Falzon, P. (dir.), *Ergonomie constructive* (pp. 191-206). Paris : PUF.
- Barcenilla, J. & Bastien, J. (2009). L'acceptabilité des nouvelles technologies : quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur ? *Le travail humain*, vol. 72(4), 311-331.
- Beaujouan, J. & Escouteloup, J. (2014). Ergonomie et Architecture : contribution des ergonomes à la conception des espaces de vie et de travail. In : *Traité de pathologie professionnelle et de l'environnement*, vol. 9, Philadelphie : Elsevier Masson.
- Béguin, P. (2007). Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir. *Activités*, 4-2. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/1719>.
- Béguin, P. (2010). De l'organisation à la prescription : Plasticité, apprentissage et expérience. In Clot, Y. & Lhuilier, D. (dir.), *Agir en clinique du travail* (pp. 125–139). Paris : Ere.
- Béguin, P. & Rabardel, P. (2000). Concevoir pour les activités instrumentées. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 14, 1-2, 35-54.
- Benureau, F. & Oudeyer, P.Y. (2016). Behavioral Diversity Generation in Autonomous Exploration through Reuse of Past Experience. *Frontiers in Robotics and AI*, 3(8).
- Bernoux, P., & Gagnon, Y-C. (2008). Une nouvelle voie pour réussir les changements technologiques : la coconstruction. *La Revue des Sciences de Gestion*, 232(5), 51-58.
- Bidet, A., Quéré, L., & Truc, G. (2011). Ce à quoi nous tenons. Dewey et la formation des valeurs. In : Bidet, A., Quéré, L., & Truc, G (dir.), *J. Dewey, La formation des valeurs* (pp. 5-64). Paris : La Découverte.
- Bobillier-Chaumon, M.E. (2013). *Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies dans l'activité : Questions et perspectives pour la psychologie du travail*. Habilitation à diriger des recherches, Université de Lyon 2, Lyon.
- Bobillier-Chaumon, M.E. (2016). L'acceptation située des technologies dans et par l'activité : premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du travail et des organisations*, 22 (1), 4-21.
- Bobillier-Chaumon, M.E., Carvalo, S., Tapin-Bernard, F. & Vacherand-Revel, J. (2005). Standardiser ou adapter les interactions personnes-machines ? *Revue d'Interaction Homme-Machine/ Journal of Man-Machine Interaction*, 2(2), 91-129.
- Bobillier-Chaumon, M.E. & Dubois, M. (2009). L'adoption des technologies en situation professionnelle : Quelle articulation possible entre acceptabilité et acceptation ? *Le travail humain*, 72(4), 355–382.
- Bonnefond, J.Y. (2017). Intervention et développement organisationnel en clinique de l'activité. *Activités*, 14-2. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/3014>.
- Bornet, C. & Brangier, E. (2013). La méthode des personas : principes, intérêts et limites. *Le Bulletin de psychologie*, 66 (2), 115-134.
- Boudon R. (2001). *The origins of values : essays in the sociology and philosophy of beliefs*, New York : Transaction Publishers.
- Bourbousson, J. (2010). *La coordination interpersonnelle en basketball*. Thèse de doctorat, Université de Nantes.
- Bourgeois, E., Albarello, L., Barbier, J.M., & Durand, M. (2013). Expérience, activité et apprentissage - contribution. In : Bourgeois, E., Albarello, L., Barbier, J.M., & Durand, M. (dir.), *Expérience, activité, apprentissage* (pp. 1-11). Paris: PUF.
- Brangier, E. & Barcenilla, J. (2003). *Concevoir un produit facile à utiliser. Adapter les technologies à l'homme*. Paris : Édition d'organisation.
- Brangier, E., Dufresne, A. & Hammes-Adelé, S. (2009). Approche symbiotique de la relation humain-technologie : perspectives pour l'ergonomie informatique. *Le travail humain*, 72(4), 333-353.

- Brangier, E. & Bastien, J.M.C. (2010). L'évolution de l'ergonomie des produits informatiques : accessibilité, utilisabilité, émotionnalité et influençabilité. In : Valléry, G., Le Port, M.D. & Zouinar, M. (dir.), *Ergonomie, conception de produits et services médiatisés* (pp. 307-208). Paris : PUF.
- Brangier, E., Hammes-Adélé, S., & Bastien, J.M.C. (2010). Analyse critique des approches de l'acceptation des technologies : de l'utilisabilité à la symbiose humain-technologie-organisation. *European Revue of Applied Psychology. Revue européenne de psychologie appliquée*, 60, 129-146.
- Brangier, E. & Adélé, S. (2013). Evolutions in human technology relationship model : rejection, acceptance and technosymbiosis. *International Journal on WWW/Internet*, 11(3), 46-60.
- Brangier, E. & Robert, J.M. (2013). L'innovation par l'ergonomie : éléments d'ergonomie prospective. *Innovacio*, 1, 1-19.
- Brangier, E. & Robert, J.M. (2014). L'ergonomie prospective : fondements et enjeux. *Le travail humain*, 77(1), 1-20.
- Brookhuis, K.A., De Waard, D. & Janssen, W.H. (2001). Behavioural impacts of advanced driver assistance systems- an overview. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 1(3), 245-253.
- Cahour, B. (2012). *Les émotions vécues, constitutives de l'activité. Cas des interactions de travail et des usages situés. Document de synthèse*. Habilitation à Diriger les Recherches, Université de Picardie, Amiens.
- Cahour, B., Brassac, C., Vermersch, P., Bouraouis, J., Pachoud, B. & Salembier, P. (2007). Étude de l'expérience du sujet pour l'évaluation de nouvelles technologies : l'exemple d'une communication médiée. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1(1), 85-120.
- Cahour, B., & Salembier, P. (2012). The user phenomenological experience : Evoking the lived activity with « re-situating » interviews. Paper presented at the Workshop on : *Theories Behind UX Research and How They are Used in Practice, CHI'2012*. Austin, Texas.
- Canguilhem, G. (1952/2003). *La connaissance de la vie*. Paris : Vrin.
- Canguilhem, G. (1966/2007). *Le normal et le pathologique*, Paris, PUF.
- Canguilhem, G. (2005). *Le Normal et le pathologique, « Essai sur quelques problèmes concernant le normal et le pathologique » (1943)*. Paris, PUF.
- Caroly, S. & Weill-Fassina, A. (2004). Évolutions des régulations de situations critiques au cours de la vie professionnelle dans les relations de service. *Le travail humain*, 67(4), 305-332.
- Caroly, S. & Weill-Fassina, A. (2007). En quoi différentes approches de l'activité collective des relations de services interrogent la pluralité des modèles de l'activité en ergonomie ? *Activités*, 4-1. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/1414>.
- CIGREF & McKinsey (2008). *Dynamique de création de valeur par les Systèmes d'Information. Une responsabilité partagée au sein des Directions des grandes entreprises*. Paris : McKinsey & Company.
- Clot, Y. (2004). Action et connaissance en clinique de l'activité. *Activités*, 1-1. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/1145>.
- Clot, Y. (1997). Le problème des catachrèses en psychologie du travail : un cadre d'analyse. *Le Travail Humain*, 60(2), 113-129.
- Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*, Paris : PUF.
- Clot, Y. & Leplat, J. (2005). La méthode clinique en ergonomie et en psychologie du travail, *Le travail humain*, 4/2005 (Vol. 68), p. 289-316.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. New-York : LEA.
- Cohen, J. (1992). Statistical Power Analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98-101.
- Collerette, P., Legris, P. & Manghi, M. (2006). A successful IT change in a police service. *Journal of Change Management*, 6(2), 159-179.
- Commission Européenne (2011). *Livre blanc : Feuille de route pour un espace européen unique des transports - Vers un système de transport compétitif et économique en ressources*. En ligne : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144>.
- Conein, B. (1998). Les sens sociaux : coordination de l'attention et interaction sociale. *Intellectica*, 1-2, 181-202.

- Contamines, J., George, S., & Hotte, R. (2003). Approche instrumentale des banques de ressources éducatives. *Revue Sciences et Techniques Éducatives (STE)*, 10, 157-178.
- Contissa, G., Lagioia, F. & Sartor, G. (2017). The Ethical Knob: ethically-customisable automated vehicles and the law. *Artificial Intelligence and Law*, 25 (3), 365-378.
- Costalat-Founeau, A. (2008). Identité, action et subjectivité: Le sentiment de capacité comme un régulateur des phases identitaires. *Connexions*, 89(1), 63-74.
- Coutarel, F. (2003). *La résistance du réel pour structurer les modélisations de la santé au travail. Analyse du travail, activité et action sur le travail : interactions entre modèles*. Actes du 38e congrès de la SELF, 451-467. Paris, France.
- Coutarel, F., Monéger, F., Beaujouan, J., Chambon, H., & Rousset, S. (2016). De la sécurité des grands systèmes à risques aux conditions d'introduction des nouvelles technologies : quelles contributions pour l'ergonomie ? In : Christol-Souviron, M., Leduc, S., Drouin, A., & Étienne, P. (dir.), *Performances Humaines et Techniques d'hier à aujourd'hui* (pp.389-398). Paris : Octarès.
- Cru, D.(1988). Collectif et travail de métier. In Dejours, C. (dir.), *Plaisir et souffrance dans le travail* (pp.43-49). Paris : Editions de l'AOCIP.
- Csikszentmihalyi, M. (2000). Flow. In Kazdin A.E. (dir.), *Encyclopedia of Psychology* (Vol. III, pp. 381-382). Washington, DC : Oxford University Press.
- Cuny, A. (2016). *Régulations et marges de manœuvre situationnelles des encadrants de proximité en sous-traitance : un enjeu de prévention des TMS*. Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes.
- Cuny-guerrier, A., Caroly, S., Coutarel, F. & Aublet-Cuvelier, A. (2016). *Une méthode d'analyse des régulations des situations critiques des encadrants de proximité: perspectives pour la prévention des TMS*. Actes du 52ème congrès de la SELF, 75-78. Toulouse, France.
- Curie, J. (2000). *Travail, personnalisation, changements sociaux*. Toulouse: Octarès.
- Curie J. (2002). *L'engagement, ses déterminants et ses effets*. Communication présentée aux 9èmes journées de Bordeaux sur la pratique de l'ergonomie. Bordeaux, France.
- Cuvelier, L., Falzon, P., Granry, J.C. & Moll, M.C. (2009). *La résilience : réorganiser le travail pour faire face à l'imprévu*. Actes du 44e congrès de la SELF, 127-132. Toulouse, France.
- Daniellou, F. (1987). *Les modalités d'une ergonomie de conception : introduction dans la conduite de projets industriels*. Note documentaire 1647,129-87. Paris : INRS.
- Daniellou, F. (2002). Le travail des prescriptions. Actes du 37e congrès de la SELF, 9-16. Aix-en-Provence, France.
- Daniellou, F. (2004). L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In : Falzon, P. (dir.) *Ergonomie* (pp.259-373). Paris : PUF.
- Daniellou, F. (2006). Entre expérimentation réglée et expérience vécue. *Activités*, 3-1. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/1835>.
- Daniellou, F. (2013). L'ergonome et les débats sur la performance de l'entreprise. In : Petit, J. Chassaing, K. & Aubert, S. (dir.), *Des pratiques en évolution* (pp. 321-332). Toulouse : Octarès.
- Daniellou, F. & Rabardel, P. (2005). Activity-oriented approaches to ergonomics : some traditions and communities. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6(5), 353-357.
- Daniellou, F., Simard, M. & Boissières, I. (2010). Facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle : un état de l'art. *Les cahiers de la Sécurité Industrielle*, 2010-02, <hal-00776052>.
- Davis, F.D. (1985). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results*. PHD, MIT, Boston.
- Davis, F.D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- De Keyser, V. (2002). *Qui a peur de l'erreur humaine ?* Bruxelles : Labor.
- De Loor, P., Manac'H, K. & Tisseau, J. (2013). *Intelligence Artificielle Basée sur l'Enaction: et si l'homme était dans la boucle ?* Version Française de l'article « *Enaction-Based Artificial Intelligence: Toward Co-evolution with Humans in the Loop* ». <hal-00654120>.
- Dejours, C. (1995). *Le Facteur Humain*. Paris : PUF.
- Dekker, S.W.A. (2015). *Safety Differently: Human Factors for a New Era*. London : CRC Press.

- De Sardan, J.P.O. (2001). L'enquête de terrain socio-anthropologique. *Enquête*, 8, 63-81.
- De Terssac, G. (1992). *Autonomie dans le travail*. Paris : PUF.
- De Terssac, G. (2012). AUTONOMIE ET TRAVAIL. Dictionnaire du travail, PUF, pp.47-53.
- De Terssac, G., & Mignard, J. (2011). Les paradoxes de la sécurité. Le cas d'AZF. Paris : PUF.
- De Visser, E., Pak, R. & Shaw, T. (2018). From « automation » to « autonomy » : The importance of trust repair in human-machine interaction. *Ergonomics*, DOI: 10.1080/00140139.2018.1457725.
- Dewey, J. (2011). *La formation des valeurs*. Paris : La Découverte.
- Dewey, J. (2012). *Expérience et nature*. Paris : Gallimard.
- Dicioccio, A. (2012). *Articuler sécurité et performance: Les décisions d'arbitrage dans le risque en aéronautique*. Thèse de doctorat, CNAM Paris.
- Di Paolo, E. (2005). Autopoiesis, adaptivity, teleology, agency. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 4, 429-452.
- Di Paolo, E. (2014). Robotique et éinaction. *Revue EP&S*, 362, 10-14.
- Di Paolo, E., De Jaegher, H. & Rohde, M. (2010). Horizons for the enactive mind: values, social interaction, and play. In : Stewart, J., Gapenne, O. & Di Paolo, E. (dir.), *Enaction: Towards a New Paradigm for Cognitive Science* (pp. 33-87). Cambridge : MIT Press.
- Dishaw, M. T. & Strong, D. M. (1999). Extending the technology acceptance model with task – technology fit constructs. *Information & Management*, 36(1), 9-21.
- Docq, F. & Daele, A. (2001). *Uses of ICT tools for CSCL : how do students make as their's own the designed environnement ?* In : Proceedings First European Conference on Computer-Supported Collaborative Learning (pp. 197-204). Maastricht, Netherlands.
- Doise W. & Mugny G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris : Interéditions.
- Doise W. & Mugny G. (1997). *Psychologie sociale et développement cognitif*. Paris : Armand Colin.
- Durkheim É. (1893). *De la division du travail social*. Paris : Alcan.
- Durrive, L. (2010). L'activité humaine, à la fois intellectuelle et vitale. *Travail et Apprentissages*, 6, 25-45.
- Du Tertre, C. (2001). L'économie immatérielle et les « formes de pensée » dans le travail. In : Hubault F. (dir.), *Comprendre que travailler c'est penser, un enjeu industriel de l'intervention ergonomique* (pp.41-52). Paris : Octarès.
- Edmonds, D. (2014). *Would You Kill the Fat Man? The Trolley Problem and What Your Answer Tells Us About Right and Wrong. Why Ethics Matters for Autonomous Cars*. Princeton : Princeton University Press.
- Elias, E. & Bobillier-Chaumon, M.E. (2018). *Prospecter l'acceptation de technologie ambiante pour la conception d'un habitat capacitant*. Actes de la Journée d'étude Activités du 18 mai 2018. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/3210?file=1>.
- Fagnant, D.J., & Kockelman, K. (2013). Preparing a nation for autonomous vehicles : opportunities, barriers and policy recommendations for capitalizing on self-driven vehicles. *Transportation Research Part A : Policy & Practice*, 77, 167-181.
- Falaix, L. & Récopé, M. (2018). « La sensibilité à... » et « l'intime » dans les interactions asymétriques : une approche par les concepts d'éinaction et d'habiter. *Transverse*, 9, 171-191.
- Falzon, P. (2004). *Ergonomie*. Paris: PUF.
- Falzon, P. (2005). Ergonomie, conception et développement. Conférence introductive, 40ème Congrès de la SELF, Saint-Denis, La Réunion, 21-23 septembre 2005.
- Falzon, P. (2013). *Ergonomie Constructive*. Paris, France : PUF.
- Falzon, P., Dicioccio, A., Mollo, V., Nascimento, A. (2014). Qualité réglée, qualité gérée. In : Huillier, D. *Qualité du travail, qualité au travail*. Octarès : Toulouse.
- Favaro, F., Eurich, S., & Nader, N. (2018). Autonomous vehicles' disengagements: Trends, triggers, and regulatory limitations. *Accident Analysis & Prevention*, 110, 136-148.
- Faverge, J.M. (1970). L'homme agent d'infiabilité et de fiabilité du processus industriel. *Ergonomics*, 13(3), 301- 327.
- Février, F. (2011). *Vers un modèle intégrateur « expérience-acceptation » : rôle des affects et de caractéristiques personnelles et contextuelles dans la détermination des intentions d'usage d'un environnement numérique de travail*. Thèse de doctorat, Université Rennes 2.

- Fielding, K. S., Terry, D. J., Masser, B. M. & Hogg, M.A. (2008). Integrating social identity theory and the theory of planned behaviour to explain decisions to engage in sustainable agricultural practices. *British Journal of Social Psychology*, 47, 23-48.
- Filippi, G. & Theureau, J. (1993). Analyzing cooperative work in an urban traffic control room for the design of a coordination support system. In De Michelis, G., Simone, C. & Schmidt, K. (dir.), *Proceedings of the Third European Conference on Computer-Supported Cooperative Work* (pp. 171-186). Milan : Italy.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Fischhoff, B., Slovic, P., Lichtenstein, S., Read, S. & Combs, B. (2000). How safe is safe enough ? A psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits. In : Slovic, P. (dir.), *The perception of Risk* (pp.80-104). London : Earthscan.
- Foot, P. (1967/1978). The Problem of Abortion and the Doctrine of Double Effect. In : Foot, P. (dir.) *Virtues and Vices and Other Essays in Moral Philosophy* (pp. 19-32). Berkeley: University of California Press.
- Fraichard, T. (2014). *Will the Driver Seat Ever Be Empty ?* RR-8493. >hal-00965176v2>.
- Freeman, C. (1994). The economics of technical change. *Cambridge Journal of Economics*, 18(5), 463-514.
- Froese, T. & Ziemke, T. (2008). Enactive artificial intelligence. *Journal of Artificial Intelligence*, 173(3-4), 466-500.
- Fuller, R., McHugh, C. & Pender, S. (2008). Task difficulty and risk in the determination of driver behaviour. *European Review of Applied Psychology*, 1, 13-21.
- Garcia, F. (2009). *Formes et dynamiques du travail collectif réel Analyse et développement à partir des notions d'activité et de régulation*. Thèse de doctorat, université Lille 2.
- Girard, A., Boudon, R. & Bourricaud, F. (1983). Dictionnaire critique de la sociologie. *Revue française de sociologie*, 24(1), pp. 422-423.
- Glushko, R.J. (2010). Seven Contexts for Service System Design. In: Maglio, P., Kieliszewski, C, & Spohrer, J. (dir). *Handbook of Service Science* (pp 219-249). New York : Springer.
- Grane, C. (2018). Assessment selection in human-automation interaction studies : The Failure-GAM2E and review of assessment methods for highly automated driving. *Applied Ergonomics*, 66, 182-192.
- Grize, J.B. (1992). *Un signe parmi d'autres*. Hauterive : Editions Gilles Attinger.
- Grize, J.B. (1995). Signification. In : De Montmollin, M. (dir.), *Vocabulaire de l'ergonomie*. Toulouse: Octarès.
- Groeger, J.A. (2000). *Understanding driving: Applying cognitive psychology to a complex everyday task*. Hove : Psychology Press.
- Grote, G. (2012). Safety management in different hiht-risk domains - All the same ? *Safety Science*, 50, 1983-1992.
- Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J. & Kerguelen, A. (2001). *Comprendre le travail pour le transformer : La pratique de l'ergonomie*. Lyon : ANACT.
- Hammes-Adelé, S. (2011). *Traduction temporelle de la relation humain-technologie-organisation. Validation et perspectives autour de la symbiose*. Thèse de doctorat, Université Paul Verlaine, Metz.
- Hassenzahl, M. (2003). The thing and I : understanding the relationship between user and product. In : Blythe, M., Overbeeke, K., Monk, A.F. & Wright, P.C. (dir.), *Funology* (pp. 31-42). Dordrecht : Kluwer Academic.
- Hassenzahl M. (2008). *User Experience (UX): towards an experiential perspective on product quality*. Actes de la 20^e conférence sur l'Interaction Homme-Machine, 11-15. New-York : ACM.
- He, W., Qiao, Q., & Wei, K.K. (2009). Social relationship and its role in knowledge management systems usage. *Information & Management*, 46(3), 175-180.
- Hitlin S., Piliavin J.A. (2004). Values : reviving a dormant concept. *Annual review of sociology*, 30, 359-393.
- Hoc, J.M. (1996). *Supervision et contrôle de processus : la cognition en situation dynamique*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

- Hoc J.M. & Amalberti R. (2003). *Adaptation et contrôle cognitif : supervision de situations dynamiques complexes*. Actes des 2e Journées d'Étude en Psychologie Ergonomique (EPIQUE), 135-147. Rocquencourt : INRIA.
- Hoc, J.M., Amalberti R., Cellier, J.M. & Grosjean, V. (2004). Adaptation et gestion des risques en situation dynamique. In : Hoc, J.M. & Darses, F. (dir), *Psychologie ergonomique : tendances actuelles* (pp. 15-48). Paris : PUF.
- Hollnagel, E. (2009). *The ETTO Principle : Efficiency - Thoroughness Trade - Off. Why things that go right sometimes go wrong ?* Farnham (U.K.): Ashgate.
- Hollnagel, E., Woods, D.D., & Leveson, N., (2006). *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Aldershot (UK): Ashgate Publishing.
- Hollnagel, E., Journé, B. & Laroche, H. (2009). La fiabilité et la résilience comme dimensions de la performance organisationnelle, *M@n@gement*, 12, 224-229.
- Hollnagel, E., Paries, J., Woods, D. & Wreathall, J. (2010). *Resilience engineering in practice : A Guidebook*. UK: Ashgate Publishing
- Hubault, F. (1996). De quoi l'ergonomie peut-elle faire l'analyse ? In : Daniellou F. (dir.), *L'ergonomie en quête de ses principes, débats épistémologiques* (pp. 103-140). Toulouse : Octarès.
- Hubault, F. (2001). *La relation de service, opportunités et questions nouvelles pour l'ergonomie*. Toulouse, Octarès.
- Hubault, F. & Bourgeois, F. (2004). Disputes sur l'ergonomie de la tâche et de l'activité, ou la finalité de l'ergonomie en question. *Activités* 1-1. En ligne : <http://journals.openedition.org/activites/1149>.
- Huijts, N., Molin, E. & Steg, L. (2012). Psychological factors influencing sustainable energy technology acceptance : A review-based comprehensive framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 525–531.
- Jouët, J. (2000). Retour critique sur la sociologie des usages. *Réseaux*, 18, 487-521.
- Kaber, D., & Endsley, M. (2004). The effects of level of automation and adaptive automation on human performance, situation awareness and workload in a dynamic control task. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 5, 113-153.
- Kahle, L.R. (1983). *Social Values and Social Change: Adaptation to Life in America*, New York: Praeger.
- Körber, M., Baseler, E. & Bengler, K. (2018). Introduction matters: Manipulating trust in automation and reliance in automated driving. *Applied Ergonomics*, 66, 18-31.
- Kuutti, K. (2010). *Where are the ionians of user experience research ?* Actes de la 6^e Nordic Conference on Human-Computer Interaction : Extending Boundaries, 715-718. New-York: ACM.
- Lallemand, C., Gronier, G., & Koenig, V. (2013). *L'expérience utilisateur : un concept sans consensus ? Enquête sur le point de vue des professionnels*. Communication au 7^e Colloque de Psychologie Ergonomique (EPIQUE), Bruxelles, Belgique.
- Lalonde, J.F. (2013). La participation observante en sciences de la gestion : plaidoyer pour une utilisation accrue. *Recherches qualitatives*, 32(2), 13-32.
- Lam, T., Cho, V. & Qu, H. (2007). A study of hotel employee behavioral intentions towards adoption of information technology. *International Journal of Hospitality Management*, 26(1), 49-65.
- Landry, A. & Feillou, I. (2008). Positionner l'ergonomie dans la conception : exemple dans la grande distribution. *PISTES*, 10(2). En ligne : <http://journals.openedition.org/pistes/2233>
- Law E., Hvannberg E. T., & Hassenzahl M. (2006). Theorizing, qualifying and quantifying UX. In : Law E., Hvannberg E. T., & Hassenzahl M. (dir.), *User Experience. Towards a unified view*. The 2nd COST294-MAUSE International, Open Workshop, NordiCHI'06, October 14. Oslo, Norway.
- Law, E.L.C., Roto, V., Hassenzahl, M., Vermeeren, A.P.O.S. & Kort, J. (2009). *Understanding, scoping and defining user experience : a survey approach*. Actes de la conférence CHI du 7 avril 2009, 719-728, Boston, USA.
- Le Coze, J.C. (2009). *Regard sur la résilience : entre description, évaluation et ingénierie*. Actes du 44^{ème} congrès de la SELF, 120-121, Toulouse, France.
- Leduc, S., Valléry, G., Bellhari, S. & Gaston, S. (2013). *Ergonomie des interfaces logicielles : Recommandations pour la conception, le développement et l'évaluation des applications*. Paris: Hermès.

- Lee, M.C. (2010). Explaining and predicting users' continuance intention toward e-learning : An extension of the expectation-confirmation model. *Computers & Education*, 54(2), 506-516.
- Legris, P., Ingham, J. & Colletette, P. (2003). Why do people use information technology ? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*, 40(3), 191-204.
- Leplat, J., Cuny, X. (1974). *Les accidents du travail*. Paris : PUF.
- Leplat, J. (2006). La notion de régulation dans l'analyse de l'activité. *PISTES*, 8(1). En ligne : <https://pistes.revues.org/3101>.
- Leplat, J. (2011). *Mélanges ergonomiques : activité, compétence, erreur*. Toulouse : Octarès.
- Lévi-Strauss, C. (1962). *La pensée sauvage*. Paris : Presses pocket.
- Lhuillier, D. & Dejourn, C. (2009). Résistance et défense. *Nouvelle revue de psychologie*, 7(1), 225-234.
- Liao, C., Palvia, P. & Chen, J.L. (2009). Information technology adoption behavior life cycle: Toward a Technology Continuance Theory (TCT). *International Journal of Information Management*, 29(4), 309-320.
- Lidgi, S. (2005). Le volant et la norme. Éléments d'une problématique. *L'Homme et la société*, 155, 115-128.
- Light A. (2006). Adding method to meaning: a technique for exploring people's experience with technology. *Behaviour and Information Technology*, 15, 175-187.
- Lin, P. (2016). Why Ethics Matters for Autonomous Cars. In : Maurer, M. et al. (dir), *Autonomous Driving* (pp. 69-86). Autonomous Driving, DOI 10.1007/978-3-662-48847-8_23.
- Lucke, D. (1995). *Akzeptanz: Legitimität in der "Abstimmungsgesellschaft"*. Opladen: Leske + Budrich.
- Luzeaux D. (2011). Ingénierie des grands systèmes complexes. In Luzeaux D., Ruault J.-R. & Wippler J.-L. (dir.), *Maîtrise de l'ingénierie des systèmes complexes et des systèmes de systèmes : études de cas* (pp. 21-106). Paris : Hermes-Lavoisier.
- Maglio, P., Srinivasan, S., Kreulen, J. & Spohrer, J. (2006). Service Systems, Service Scientists, SSME, and Innovation. *Communications of the ACM*, 49(7), 81-85.
- Maglio, P. & Spohrer, J. (2013). A service science perspective on business model innovation. *Industrial Marketing Management*, 42, 645-850.
- Manier, C. (2009). Varela, F. Quel savoir pour l'éthique ? *Questions Vives*, 12(6). En ligne : <http://journals.openedition.org/questionsvives/482>.
- Manzey, D., Reichenbach, J. & Onnasch, L. (2012). Human Performance Consequences of Automated Decision Aids : The Impact of Degree of Automation and System Experience. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 6(1), 57-87.
- Marchand, A.L. (2009). *Usage des récits expérimentiels et des savoirs épisodiques dans l'apprentissage de la gestion des risques*. Thèse de doctorat, Cnam, Paris.
- Marseguerra, M. (2014). Early detection of gradual concept drifts by text categorization and Support Vector Machine techniques : The TRIO algorithm. *Reliability Engineering & System Safety*, 129, 1-9.
- McBride, S.E., Rogers, W.A. & Fisk, A.D. (2014). Understanding human management of automation errors. *Theor. issues ergonomics Sci.*, 15(6), 545-577.
- McCarthy, J., & Wright, P. (2004). *Technology as Experience*. Cambridge, Massachusetts : MIT Press.
- Mendoza, A., Carroll, J., & Stern, L. (2011). Software appropriation over time: From adoption to stabilization and beyond. *Australasian Journal of Information Systems*, 16(2), 5-23.
- Merrick, K. (2017). Value systems for developmental cognitive robotics : A survey. *Cognitive Systems Research*, 41, 38-55.
- Mezzena, S., Stroumza, K. & Kramer, N. (2016). Clinique de l'usage : les artefacts technologiques comme développement de l'activité. *Activité* 13(2). En ligne : <http://journals.openedition.org/activites/2791>.
- Molinier, P. (2010). Souffrance, défenses, reconnaissance. Le point de vue du travail, *Nouvelle revue de psychosociologie*, 10(2), 99-110.
- Mollo, V. (2004). *Usage des ressources, adaptation des savoirs et gestion de l'autonomie dans la décision thérapeutique*. Thèse de doctorat, CNAM, Paris.

- Monéger, F., Coutarel, F., Moták, L., Chambres, P., Izaute, M. & Dhome, M. (2015). *Quelle pertinence des modèles de l'expérience utilisateur pour la conception d'une navette autonome ?* Actes du 50e congrès de la SELF, 125-133. Paris, France.
- Monéger, F., Coutarel, F., Moták, L., Chambres, P., Izaute, M. & Dhome, M. (2018). L'expérience vécue et les valeurs en acte des accompagnants pour la conception d'un service de transport par navettes destinées à être autonome. *Activités*, 15-1. En ligne : <http://journals.openedition.org/activites/3077>.
- Morel, J., & Cardon, D. (2005). Le travail des congés : brève histoire du développement d'un workflow de prise de congés sur intranet. In : Kessous, E. & Metzger J.-L. (dir.), *Le travail avec les technologies de l'information* (pp. 45-68). Paris : Hermès-Lavoisier.
- Morel, G., Amalberti, R. & Chauvin, C. (2008). Articulating the difference between safety and resilience : the decision –making of professional sea fishing skippers. *Human factors*, 1, 1-16.
- Morel, G., Chauvin, C., Rossi, A., & Berruet, P. (2008). *Concevoir des Systèmes Sociotechniques Complexes Résilients et Reconfigurables pour Garantir un Niveau de Sécurité Optimal*. Actes ERGO'IA 2008, 145-148. Bidart/Biarritz, France
- Mouchet A. (2003). *Caractérisation de la subjectivité dans les décisions tactiques des joueurs d'Elite 1 en rugby*. Thèse de Doctorat non publiée. Université Bordeaux 2.
- Mouchet, A., Vermersch P., & Bouthier D. (2011). Méthodologie d'accès à l'expérience subjective : entretien composite et vidéo. *Savoirs*, 27, 87-105.
- Mowery, D. & Rosenberg, N. (1979). The influence of market demand on innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research policy*, 8, 102-153.
- Nascimento, A. (2009). *Produire la santé, produire la sécurité. Produire la santé, produire la sécurité : développer une culture collective de sécurité en radiothérapie*. Thèse de doctorat, CNAM, Paris.
- Nascimento, A., Cuvelier, L., Mollo, V., Dicioccio, A. & Falzon, P. (2013). Construire la sécurité : du normatif à l'adaptatif. In : P. Falzon (dir.), *Ergonomie Constructive* (pp. 103-116). PUF : Paris, 2013.
- Neboit, M., Cuny, X., Fadier, E., & Ho, M. T. (1990). Fiabilité humaine : présentation du domaine. In : Leplat, J. & De Terssac, G. (dir.), *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes* (pp. 23-46). Marseille : Octarès.
- Nelson, J. (2011). *Contribution à l'analyse prospective des usages dans les projets d'innovation*. Thèse de doctorat, Paris ENSAM.
- Neyns, V. (2011). *Les modalités du contrôle cognitif en situation dynamique : anticipation et gestion des dérives. Le cas de l'anesthésie*. Thèse de doctorat, Université Toulouse II.
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Boston : Academic Press.
- Noailles, P. (2011). De l'innovation à l'innovateur Pour une approche structuraliste de l'innovation. *La Revue des Sciences de Gestion*, 247, 13-28.
- Norros, L., & al. (2014). Operator's orientations to procedure guidance in NPP process control. *Cognition, Technology & Work*, 16, 487-499.
- Nothdurft, T. & al.(2011). *Stadt-pilot : first fully autonomous test drives in urban traffic*. Actes de la 14^e conférence Ieee sur les systèmes de transports intelligents, 919-924. Washington, DC, USA
- Ogien, R. (2012). Repenser les relations entre les faits, les normes et les valeurs, *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, 45(1), 17-31.
- Ogien, A. (2013). Qu'est-ce qui fait valeur dans notre société ? *Archimède*, 8-10.
- Orlikowski, W.J. (2000). Using technology and constituting structures : A practice lens for studying technology in organizations. *Organization Science*, 11(4), 404–428.
- Pasquier, H.M.L (2012). *Définir l'acceptabilité sociale dans les modèles d'usage : vers l'introduction de la valeur sociale dans la prédiction du comportement d'utilisation*. Thèse de doctorat, Université Rennes 2
- Payre, W. (2015). *Conduite complètement automatisée : acceptabilité, confiance et apprentissage de la reprise de contrôle manuel*. Thèse de doctorat, Université Paris 8.
- Petit, J. (2005). *Organiser la continuité du service : Intervention sur l'organisation d'une Mutuelle de santé*. Thèse de doctorat, Université Bordeaux II.

- Petit, J. & Dugué, B. (2013). Structurer l'organisation pour développer le pouvoir d'agir : le rôle possible de l'intervention en ergonomie. *Activités*, 10-2. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/816>.
- Platt, J. (1983). The development of the « participant observation » method in sociology : origin myth and history. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 19, 379-393.
- Poignet, P. & Poisson, G. (2015). Session robotique médicale. La conception de robots pour l'assistance aux gestes médicaux et chirurgicaux. *Researchgate*. En ligne : <http://www.researchgate.net/publication/228856955>.
- Poisson, C., Safin, S., Langlois, S., Bationotillon, A., & Decortis, F. (2015). Analyse de l'activité et approche systémique de situations de délégation de conduite : apport pour la compréhension de l'activité de conduite automobile autonome. Acte de la SELF 2015, 134-141. Paris, France.
- Porcher, A., Vacherand-Revel, J., Bobillier-Chaumon, M.E., Moktari M. & Cuvillier, B. (2016). (In)Visibilité de l'art sur les réseaux sociaux numériques (RSN) : analyser l'acceptation des RSN par les artistes. *Activités*, 13-2. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/2805>.
- Poret, C. (2015). *Concevoir le pouvoir d'agir ensemble d'un collectif transverse. Le cas de la relation de service dans le domaine commercial*. Thèse de doctorat, Université Paris 8.
- Poupon, L., Philips-Bertin, C., Bobillier-Chaumon, M.E. & Kalampalakis (2013). *Première expérience de conduite d'une voiture électrique : l'influence des affects*. Actes du 7e Congrès EPIQUE, 409-414. Bruxelles : Arpege. Science Publishing.
- Quiguer, S. (2013). *Acceptabilité, acceptation et appropriation des systèmes de Transport Intelligents : élaboration d'un canevas de co-conception multidimensionnelle orientée par l'activité*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 2.
- Quillerou-Grivot, E. & Clot, Y. (2013). Trois conditions pour une clinique de l'activité en psychologie du travail : le cas d'une intervention dans une entreprise de logistique automobile, *Activités*, 10-2. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/842>.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Rabardel, P., & Pastré, P. (2005). *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement*. Toulouse : Octarès.
- Rasmussen, J. (1983). Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 13, 257-266.
- Rasmussen, J. (1997). Risk Management in a dynamic society: a modelling problem. *Safety Science*, 27, 183-213.
- Ratinaud, P., Labbé, S., Bataille, M., Hammoud, G. & Bataille, M. (2014). Valeurs. In : Jorro, A. (dir.), *Dictionnaire des concepts de la professionnalisation* (pp. 345-348). Bruxelles : De Boeck.
- Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Reason, J. (2008). *The Human Contribution ; Unsafe Acts, Accidents and Heroic Recoveries*. Farnham : Ashgate.
- Récopé, M., Boyer, S., Rix-Lièvre, G. & Coutarel, F. (2013). Une modélisation de l'activité est-elle nécessaire, est-elle envisageable ? *Ergologia*, 9, 45-74.
- Récopé, M., Rix-Lièvre, G., Fache, H. & Boyer, S. (2013). La sensibilité à, organisatrice de l'expérience vécue. In : Albarello, L., Barbier, J.M., Bourgeois, E. & Durand, M. (Dir.), *Expérience, activité, apprentissage* (pp. 111-134). Paris: Presses Universitaires de France.
- Reschka, A. (2016). Safety Concept for Autonomous Vehicles. In : Maurer, M. & al. (dir.), *Autonomous Driving* (pp. 474-496). En ligne : file:///C:/Users/femonege/Downloads/Safety_Concept_for_Autonomous_Vehicles.pdf.
- Rezsóhazy, R. (2006). *Sociologie des valeurs*. Paris: Armand Colin.
- Richards, D. & Stedmon, A. (2016). To delegate or not delegate: a review of control frameworks for autonomous cars. *Appl. Ergon.*, 53, 383-388.
- Rix, G. & Biache, M.J. (2004). Enregistrements en perspective subjective située et entretien en re-situ subjectif : une méthodologie de la constitution de l'expérience. *Intellectiva*, 38, 363-396.

- Rochefeuille, M. (2013). *Analyse des dimensions de l'expérience utilisateur avec des produits interactifs*. Thèse de doctorat, École Polytechnique de Montréal.
- Rohan, M.J. (2000). A rose by any name ? The values construct. *Personality and social psychology review*, 4, 255-277.
- Rokeach, M. (1968). *Beliefs, Attitudes, and Values*. San Francisco : Jossey-Bass.
- Rokeach M. (1973). *The nature of human values*. New York : Free Press.
- Roussel, B. (1991). Substances éveillantes et transports. In : Vallet, M. (dir.), *Le maintien de la vigilance dans les transports* (pp. 41-49). Orléans : Edition Paradigme,
- Rovira, E., Pak, R. & McLaughlin, A. (2016). Effects of individual differences in working memory on performance and trust with various degrees of automation. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. En ligne : <http://dx.doi.org/10.1080/1463922X.2016.1252806>.
- Ruault, J.R. (2013). *Proposition d'architecture et de processus pour la résilience des systèmes ; application aux systèmes critiques à longue durée de vie*. Thèse de doctorat, Université de Valenciennes.
- Salembier, P. (2013). *Quelles sources d'inspiration théoriques et quelles méthodes empiriques pour l'analyse de l'expérience vécue en psychologie ergonomique ?* Actes du 7e colloque EPIQUE, 75-78. Bruxelles : ARPEGE.
- Salembier, P., Cahour, B., & Zouinar, M. (2013). L'expérience vécue (des utilisateurs, opérateurs/travailleurs) : fondements théoriques et méthodes d'appréhension associées. Actes du 7e colloque EPIQUE, 67-68. Bruxelles : ARPEGE.
- Savilowsky, S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 467-474.
- Sauer, J., Chavaillaz, A. & Wastell D. (2016). Experience of automation failures in training: effects on trust, automation bias, complacency, and performance. *Ergonomics*, 59, 767-780.
- Savioja, P., Linasuo, M. & Korskinen, H. (2013). User experience: does it matter in complex systems? *Cognition, Technology & Work*, 16, 429-449.
- Schrank, D., & Lomax, T. (2011). *Urban Mobility Report*. Texas Transportation Institute, College Station, TX. En ligne : https://nacto.org/docs/usdg/2011_urban_mobility_report_schrank.pdf.
- Shariff, A., Bonnefon, J.F. & Rahwan, I. (2017). Psychological roadblocks to the adoption of self-driving vehicles. *Nature Human Behaviour*, 1, 694-696.
- Scheler, M. (1955). *Le formalisme en éthique et l'éthique matérielle des valeurs*. Paris : Gallimard.
- Schmoch, U. (2007). Double-boom cycles and the comeback of science-push and market-pull. *Research policy*, 36(7), 1000-1015.
- Schmookler, J. (1966). *Invention and economic growth*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schwartz, Y. (2000). Le paradigme ergologique ou le métier de philosophe. Toulouse : Octarès
- Schwartz, Y. (1994 /2000). Conférence inaugurale du 29ème congrès de la SELF. In : Schwartz, Y. (dir.), *Le paradigme ergologique ou un métier de philosophe* (pp. 537-548). Toulouse : Octarès.
- Schwartz, Y. (2009). Manifeste pour un Ergo-engagement. In : Schwartz, Y. & Durrive, L. (dir.), *Travail et Ergologie – entretiens sur l'activité humaine – Tome II*. Toulouse : Octarès.
- Schwartz S. & Bilsky W. (1987). Toward a psychological structure of human values. *Journal of personality and social psychology*, 53(3), 550-562.
- Schwartz, S. (2006). Les valeurs de base de la personne : théorie, mesures et applications. *Revue française de sociologie*, 47, 929-968.
- Soulé, B. (2007). Observation participante ou participation observante ? Usages et justifications de la notion de participation observante en sciences sociales. *Recherches qualitatives*, 27(1), 2007, 127-140.
- Sperandio, J.C. (1977). La régulation des modes opératoires en fonction de la charge mentale chez les contrôleurs de trafic aérien. *Le Travail Humain*, 40, 389-397.
- Stewart, J., Gapenne, O., & Di Paolo, E. (2008). *Enaction : A new paradigm for cognitive science*. Cambridge MA : MIT Press.
- Strand, N., Nilsson, J., Karlsson, I.C.M. & Nilsson, L. (2014). Semi-automated versus highly automated driving in critical situations caused by automation failures. *Transp. Res.*, 27, 218-228.

- Strauch, B. (2017). The Automation-by-Expertise-by-Training Interaction : Why Automation-Related Accidents Continue to Occur in Sociotechnical Systems. *Human Factors*, 59(2), 204–228.
- Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions: the problem of human/machine communication*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Sumak, B., Hericko, M., Pusnik, M. & Polancic, G. (2011). Factors affecting acceptance and use of Moodle : An empirical study based on TAM. *Informativa*, 35, 91-100.
- Terrade, F., Pasquier, H., Reerinck-Boulanger, J., Guingouain, G. & Somat, A. (2009). L'acceptabilité sociale : la prise en compte des déterminants sociaux dans l'analyse de l'acceptabilité des systèmes technologiques. *Le travail humain*, 72(4), 383-395.
- Theureau, J. (1992). *Le cours d'action : analyse sémio-logique*. Berne : Peter Lang.
- Theureau, J. & Jeffroy, F. (1994). *Ergonomie des situations informatisées. La conception centrée sur le cours d'action des utilisateurs*. Toulouse : Octarès.
- Theureau, J. (2003). Course of action analysis and course of action centered design. In : Hollnagel, E. (dir.), *Handbook of cognitive task design* (pp 55-81). New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- Theureau, J. (2010). Les entretiens d'autoconfrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche « cours d'action ». *Revue d'anthropologie des connaissances*, 4(2), 287-322.
- Thomson, J. (1976). Killing, Letting Die, and the Trolley Problem. *The Monist*, 59, 204-217.
- Thüring, M. & Mahlke, S. (2007). Usability, aesthetics and emotions in human-technology interaction. *International Journal of Psychology*, 42, 253-264.
- Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J.F., Amiel, A., Lutz, G. & Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : Interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. In : Desmoulin, C., Marquet, P. & Bouhineau, D. (dir.), *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (pp. 391-402). Strasbourg : ATIEF.
- Turner, M., Kitchenham, B., Brereton, P., Charters, S. & Budgen, D. (2010). Does the technology acceptance model predict actual use? A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 52(5), 463–479.
- Vacherand-Revel, J. (2003). Les dimensions sociales du travail coopératif médiatisé par les technologies de l'information et de la communication. *Psychologie sociale appliquée*, 4, 121-134.
- Valléry, G. (2004). Relations de service et approche ergonomique : saisir le caractère dynamique et situé de l'activité au travers de l'analyse des interactions « agent-client ». *Activités*, 1-2, 120-146. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/1262>.
- Varela, F. (1989). *Autonomie et connaissance*. Paris : Seuil.
- Varela, F. (1996). *Quel savoir pour l'éthique ?* Paris : La Découverte.
- Varela, F. (1998). Construction du réel et affect : expérience du sujet, performances et narrations. In: Goldbeter-Merinfeld, E. (dir.), *Constructivisme et constructionisme social* (pp.277-282). Bruxelles : De Boeck Université.
- Varela, F. (2000/2010). *El fenomeno de la vida*. Santiago du Chili : J.C. Saez.
- Varela, F., Thompson, E., & Rosch, E. (1993). *The embodied mind*. Cambridge : MIT Press.
- Vargo, S L., Maglio, P.P. & Akaka, M.A. (2008). On Value and Value Co-Creation : A Service Systems and Service Logic Perspective. *European Management Journal* 26(3), 145– 52.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model : four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G. & Davis, F.D. (2003). User acceptance of information technology : toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Venkatesh, V. & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315.
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. *Information systems research*, 11(4), 342–365.
- Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explicitation*. Paris : ESF.
- Vermersch, P. (1999). Pour une psychologie phénoménologique. *La Psychologie Française*, 44(1), 7-19.

- Vicente, K.J. (1999). *Cognitive Work Analysis : Toward Safe, Productive, and Healthy Computer-based Work*. Mahwah, New-Jersey : Erlbaum.
- Villame, T. (2004). Conception de systèmes d'assistance au conducteur : comment prendre en compte le caractère complexe, dynamique et situé de la conduite automobile ? Cognition située et conception de systèmes d'assistance au conducteur. *Activités*, 1-2. En ligne : <https://journals.openedition.org/activites/1270>.
- Visetti, Y.M. (1989) Compte rendu : Lucy A. Suchman, Plans and Situated Actions -The Problem of Human/ machine communication. *Intellectica*, 1, 67- 96.
- Walker, G., Stanton, N. & Young, Mark. (2001). Where is Computing Driving Cars ? A Technology Trajectory of Vehicle Design. *International Journal of Human-computer Interaction*, 13(2), 203-229.
- Waytz, A., Heafner, J. & Epley, N. (2014). The mind in the machine : Anthropomorphism increases trust in an autonomous vehicle. *Journal of Experimental Social Psychology*, 52, 113-117.
- Weber M., (1905/1958). *The Protestant ethic and the spirit of capitalism*. New York : Scribner's.
- Weber, A., Varela, F. (2002). Life after Kant: Natural purposes and the autopoietic foundations of biological individuality. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1, 97-125.
- Weill-Fassina, A. & Rabardel, P. (2010). *Point de vue ergonomique sur les facteurs psychosociaux de risques pour la santé*. Revue de la littérature réalisée dans le cadre des travaux du Collège d'expertise sur le suivi statistique des risques psychosociaux au travail. En ligne : <http://www.college-risquespsychosociaux-travail.fr/site/Revue-Ergonomie.pdf>.
- Woods, D. (2006). Resilience engineering: Redefining the culture of safety and riskmanagement. *Human Factors and Ergonomics Society Bulletin*, 49(12), 1-3.
- Woods D. (2006). Essential characteristics of resilience. In : Hollnagel E., Woods D.D. & Leveson N. (dir.), *Resilience Engineering. Concepts and precepts* (pp. 21- 33). Aldershot : Ashgate.
- Woods D., & Cook R. (2006). Incidents – Markers of resilience or brittleness ? In : Hollnagel E., Woods D.D. & Leveson N. (dir.), *Resilience Engineering. Concepts and precepts* (pp. 69- 76). Aldershot : Ashgate.
- Wybo, S. (2010). *Aide à la conduite des systèmes à risques par la prise en compte du risque : exemple de l'application à la conduite automobile*. Thèse de doctorat, Université Toulouse III.
- Yi, M., Jackson, J., Park, J. & Probst, J. (2006). Understanding information technology acceptance by individual professionals : Toward an integrative view. *Information & Management*, 43(3), 350–363.
- Yousafzai, S.Y., Foxall, G.R., & Pallister, J.G. (2010). Explaining Internet Banking Behavior : Theory of Reasoned Action, Theory of Planned Behavior, or Technology Acceptance Model ? *Journal of Applied Social Psychology*, 40(5), 1172-1202.
- Ziemke, T. (2001). The construction of « reality » in the robot. *Foundations of Science*, 6(1), 163-233.
- Zouinar, M., & Cahour, B. (2013). *Activité et expérience vécue : quels liens ?* Actes du 7e colloque EPIQUE, 69-73. Bruxelles : ARPEGE.

Annexes

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Spécifications *UX* et *acceptabilité* suite aux expérimentations des NAv1
- Annexe 2 : Spécifications *conception de services* suite aux expérimentations des NAv2
- Annexe 3 : questionnaire acceptabilité/acceptation (site du CHU ; avant et après utilisation des NAv1)
- Annexe 4 : Agenda rempli par les accompagnants du Centre de recherches
- Annexe 5 : Résultats du questionnaire utilisateurs du Centre de recherches
- Annexe 6 : grille d'entretien semi-directif à destination des régulateurs : accompagnants, superviseurs, hôtesse
- Annexe 7 : grille d'entretien semi-directif à destination des exploitants et concepteurs
- Annexe 8 : Exemple de codage des valeurs au cours d'un entretien semi-directif
- Annexe 9 : Commentaires exprimés par la voix humanoïde au cours de l'expérimentation du campus universitaire auvergnat
- Annexe 10 : Les bonnes pratiques de l'opérateur
- Annexe 11 : Les bonnes pratiques du superviseur

Annexe 1 : Spécifications *UX* et *acceptabilité* suite aux expérimentations des NAv1

(Juin 2014)

Des centaines d'usagers des sites du CHU et du Campus (passagers des navettes ou simples passants) ont été observés, interrogés et filmés. Ceci dans des *conditions naturelles* ou par l'intermédiaire de manipulations de variables de la part des chercheurs.

L'ergonome (auteur de ce rapport) et le post-doctorant du LAPSCO ont effectué à eux deux près de cent cinquante heures d'observations sur sites. Ils ont par ailleurs été relayés par d'autres ressources et notamment des chercheurs en psycho-sociologie (Lapsco) auxquels des consignes précises étaient confiées.

Nous allons présenter nos résultats selon les différents critères de l'Expérience Utilisateur (UX) retenus, à savoir :

1. Utilisabilité
2. Accessibilité
3. Influençabilité
4. Emotionnalité
5. Utilité.
6. Enfin, nous transmettrons les principaux résultats en termes d'acceptabilité/acceptation.

Les présents résultats sont consécutifs à une élaboration collective ayant mobilisé notamment : les utilisateurs et l'ensemble des partenaires concepteurs.

1. Utilisabilité

Arrêts et ralentissements intempestifs

Pour des raisons de sécurité tout-à-fait légitimes, la NAv1 a été conçu pour interrompre son cheminement à la proximité d'un obstacle. Ainsi, lorsqu'une personne passe à sa proximité, les NAv1 ralentissent puis s'arrêtent automatiquement.

De ce fait, en cas de flux important de personnes sur son trajet, les NAv1 ralentissent très régulièrement au dépend de leurs passagers qui perdent du temps. Par conséquent les critères d'efficacité et de satisfaction s'en trouvent dégradés, comme l'en ont attesté de nombreux verbatims extraits d'entretiens formels, informels et des différents questionnaires déployés sur les deux sites :

"C'est un super outil, mais il s'arrête tout le temps, il est trop lent".

"Dès que quelqu'un passe ou qu'on est près d'un mur, on s'arrête, alors que ce n'est pas forcément dangereux".

Comme en témoigne ce dernier verbatim, les précautions de ralentissement prises par les NA n'ont parfois aucun intérêt du point de vue de la sécurité des personnes. Les exemples les plus classiques concernent les ralentissements liés à la présence d'obstacles fixes (bancs, murs, poteaux...) ou à la suite de croisements avec des marcheurs qui ont déjà dépassé la NA (y compris à contresens).

Leviers d'action

Suite à ce constat, étayé par des verbatims et des séquences vidéo que nous vous avons transmises, nous avons envisagé trois mesures d'amélioration du système :

- La première consiste à apprendre aux NAv1 les éléments fixes du trajet afin qu'elles ne les considèrent plus comme des obstacles (et qu'elles conservent leur vitesse). Cette mesure de refonte du code de guidage semble intégrable à une NAv2 (cf. Figure A, ci-dessous).

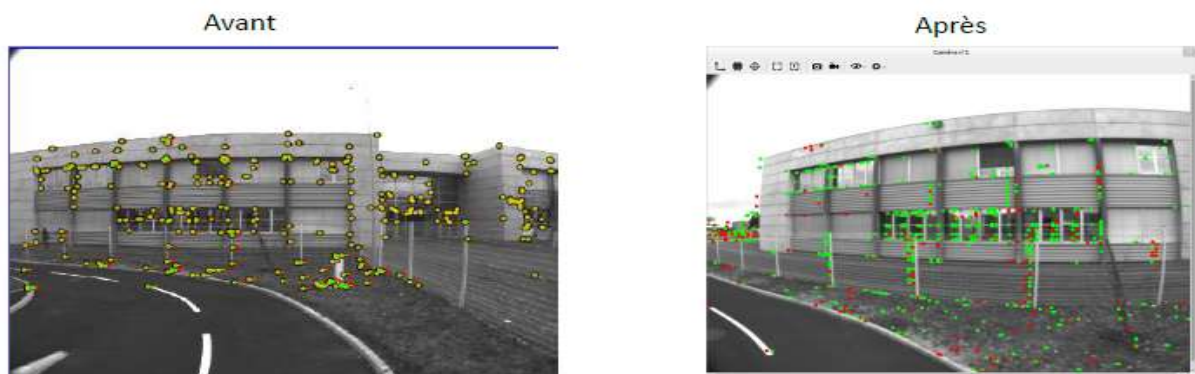


Figure A : progrès techniques réalisés vis-à-vis du critère de reconnaissance des points fixes de l'environnement par la NA

- La deuxième serait de perfectionner la technologie de façon à ce qu'elle puisse interpréter les intentions des passants, ou au moins reconnaître leur vitesse et leur trajectoire. Cela permettrait par exemple aux NA de ne plus ralentir à la suite du croisement d'un piéton. La mise en place d'un tel dispositif nécessite des évolutions techniques relativement importantes, mais semble atteignable.
- Enfin la troisième consisterait à adapter l'environnement aux propriétés des NAv1. Cela a été fait au CHU, avec les limites que nous connaissons. Mais selon nous, les exploitants susceptibles d'accueillir une telle technologie pourraient en amont de l'exploitation, aménager l'architecture du site. Il y a donc sans doute un enjeu commercial, pour vous, à surveiller les futur chantiers hospitaliers, de parcs d'attraction, aéroports, etc. (ainsi que

communiquer auprès des acteurs qui y interviendront, comme les ergonomes par exemple), pour leur suggérer une future collaboration facilitée architecturalement.

A noter que la vitesse doit rester maîtrisée par les NA. En effet, les arrêts brutaux sont inconfortables voire dangereux pour leurs passagers. Or, plus les NA iront vite, plus leurs arrêts d'urgence seront violents. Les utilisateurs qui ont connu de tels phénomènes (notamment lors de l'expérimentation du Campus où la NA prenait plus de vitesse), nous ont d'ailleurs remonté cet inconfort.

La température

Les NAv1 ne sont pas munies de système de climatisation. Ceci s'explique par le fait que - fonctionnant sur batterie électrique - la question de l'économie d'énergie est essentielle.

Au cours de l'expérimentation du CHU la question de la température à l'intérieur de la NA n'a pas été relevée par les usagers. En effet, lors des mois d'hivers et de printemps, la température intérieure était, certes, assez basse, mais légèrement supérieure à celle de l'extérieur, et les passagers étaient abrités des courants d'airs.

En revanche au cours de l'expérimentation du Campus (juin), les températures étaient beaucoup plus élevées, et notamment lors de la deuxième semaine d'expérimentation.

Les utilisateurs souffraient énormément de cette chaleur qui était exacerbée par l'absence de courant d'air et les parois de verre.

Leviers d'action :

- Equiper la NA de ventilation / d'une climatisation réversible.
- Développer les capacités des batteries.

Les grincements

Au cours de l'expérimentation du CHU, nos observations nous ont amené à détecter des grincements dans les virages, lorsque les NA transportaient plus de 4 ou 5 personnes et environ 300kg (alors que, selon leur cahier des charges, elles doivent pouvoir transporter jusqu'à 600kg).

Leviers d'action :

Les ingénieurs ont diagnostiqué un problème au niveau des suspensions qui touchaient les roues lorsque se présentait un surpoids d'un côté de la NA. Aussi, dans la perspective de concevoir des NAv2, un système de suspensions pneumatiques est spécifié.

Le fonctionnement des bornes

Les bornes ont été livrées tard au CHU. Elles ont donc été très peu utilisées. De ce fait, il a été difficile pour les chercheurs de réaliser une analyse approfondie de l'activité de leurs utilisateurs. En revanche, au cours de l'expérimentation du Campus, des temps d'expérimentation ont été spécifiquement dédiés à ces outils.

Deux principaux constats sont ressortis des différents relevés :

- D'abord la présence de deux boutons peut s'avérer perturbante pour les usagers : « Au bout d'environ une minute, ne le voyant toujours pas, j'ai appuyé sur le deuxième bouton ».
- D'autre part, ces derniers n'avaient pas de confirmation que leur appel avait bien été pris en compte et que la NAv1 était en approche. D'autant plus que les deux circuits comportaient des angles morts : « *Parce que je n'étais pas sûre que ma première manipulation avait*

fonctionné et je n'étais pas sûre qu'il était en circulation à ce moment-là. J'ai attendu environ une minute, et j'ai vu arriver la navette ».

Une analyse fine d'une séquence vidéo réalisée à la borne a amené le pôle SHS à élaborer la Figure B ci-contre. Sur cette Figure B on perçoit le doute des usagers, puis leur résignation découlant du manque d'information accompagnant l'attente à la borne d'appel.

Leviers d'action :

Les bornes fournies pour les expérimentations étaient des prototypes. De très nombreuses options techniques (écran tactile, voix humanoïde, designs particuliers, etc.) ont été envisagées lors de nos échanges.

Leur conception dépendra en grande partie de la commande spécifique des clients et du budget alloué.

Quoi qu'il en soit, il a été admis qu'un système de compte à rebours pour informer visuellement l'utilisateur serait retenu pour la conception des bornes « deuxième génération ».

Le système de bornes pourrait être suppléé par des applications smartphone.

L'écran intérieur

Plusieurs remarques ont été faites à propos de l'écran intérieur et de son utilisabilité. Les principales difficultés rencontrées concernaient la terminologie employée pour désigner les différents arrêts. Par exemple, le terme « *parvis* » inscrit sur l'écran lors de l'expérimentation du CHU n'était pas compris par tous les usagers. De même, les arrêts « *math* », « *Amphi* », « *BU* » associés à l'expérimentation du CHU étaient perturbants pour les personnes non familières du Campus.

Certains utilisateurs ont suggéré de détailler davantage l'écran afin qu'ils puissent mieux se localiser, notamment dans des environnements complexes comme celui du Campus :

« Pour moi, l'écran n'est pas assez détaillé. Ça n'indique pas où je suis ni tels ou tels bâtiments. [...]. Je pense en plus que ce serait judicieux sur le trajet de faire apparaître les autres bâtiments, si par exemple je veux aller à Polytech, quel est l'arrêt le plus proche pour moi...? Ne connaissant pas le Campus, je demande à la personne qui est dans la NAv1 où on est et à quoi correspondent les deux autres destinations ».

Les incidents techniques liés à des conditions environnementales particulières

Lorsque nous avons intégré le projet, nous avons appris que la première démonstration des NAv1 avait été perturbée par la pluie au point que la NAv1 avait failli percuter un mur.

Cette limite technique dépassée, d'autres sont apparues au cours du projet :

Le fonctionnement des caméras

Le givre sur les caméras

Ci-contre, une photographie du pare-brise avant de la NA, prise de l'intérieur, au mois de janvier 2014. Au

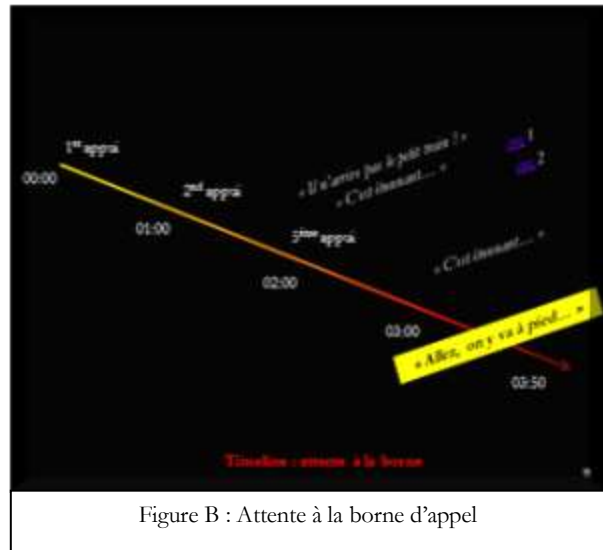


Figure B : Attente à la borne d'appel



Figure C : Givre sur les caméras

même moment, afin que la NA puisse s'engager sur son trajet, l'accompagnant était en train de « gratter » les caméras extérieures pour les dégager du givre (cf. Figure C, ci-contre).

L'éblouissement des caméras par le soleil

Cet hiver, à environ 16h, l'avant du véhicule était frappé, à l'horizontale, par les rayons du soleil. L'écran intérieur (cf. Figure D, ci-contre) - qui projette la vision des deux caméras (avant en haut à gauche, arrière en bas à gauche), illustre d'ailleurs le phénomène d'éblouissement. Ainsi, par désorientation, la NA s'arrêtait au milieu du parcours et l'accompagnant devait reprendre les commandes manuellement.



Figure D : Eblouissement des caméras

Leviers d'action :

Le constructeur a travaillé sur la définition des points de reconnaissance de l'environnement. Et nous avons pu constater que les NA ne subissaient plus l'éblouissement solaire.

Quant au givre, plusieurs possibilités se dessinent :

- Un choix de matériaux qui empêcherait la formation de givre sur les caméras.
- Une mise en place de parkings abrités afin de protéger les navettes du gel la nuit.
- La présence d'un technicien chez chaque exploitant susceptible de pouvoir dégivrer.
- La suspension des services NAv1 par temps de gel.

Conséquences pour les « non-utilisateurs »

Les NAv1 effectuent parfois des arrêts brusques et/ou des coups de klaxon qui surprennent les passants qui ne s'y attendent pas. Ceux-ci peuvent donc avoir des réflexes inappropriés voire dangereux. Par exemple, ne s'attendant pas à voir le NAV1 stopper net alors qu'aucun danger ne semble l'inquiéter, un cycliste pourrait, par exemple, programmer sa propre trajectoire en fonction de celle qu'il anticipe chez la NA et - suite à un arrêt inattendu - la percuter.

De même, nous avons constaté que plusieurs piétons changeaient de trottoir en apercevant les NA. Les échanges réalisés avec eux nous ont permis de comprendre que cette action était liée soit à leur propre appréhension de cette technologie inconnue, soit parce qu'ils savaient qu'en le croisant ils ralentiraient la NA. Ils donc sont eux aussi perturbés dans leur activité.

Enfin, les Lidar étaient projetés à une hauteur maximale de 25 cm au-dessus de la hauteur du sol. Cela ne leur permettait pas de capter les objets en hauteur (une échelle tenue à l'horizontal par exemple, des branches d'arbres comme sur le trajet des Cézeaux, etc.).

2. Accessibilité

Les spécifications en termes d'accessibilité ont parfois été difficiles à fonder à partir d'analyses d'activité. En effet, le prototype NAv1 utilisé n'était pas équipé pour accueillir des usagers en fauteuil roulant. Aussi, pour cette catégorie d'utilisateurs, nous nous sommes référés à des normes et connaissances plus théoriques.

L'accessibilité concerne toutefois l'ensemble de la population et des déficiences motrices et intellectuelles. Par conséquent - et notamment dans le contexte hospitalier - certains utilisateurs nous ont aidé à identifier des éléments de conceptions perfectibles.

Les normes anthropométriques



Figure E : Surface au sol à l'intérieur des NAV1



Figure F : Hauteur de l'écran intérieur des NAV1

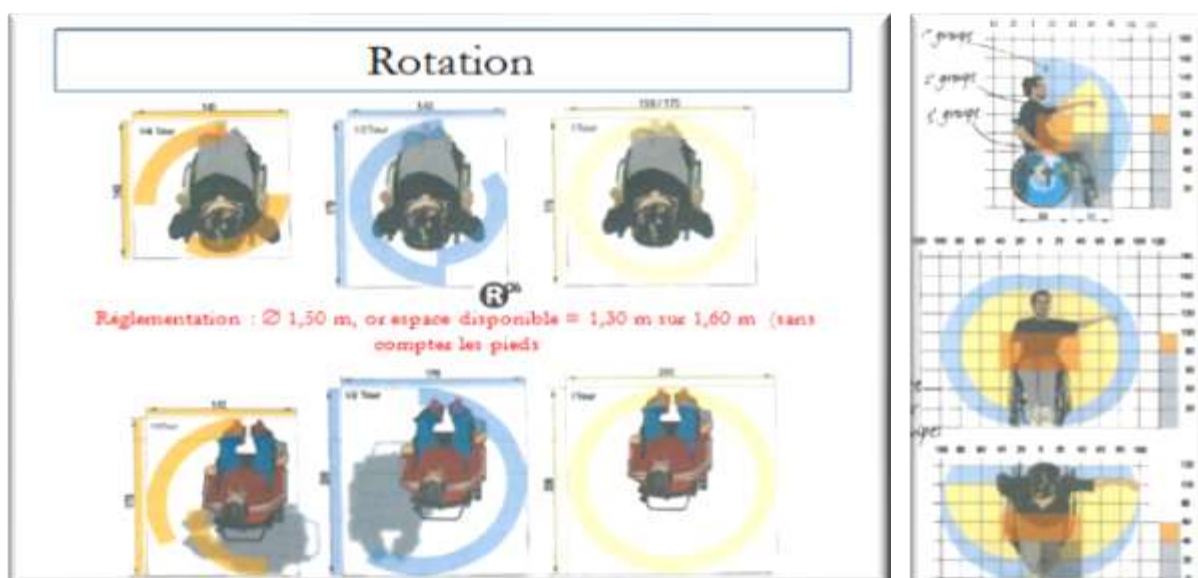


Figure G : Références pour la conception des espaces destinés à recevoir du public



Figure H : Simulation de l'accès à la NAV1 pour une personne en fauteuil roulant

Comme l'illustrent les Figures E, F, G et H ci-dessus, outre l'absence de rampe d'accès, l'espace et l'agencement intérieurs des NAV1 ne permettent pas à un fauteuil roulant de stationner ou de se retourner. De même l'écran semble trop haut pour être manipulé de façon autonome pour un usager assis.

Le système de suspensions pneumatiques évoqué précédemment diminuera l'inclinaison de la rampe.

L'habitacle et les portes agrandies permettront de disposer de 6 places assises et 4 debout (ou un fauteuil)

L'assise

Nos analyses de vidéos nous ont amené à constater une gêne des usagers lorsqu'ils s'asseyaient dans les NAV1. En effet, comme l'en attestent la Figure I, les passagers cherchaient régulièrement des appuis au niveau des mains, des coudes. De même, dès qu'ils étaient au moins deux, ils s'asseyaient de profil ou en torsion dorsale (seuls, ils prenaient place au centre...).

Il nous est apparu que la conception « *angles arrondis* » des banquettes (cf. Figure J) était à l'origine de ces accommodations posturales potentiellement inconfortables et inadaptées à des usagers souffrant de dorsalgie notamment.



Figure I : passagers assis sur une banquette de la NAV1

Nous avons également constaté qu'une personne d'1.73m avait les jambes en suspens et la banquette au niveau de la première lombaire, lorsqu'elle était adossée. Une telle assise, des dires des passagers auxquels nous avons posé la question, n'est : « *pas des plus confortables* » (cf. Figure J).



Figure J : passager assis sur une banquette de la NAV1

La montée / la descente

Comme le montre la Figure K ci-contre, au moment de la descente de la NAV1 le couple de personnes âgées, prend appui sur la porte. D'après l'accompagnant, ceci a entraîné plusieurs déboîtements du vérin au cours de l'expérimentation. Cette situation révèle la nécessité d'intégrer des appuis d'aide à la montée et à la descente dans le cahier des charges de la NAV2.



Figure K : personnes âgées descendant de la NAV1 banquette de la NAV1

Sur la Figure L, on constate que la butée de la porte constitue un obstacle et génère un risque de chute pour les usagers. D'ailleurs nous avons à plusieurs reprises vu des utilisateurs s'entraver. L'accompagnant avait donc pris l'habitude d'éveiller la vigilance des passagers à ce sujet.

Les bornes

Des références normatives ont également été transmises aux concepteurs des bornes. Celles-ci concernaient notamment l'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite, les malvoyants, malentendants, les analphabètes.

A noter, que l'activité future probable des maintenanciers et autre personnel d'entretien a aussi été prise en compte au cours de nos réflexions sur l'accessibilité. Le poids des bornes et leur mobilité a notamment été intégré au cahier des charges.

Enfin, en guise de remarque, ce travail sur les bornes a aussi été l'occasion d'une réflexion en termes d'inaccessibilité.

En effet, autant lors des expérimentations les bornes devaient être déplacées et repositionnées chaque jour, autant ces manœuvres paraissent impensables une fois les bornes installées chez un exploitant.

Aussi certaines pièces doivent être protégées d'éventuels actes de dégradation ou de vol, comme les transmetteurs (flèche rouge sur la Figure M).

3. Influençabilité

Communication / Signalétique

Au cours des premières semaines d'expérimentation, l'affluence dans le véhicule ou auprès des bornes était relativement faible. En échangeant avec les non-utilisateurs ou les utilisateurs que les chercheurs invitaient eux-mêmes à participer, ceux-ci révélaient ne pas savoir que cette navette était gratuite et à leur disposition.

Pourtant, bien avant le lancement de l'expérimentation la question de la communication avait été lancée avec insistance en réunion de projet.

Ainsi, en plus des informations officielles et du bouche à oreille, une communication sous forme de signalétique visuelle a été déployée (Figures N et O).



Figure L : butée de porte



Figure M : Installation d'un transmetteur



Figure N : Bornes d'appel de la NAV1



Figure O : Consignes d'utilisation de la NAV1

A cette signalétique s'ajoute les stickers présents sur les NAV1 (cf. Figure F). Enfin, des flyers ont également été distribués et des consignes données au personnel de l'hôpital pour informer les patients.

Le suivi du nombre d'appel aux bornes (Tableau A), montre une progression du nombre

Date	Nombre d'appel <i>Borne parking</i>	Nombre d'appel <i>Borne parvis</i>	Date	Nombre d'appel <i>Borne parking</i>	Nombre d'appel <i>Borne parvis</i>
20/02/2014	4	3	10/03/2014	10	7
21/02/2014	2	1	11/03/2014	4	17
24/02/2014	3	2	12/03/2014	13	15
25/02/2014	4	8	13/03/2014	7	11
26/02/2014	1	3	14/03/2014	4	10
03/03/2014	5	6	24/03/2014	11	10
04/03/2014	1	3	25/03/2014	2	31
05/03/2014	14	9	26/03/2014	7	25
06/03/2014	3	13	27/03/2014	2	3
07/03/2014	5	1	28/03/2014	1	0

Tableau A : évolution des appels aux bornes sur le CHU

Il est à noter que les stickers ont été ajoutés le 27 février.

On peut donc faire l'hypothèse qu'elles aient pu influencer l'action d'utilisation.

Par ailleurs, l'on constate que la borne d'appel placée sur le parvis de l'hôpital a été nettement plus sollicitée que sa jumelle placée vers le parking. Ceci peut être expliqué par deux raisons : les personnes sont en général moins pressées après leur rendez-vous qu'avant. La seconde raison pourrait être liée au fonctionnement du CHU.

En effet, beaucoup d'usagers étaient présentes sur le parvis. Certains fumaient, prenaient l'air... alors que sur le parking, la borne était isolée. L'emplacement des bornes apparaît donc extrêmement stratégique.

L'évocation de schèmes existants

Très tôt au cours du projet, nous avons constaté que vous souhaitiez utiliser la métaphore de *l'ascenseur horizontal* pour influencer les usages des passagers découvrant les NAV1.

Si l'on reprend la théorie de Lockton et al. (2010), l'on pourrait parler de l'utilisation de la lentille perceptive où la sémantique infère un usage particulier.

Et effectivement, que ce soit dans la façon d'appeler les NA ou même dans la plupart de leurs modes de fonctionnement, la métaphore de l'ascenseur horizontal favorise très certainement leur utilisabilité, leur influençabilité, mais aussi leur acceptabilité puisqu'il s'agit d'un objet connu et apprivoisé.

Néanmoins, ceci peut avoir des effets secondaires et - comme nous l'avons constaté - être à l'origine d'erreurs, d'incidents, voire d'accidents.

Par exemple, lorsque la porte se referme, si l'utilisateur passe son bras entre les portières, celles-ci ne se rouvrent pas et l'utilisateur se fait pincer. Ce cas de figure s'est d'ailleurs produit durant les expérimentations. Fort heureusement, personne n'a été blessé, mais le vérin de la porte s'est déboîté.

Cette caractéristique d'une réouverture automatique des portes en cas d'obstacle détecté fait donc partie des fonctions à installer sur les NAv2.

Alors que la plupart des choix de conception génèrent les comportements espérés (par exemple, les boutons verts clignotants pour l'ouverture des portes, ou le bouton rouge pour l'arrêt d'urgence sont compris par les passagers) d'autres incitent à l'erreur, comme les poignées d'aide à la montée qui n'en sont pas.

Un besoin d'anticiper les conséquences des adaptations comportementales

Le dernier exemple évoqué au paragraphe précédent, introduit une autre problématique : celle des conséquences potentiellement négatives des accommodations comportementales des usagers. En effet, le klaxon avertit d'une certaine manière les autres utilisateurs de la chaussée qu'ils gênent la NA. De ce fait - et nous l'avons constaté au fil des jours - les usagers habituels des sites expérimentaux apprennent le fonctionnement de la NAv1. Au bout de quelques jours, ils s'écartent de la trajectoire des NAv1 afin de ne pas ralentir les passagers présents à l'intérieur.



Figure P : piétons s'écartant de la NA pour éviter son ralentissement et empiétant sur la route

Malheureusement, dans certains environnements, ces écarts peuvent être potentiellement dangereux. En atteste une vidéo prise par une GoPro installée sur une paroi latérale de la NAv1, où l'on voit un père de famille manquer de trébucher sur la route et inviter sa famille à l'y suivre pour ne pas gêner l'avancée de la NA.

Distracts par le NAv1, la famille ne prête pas attention aux autres véhicules arrivant à contre sens comme la mobylette de la première photo ci-dessus qui a le bon réflexe de les contourner en se déportant sur la voie de gauche.

Ainsi, ces nouveaux comportements doivent eux-aussi être anticipés, par exemple en adaptant l'environnement des NA.

Toutefois, nous pouvons aussi faire l'hypothèse que si les NA parvenaient à mieux déceler les intentions des autres usagers de la chaussée, ceux-ci n'auraient plus à les éviter de la sorte.

4. Emotionnalité

Analyse de questionnaires (Cézeaux)

Par rapport aux 4 types de plaisirs identifiés par Jordan (1999), ce sont les plaisirs idéologiques et sociaux que semblent avoir le plus éprouvé les utilisateurs lors de leur expérience des NAv1. Les deux autres catégories de plaisir n'ont pas donné de résultats significatifs (les notions de plaisir physique n'était sans doute pas prégnante dans une telle expérience, et celle de plaisir psychique semblait trop abstraite aux interviewés).

En effet, avec une moyenne de 5,3/7, les utilisateurs commentent la question du plaisir idéologique à travers les arguments du développement durable, de l'avancée technologique, de l'assistance aux déficiences motrices, ou encore lié à une forme de fierté régionale : *"il a été conçu dans l'Université où nous sommes"*. Il n'y a qu'une mauvaise note (1/7) qui est commentée à travers l'argument du risque de sédentarisation des personnes (perte de l'exercice physique quotidien).

Quant au plaisir social, il atteint une moyenne de 4,84/7. Les arguments qui l'accompagnent sont ceux liés à l'espace convivial, silencieux, lieu potentiel de rencontre, où l'on peut aussi interagir avec les piétons.

Enfin, concernant la manipulation des variables, l'expérience des NAv1 est considérée comme étant moins plaisante lorsque la voix humanoïde est présente que lorsque cette dernière est absente.

Ceci va donc à l'encontre d'une de nos hypothèses, puisque la voix humanoïde semble plutôt déranger les usagers.

Toutefois, cette conclusion est à tempérer dans le sens où cette expérience avec voix humanoïde venait se substituer à une expérience avec accompagnant. Nous ne pouvons malheureusement pas comparer ces résultats avec un scénario où les utilisateurs seraient totalement voués à eux-mêmes.

5. Utilité

Au cours de l'expérimentation CHU, la principale critique adressée à l'encontre des NAv1 était leur lenteur. C'était d'ailleurs l'argument le plus souvent évoqué par les non-utilisateurs pour expliquer qu'ils n'avaient pas recours à ce service.

En effet, sur le site du CHU, la NAv1 effectuait le trajet en un temps compris entre 5'30 et 6 minutes, alors qu'un marcheur au pas soutenu le réalisait en 2'20 minutes.

Rappelons qu'une invention qui n'est pas utile, n'est pas utilisée et ne devient pas innovation.

Les seules personnes pour lesquels les NA, en l'état, auraient pu s'avérer utiles étaient les personnes à mobilité réduite. Or, comme nous l'avons vu précédemment, les performances des NAv1 en termes d'accessibilité étaient elles aussi insuffisantes.

Et d'ailleurs, la plupart des utilisateurs du CHU et du Campus, avouaient essayer la NAv1 principalement par curiosité.

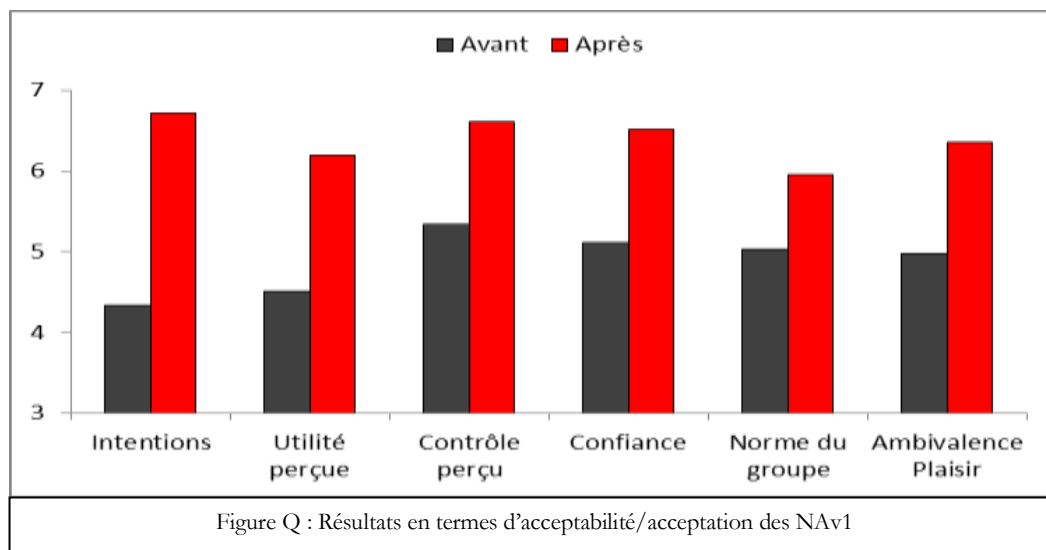
Les leviers d'actions envisagés par rapport à cette problématique ont déjà été développés dans le paragraphe dédiés aux résultats en termes d'utilisabilité.

6. Acceptabilité / acceptation

Pour rappel, l'acceptabilité d'un produit d'après Brangier et Barcenilla (2009) correspond au : « degré » *d'intégration et d'appropriation d'un objet dans un contexte d'usage* ». Elle est la combinaison d'un certain nombre de facteurs dont ceux retenus par le modèle de l'expérience utilisateur.

Questionnaire acceptabilité/acceptation

Le pôle SHS, s'est intéressé à cette question de l'acceptabilité des NAv1 à travers des facteurs tels que : l'intention d'utilisation, l'utilité perçue, le contrôle ressenti, la confiance dans la NAv1, si cette technologie correspond aux normes du groupe de l'interviewé et enfin le plaisir perçu.



D'après le questionnaire d'acceptabilité/acceptation diffusé par le Pôle SHS auprès des utilisateurs des NAv1 au CHU, tous les indicateurs témoignent d'un avis plus favorable après l'utilisation des NAv1 qu'avant (cf. Figure Q).

Evidemment, nous constatons ici que ces résultats concernent les différentes dimensions de l'expérience utilisateurs qui nous intéressent dans ce projet de recherche. Malheureusement, en tant que telles, elles nous apportent peu en termes de repères pour la conception.

En revanche, l'ensemble des personnes à mobilité réduite qui ont répondu à ce questionnaire ont attribué la note maximale.

Manipulation des variables

On observe l'effet de la voix et du klaxon séparément (mais pas leur interaction) sur les variables « *appréciation de la NAv1* » et « *confiance dans la NAv1* », de telle sorte que dans les deux cas, les moyennes sont plus élevées lorsque la voix est éteinte et lorsque le klaxon est en mode autonome.

Annexe 2 : Spécifications *conception de services* suite aux expérimentations des NAV2

(Avril 2016)

Suite aux expérimentations auxquelles j'ai assisté ces derniers mois [*Nom des sites supprimés dans cette annexe*] (cf. Figure A), voici une formalisation synthétique de « repères de conception/exploitation » des NAV2. Une partie de ces éléments vous sont certainement familiers. Néanmoins, je pense qu'une mise sur papier de type « *cahier des charges fonctionnel pour les versions futures de navettes et prochaines expérimentations* », pourra vous être utile.



Figure A : sites expérimentaux de [Nom des sites supprimés dans cette annexe]

Sommaire

1. Utilité du service / utilisation par les usagers / acceptation-rejet
2. Utilisabilité / accessibilité des navettes, du service
3. Activité des grooms / repères pour l'autonomisation du service
4. Supervision / repères pour l'exploitation

1. Utilité du service / utilisation par les usagers / acceptation-rejet

- La **vitesse** ressort évidemment comme un facteur essentiel de l'utilité perçue. Elle est déterminée par plusieurs éléments dont : la **largeur de la voie**, l'utilisation de la voie par d'**autres usagers** (piétons, cyclistes, voitures, camions, etc.), le **paramétrage** de la navette, son "**intelligence**" (capacités à détecter les autres usagers de la voie, interpréter leurs intentions...), la possibilité pour les navettes de **se croiser**, la **météo** (la pluie, la neige ralentissent la vitesse de la navette, voire ne lui permettent pas de circuler, idem pour le vent qui peut balayer des feuilles, des sacs plastiques), ou encore la **disponibilité des navettes**. Sur ce dernier point il apparaît que dans un souci de qualité de service et poursuivant l'objectif de transporter le maximum de personnes, les accompagnants/superviseurs développent des stratégies comme celle de regrouper les navettes dans les stations "stratégiques" en fonction des flux de personnes. Exemple : le matin à l'entrée du site de [*Centre de recherches*] ou à l'arrêt du rond-point sur lequel les bus déposent les salariés du site de [*Technopole*]. Le midi devant les bâtiments où les salariés travaillent, à partir de 13 heures devant les restaurants, la cafeteria, etc. Ainsi **l'utilité du service implique d'identifier les flux de personnes sur le site dans lequel les navettes seront exploitées...** De plus, le **système de gestion de flotte autonome devrait intégrer ces évolutions de flux, avec des périodes "creuses" où les**

passages de navettes pourraient être équitablement espacés et des périodes de flux importants de personnes où les navettes pourraient stationner aux arrêts "stratégiques" en attendant les utilisateurs. En effet pour reprendre une verbatim d'accompagnant : "les gens ne nous attendent pas, si on n'est pas là quand ils sortent du bus, ils partent à pied".

- **Le choix du trajet** est également un déterminant essentiel de l'utilisation. Exemple à *[Centre de recherches]* : les circuits utilisés par les salariés du site sont plus courts que ceux utilisés par les navettes (exemple : entrée du site-bureau, bureau-nouveau self...) ce qui explique le faible nombre d'utilisateurs. **L'utilité du service implique d'identifier les circuits utilisés par les usagers des sites dans lesquels les navettes seront exploitées.**
- Le **mode "tram"** manque également de sens pour les utilisateurs qui ne voient pas l'intérêt de s'arrêter à chaque arrêt alors que personne ne monte ni descend de la navette. La question de la conception de **bornes d'appel + applications smartphone** sera donc à instruire pour des expérimentations longues et des implantations définitives.
- La valeur **"lutte contre la sédentarité"** est palpable du côté des "non-utilisateurs". Idem pour la valeur **"pertes d'emplois"**. Des contrarguments ont été développés par *[la Leading]* (les NA créent des emplois, sont un complément aux autres moyens de transports existants, etc.). D'autres **valeurs positives** sont mises en avant également (favorise la mobilité de personnes qui auraient des difficultés à se déplacer, permet de lire ses mails, d'écrire sur son smartphone en toute sécurité...). Ce sont aujourd'hui les grooms qui les transmettent à l'oral. Quand les NA pourront être autonome, leur présence quelques semaines sur le site pourront permettre de transmettre ces valeurs et favoriser **l'acceptation** du service et/ou il faudra communiquer sur ces points...
- Des évolutions type **"options"** ont également été évoquées par les usagers, grooms pour que la navette puisse être plus attractive : la présence d'un écran TV d'information (local et propre au site ou type ITV, BFM), la présence d'une connexion USB, wifi...
- Interrogations des usagers des sites quant à l'absence de **panneaux solaires** sur ce véhicule innovant.
- **L'acceptation** est déterminée également par la **fiabilité** du service, la **sécurité**. En cela, *[Centre de recherches]* prend les précautions nécessaires (roulages plusieurs jours pour tester la fiabilité technique avant le lancement du service, progrès techniques/technologiques réguliers issus des capitalisations des expérimentations, vitesse limitée pour ne pas s'exposer...). Les grooms effectuent les dernières régulations. Ils semblent néanmoins dire que les **petits animaux** (canards, petits chiens, chats...) ne sont aujourd'hui pas détectés par les **lidars**...
- Les utilisateurs salariés d'entreprises sur *[la Technopole]* semblent majoritairement être des stagiaires, personnes en visite ponctuelle sur le site, etc. En effet, l'intégration de ce service perturbe les **habitudes** des personnes qui fréquentent quotidiennement un site. Le caractère "expérimental" du service peut expliquer ce rejet relatif : les usagers sédentaires n'ont pas envie de changer leurs habitudes seulement pour quelques semaines (ce qui est couteux psychologiquement). Ceci sera probablement différent dans le cas de la mise en place d'un service durable

- A contrario, ce caractère **expérimental** a aussi eu un impact **positif** sur l'**affluence**. En effet, la majorité des utilisateurs interrogés sur les différents sites venaient tester la navette par "**curiosité**" et non parce que cette dernière leur était réellement **utile**.

2. Utilisabilité / accessibilité des navettes, du service

- La **signalétique** influence l'utilisation, tout comme la **publicité** et la **communication** qui sont faites (ou non) autour du projet. A *[Technopole]* : panneaux, journal tv, journalistes, interviews, conférences de presse... banderoles au rond-point (évoquée par plusieurs passagers pendant nos observations), flyers, arrêts matérialisés, affiches City Mobile 2 sur les bus de *[Nom de ville]*. Au *[Centre de recherches]*, cette publicité a été moins présente et la communication moins fluide. L'explication tient notamment au fait de la disponibilité et des enjeux pour les exploitants qui ont pu mobiliser nombre de leurs salariés à *[Technopole]*. A l'inverse des exploitants de *[Centre de Recherches]* sont extrêmement occupés par le projet de la construction des nouveaux bâtiments. Néanmoins, comme lors des expérimentations précédentes, des **anticipations** auraient pu être encore plus efficaces sur *[Technopole]* : (exemple : des affiches City-Mobile ont été déposées seulement 3 semaines avant la fin de l'expérimentation, l'**application smartphone** *[nom de l'application]* permettant de localiser les navettes est arrivée tard également).

- Les observations d'**usages** et de **postures** des usagers révèlent une tendance à se mettre face au sens de marche de la navette et à se retourner pour voir la route quand cela n'est pas possible. Ce besoin d'être rassuré en voyant la route risque de s'accroître avec l'augmentation de la vitesse des navettes.

Afin d'ouvrir à de possibles nouvelles idées futures, voici une suggestion vis-à-vis d'un autre principe d'agencement interne de navette (exemple : Figure B).

Bien entendu, cette idée n'a pas été instruite et poserait de très nombreuses nouvelles questions...

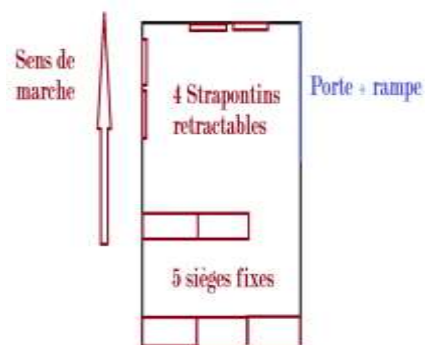


Figure B : schéma de principe d'une NAVX

- Les efforts faits en termes d'**accessibilité** (rampe d'accès destinée aux personnes à mobilité réduite, hauteur de l'écran, surface de rotation pour le fauteuil, etc.) sont indubitablement des facteurs supplémentaires d'**acceptation** car ils vont dans le sens de **valeurs** sociales communément partagées. Sur certains sites ils sont très utiles, comme à *[Technopole]* (proximité croix rouge, associations handicap, école...). Ils peuvent même constituer un **argument commercial** vis-à-vis du concurrent...
- Lorsque la navette sera en libre-service, des réflexions en termes "**d'inaccessibilité**" pourront être menées pour protéger certains éléments (écrans, brise vitre, etc.).
- Enfin l'**accessibilité** ne doit pas seulement être pensée à destination des usagers du service mais également de l'**ensemble des personnes** en lien



Figure C : Chauffeur saignant une NAV2

avec les navettes : les opérateurs qui travailleront sur les lignes de construction des navettes chez Ligier, le personnel qui gèrera sa maintenance, son entretien, son transport (cf. Figure C).

3. Activité des grooms / Repères pour l'autonomisation du service

- [La Leading] recrute quasiment systématiquement des grooms qui sont très performants. Leurs **qualités communes** sont : avoir un profil un minimum technique, avoir le permis de conduire, une sensibilité aux nouvelles technologies/aux véhicules, des qualités de "patience" (lorsqu'ils passent beaucoup de temps seuls), être multilingue (les sites accueillant ces expérimentations sont généralement ouverts à des publics non francophones), et surtout être loquace et à l'aise à l'oral, avoir des qualités d'animation, voire même de **commercial** nous ont dit certains grooms.
- En termes de **formation**, celle dispensée semblent aujourd'hui convenir. Des **check-list de réponses types** ont commencé à être rédigées par [La Leading] et aident les grooms à répondre aux différentes questions. Une **version anglaise** a été demandée par certains.
- Comme nous pouvons le voir dans d'autres sphères professionnelles, ces travailleurs que sont les grooms construisent des **valeurs** révélatrices de ce qu'est pour eux le "travail bien fait". Ces valeurs sont liées entre autres choses aux attentes des utilisateurs/bénéficiaires du service et elles devront demain être intégrées au **service autonome**. En voici quelques-unes :
 - assurer la **sécurité** des biens et des personnes,
 - **ne pas gêner** les autres usagers de la chaussée (pour cela, les grooms font souvent des signes de **courtoisie**, informe avec des signes de **l'intention** de la navette, s'excusent lorsqu'une voiture les suit à vitesse réduite car elle ne peut doubler ou lorsqu'un piéton laisse la priorité à la navette : comment cette courtoisie sera assurée demain sans groom, ou alors ne sera plus nécessaire ?),
 - faire en sorte que les utilisateurs aient passé un agréable moment, offrir un service **utile, fiable, rapide, confortable**,
 - transporter un maximum de monde,
 - **répondre aux questions** des utilisateurs (comment les utilisateurs du service autonome de demain auront-ils les réponses à ces questions ? Signalétique ? Groom présent au cours des premières semaines ? Campagne d'information sur le site ? Application ?)
 - donner une **bonne image** de la navette, de l'entreprise qui les fabrique,
 - être **utile** à la **conception** des navettes (par exemple en remontant les difficultés au constructeur/à l'exploitant),
 - **respecter les consignes** données par le constructeur, l'exploitant, etc.
- Toutefois de nombreuses observations témoignent des difficultés à atteindre conjointement l'ensemble des objectifs que se fixent les grooms qui doivent alors opérer des **arbitrages** entre des valeurs qui peuvent s'avérer conflictuelles. Voici quelques exemples :
 - Sur le site de [Technopole], les navettes étaient régulièrement ralenties par des piétons marchant devant elles dans le même sens qu'elles et ne les entendant pas, ou ne connaissant pas le fonctionnement des navettes. Les grooms auraient aimé

pouvoir les **alerter** sans se montrer non plus agressif. Ils évoquaient une petite **sonnette** manuelle à l'intérieur de la navette (avec un son léger et mélodieux). L'on peut également penser à un **signal visuel**, type rayon qui projette la trajectoire de la navette sur les mètres à venir...

- Car en effet, a contrario, lorsque le klaxon est "trop" sensible, celui-ci peut percuter la valeur "ne pas gêner les autres usagers". Par exemple l'on a vu qu'à [*Campus universitaire suisse*], les grooms **shuntaient le klaxon** à proximité de la bibliothèque car celui-ci s'activait régulièrement à proximité des herbes hautes qu'il détectait comme obstacle et gênait les usagers de cette bibliothèque. Idem à [*Centre de recherches*] sur l'ancien parcours lorsque le trajet passait à proximité d'un trottoir. Ici s'incarnait donc un arbitrage entre des valeurs "sécurité/respect des consignes" et "ne pas gêner les usagers du site".
 - Des **règles** sont difficiles à faire **respecter par les grooms**, par exemple ne pas manger à l'intérieur, ne pas rentrer avec des animaux (exemple d'un monsieur aveugle avec son chien à [*Technopole*], ne pas embarquer des personnes ou les faire descendre en dehors des arrêts (difficile à [*centre de recherches*] où l'affluence est déjà faible, difficile aussi lorsque l'on a à faire à une population particulière (personnes âgées, personnes ayant des difficultés motrices...))... Idem pour le fait de garder une **équidistance** entre les navettes alors que plusieurs valeurs vont dans le sens de transporter un maximum de personnes : "*On a développé des stratégies à force, on attend les gens au départ car on a remarqué que les gens ne nous attendaient pas. Si on attend 10s on ne monte personne – ou alors la moitié de ce que l'on fait actuellement. Les utilisateurs sont contents de nous voir les attendre, ça fait un peu comme un service à la carte*".
 - Lors de **fortes affluences** (démonstrations, début d'expérimentations, ou éventuellement forte utilité du service), les grooms (ou hôtesses à [*Congrès*]), avaient aussi la tâche de gérer la file d'attente. Leurs présences étant amenées à disparaître, il sera important de penser à la structure des arrêts (abris, système de file d'attente, qui a la priorité entre quelqu'un qui a appelé via son smartphone ou quelqu'un qui attend depuis plus longtemps à l'arrêt s'il n'y a plus qu'une place). Comment va être gérée la **limite de 9 personnes** le jour où plus personne ne surveillera ? (système de **balance** ?)
 - Le service n'est pas toujours **utile** pour les usagers. En effet, dans certains environnements dans certaines conditions, l'utilisation de la navette ne représente pas un gain de temps. Les grooms développent alors des **stratégies** pour compenser l'échec de cette valeur : ils discutent avec les usagers, essaient de les faire rire, de leur apprendre des choses, de justifier la vitesse limitée de la navette, etc.
- Les grooms réalisent aussi plusieurs types **d'actions manuelles** au cours de leur service (ils réarment lorsqu'il y a un arrêt, anticipent des erreurs d'autres usagers de la chaussée en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence, contournent un obstacle, nettoient les lasers/caméras quand elles sont salées ou que des gouttes d'eau perlent dessus...). Néanmoins ces actions sont plus rares qu'il y a quelques mois. Ceci est sans doute en partie lié aux paramétrages des navettes mais aussi aux caractéristiques environnementales (plus il y a d'obstacles/aléas potentiels sur le trajet (comme à Lausanne), plus le nombre d'interventions manuelles sont importantes).

- D'ailleurs, l'observation des **prises d'information visuelles** des grooms montre que même les grooms expérimentés prennent régulièrement des informations sur l'environnement des NA. En général l'information prise est vers l'avant en début de chaque segment de route où la visibilité est nouvelle (contrôle d'obstacles potentiels à anticiper). Puis la prise d'information avant est répétée toutes les 10-15 secondes minimum en ligne droite. Néanmoins, à [Centre de recherches], nous avons remarqué en plus que les grooms contrôlaient derrière eux avant certains virages (des camions n'anticipant pas le fait qu'ils allaient tourner pouvaient les dépasser à ce moment-là ce qui présentait un risque grave de collision), et avant certains redémarrage après arrêt (idem pour laisser d'éventuels véhicules les doubles tant que la navette était arrêtée). Ceci nous amène à réinterroger la perspective de mieux **communiquer les intentions des NAv2** envers les autres usagers de la chaussée. Par exemple par l'intermédiaire de **clignotant anticipant les virages**, ou encore **d'écrans digitaux** tournés vers l'extérieur indiquant par exemple les comptes à rebours de départ (je pars dans 5, 4, 3, 2, 1 seconde), de virage/d'arrêt (je tourne à gauche dans 100, 80, 60, 40, 20 mètres...). Ecrans qui un jour pourront même avoir des vertus publicitaires par exemple. **L'ergonomie** pourra être sollicitée dans toutes les actions de **communication des intentions**. En effet, il faudra intégrer le fait que les destinataires de ces actions de communication ne seront pas tous "valides". En effet, certains pourront être **déficients** au niveau de certains sens, fonctions (**malvoyance, surdité, illettrisme, daltonisme**, etc.).

4. Supervision / Repères pour l'exploitation

- Il apparaît aujourd'hui impensable que ce service ne soit pas lié à un **système de supervision** (comme à [Campus universitaire suisse et Technopole]) géré par des opérateurs humains, et notamment lorsqu'il sera autonome. Nous pensons même que les véhicules individuels autonomes devront être supervisés humainement (comme les avions, les métros, les trains, etc. En effet, tous les aléas ne pourront jamais être entièrement intégrés dans le réglage de l'automate et l'intervention humaine sera toujours requise. Toutefois évidemment, cette supervision ne nécessitera sans doute pas la création systématique de **salle de contrôle** ou le recrutement d'un superviseur et pourra s'intégrer (**sous certaines conditions à identifier**) aux systèmes déjà en place sur les sites qui exploitent les services NAv2.
- Ces **superviseurs** ont **besoin d'informations** de la part des navettes (leur position, la nature des difficultés qu'elles rencontrent, ou que les passagers peuvent rencontrer). Aujourd'hui ces informations sont en partie données par les **logiciels de gestion de flotte** développés par [La Leading], en partie par les grooms.
- Dans les versions futures des NA, un système de **caméras intérieures** est prévu, ce qui permettra la transmission d'un certain nombre d'informations depuis les navettes vers les superviseurs - informations qui seront certainement très utiles à la fiabilisation du service.
- L'on peut également penser qu'un **système de communication** par micro pourrait se déclencher soit à l'initiative du superviseur, soit à l'initiative des usagers.
- De même, en équipant les navettes de **caméras/interphone**, d'autres besoins pourraient être satisfaits chez l'exploitant. Par exemple, un système de ronde et de surveillance mobile de son site. La possibilité pour quelqu'un qui serait témoin d'un malaise ou d'un problème quelconque d'arrêter la navette pour appeler les secours depuis celle-ci... Ces options pourraient aussi avoir des **vertus commerciales**...

- Aujourd'hui les superviseurs trouvent parfois utile de pouvoir **voir** (visuellement) quelles navettes entrent et sortent des garages, dans quel état elles sont. De même lorsque les navettes seront autonomes, un opérateur humain devra sans doute les **contrôler** le soir, les nettoyer, gérer leur **entrée et sortie** du garage. Ces contraintes sont à intégrer dans l'**exploitation**...
- Les superviseurs remontent aussi le besoin de disposer de l'ensemble des informations dont ils ont besoin sur plusieurs écrans simultanément (cf. D).

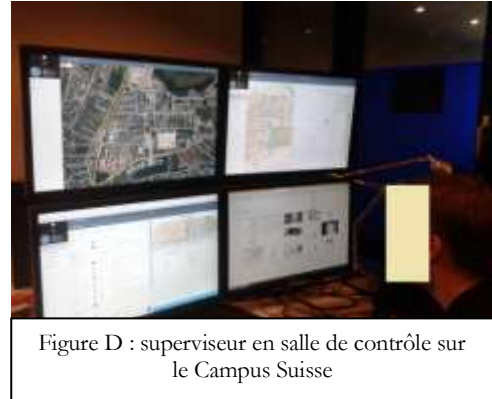


Figure D : superviseur en salle de contrôle sur le Campus Suisse

Annexe 3 : Questionnaire acceptabilité/acceptation (site du CHU ; avant et après utilisation des NAv1)

(Décembre 2013 et Mars 2014)

Le principe d'utilisation des NAv1 est celui d'un ascenseur horizontal, c'est-à-dire avec des départs réguliers des deux extrémités du trajet : le parking et l'entrée de l'hôpital. La NAv1 se déplace sur le trottoir aménagé entre les deux points. Afin de pouvoir se servir de cet « ascenseur horizontal », il vous faut appuyer sur le bouton d'appel à la borne d'arrêt. Sur son trajet, la NAv1 roulera au maximum à 12 km/h, détectant tous les obstacles sur la trajectoire et gérant les imprévus soit par un ajustement de sa vitesse, soit par un arrêt total. A moteur électrique, la NAV1 se déplace à l'aide d'énergies propres. La capacité de la NAv1 est de 4 places assises et 2 places debout. Le NAv1 est accessible à tous les visiteurs de l'hôpital. Dans ce contexte, exprimez votre degré d'accord avec les propositions suivantes :

1) [**intentions**] Il est probable que j'utilise le véhicule autonome sans chauffeur s'il est à disposition.

(pas du tout) 1 2 3 4 5 6 7 (tout à fait)

2) [**utilité perçue**] L'utilisation du véhicule autonome sans chauffeur devrait faciliter mes déplacements pour mes visites à l'hôpital.

(pas du tout) 1 2 3 4 5 6 7 (tout à fait)

3) [**contrôle comportemental perçu**] Je suis confiant(e) dans mes capacités à utiliser le véhicule autonome sans chauffeur.

(pas du tout) 1 2 3 4 5 6 7 (tout à fait)

4) [**confiance**] L'utilisation du véhicule autonome sans chauffeur m'inspire confiance.

(pas du tout) 1 2 3 4 5 6 7 (tout à fait)

5) [**norme du groupe/influence sociale**] Combien d'habitants de la région Auvergne seraient d'accord pour dire que le véhicule autonome sans chauffeur est une bonne chose ?

(très peu) 1 2 3 4 5 6 7 (la plupart)

6) [**Plaisir perçu**] Utiliser le véhicule autonome sans chauffeur me fait plaisir.

(pas du tout) 1 2 3 4 5 6 7 (tout à fait)

Questionnaire d'acceptabilité transmis sous forme de flyers, avant utilisation de la NAv1

Dans le contexte du trajet que vous venez d'effectuer, exprimez votre degré d'accord avec les propositions suivantes :

1) [**intentions**] Il est probable que je réutilise le véhicule autonome sans chauffeur s'il est à disposition.

(pas du tout) 1 2 3 4 5 6 7 (tout à fait)

2) [**utilité perçue**] L'utilisation du véhicule autonome sans chauffeur devrait faciliter mes déplacements pour mes visites à l'hôpital.

(pas du tout) 1 2 3 4 5 6 7 (tout à fait)

3) [**contrôle comportemental perçu**] Je suis confiant(e) dans mes capacités à utiliser le véhicule autonome sans chauffeur.

(pas du tout) 1 2 3 4 5 6 7 (tout à fait)

4) [**confiance**] L'utilisation du véhicule autonome sans chauffeur m'inspire confiance.

(pas du tout) 1 2 3 4 5 6 7 (tout à fait)

5) [**norme du groupe/influence sociale**] Combien d'habitants de la région Auvergne seraient d'accord pour dire que le véhicule autonome sans chauffeur est une bonne chose ?

(très peu) 1 2 3 4 5 6 7 (la plupart)

6) [**Plaisir perçu**] Réutiliser le véhicule autonome sans chauffeur me fait plaisir.

(pas du tout) 1 2 3 4 5 6 7 (tout à fait)

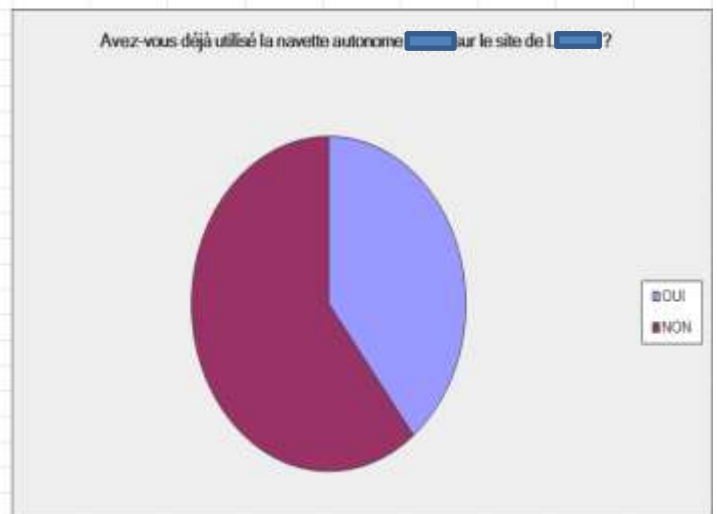
Questionnaire d'acceptation transmis après utilisation de la NAV1

Annexe 5 : Résultats du questionnaire utilisateurs du Centre de recherches

(Mai 2016)

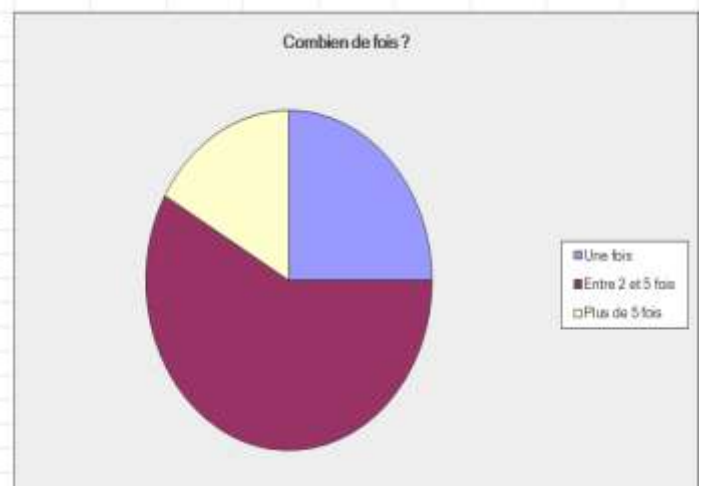
Avez-vous déjà utilisé la NVv2 sur le Centre de recherches ?

Enquête utilisateurs		
Avez-vous déjà utilisé la navette autonome sur le site de ?		
Answer Options	Response Percent	Response Count
OUI	39,4%	56
NON	60,6%	86
<i>answered question</i>		142
<i>skipped question</i>		0



Si oui, combien de fois ?

Enquête utilisateurs		
Combien de fois ?		
Answer Options	Response Percent	Response Count
Une fois	25,0%	12
Entre 2 et 5 fois	58,3%	28
Plus de 5 fois	16,7%	8
<i>answered question</i>		48
<i>skipped question</i>		94



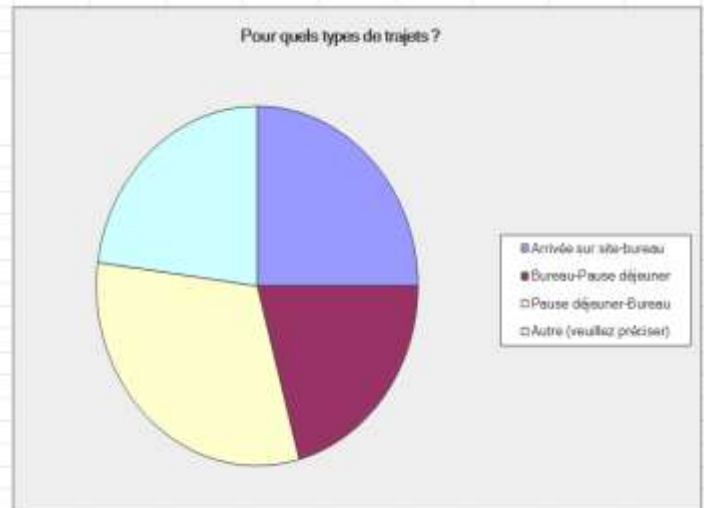
Pour quels types de trajets ?

Enquête utilisateurs

Pour quels types de trajets ?

Answer Options	Response Percent	Response Count
Arrivée sur site-bureau	25,0%	12
Bureau-Pause déjeuner	20,8%	10
Pause déjeuner-Bureau	31,3%	15
Autre (veuillez préciser)	22,9%	11
<i>answered question</i>		48
<i>skipped question</i>		94

Number	Response Date	Autre (veuillez préciser)	Categories
1	avr 28, 2016 6:04 AM	dans la journée entre 2 reunions	
2	avr 27, 2016 4:35 PM	pour aller à un autre bâtiment (il pleuvait)	
3	avr 27, 2016 3:03 PM	quand il pleut	
4	avr 27, 2016 2:35 PM	Aller a un RDV autre bâtiment	
5	avr 27, 2016 2:31 PM	Déplacement inter bâtiments	
6	avr 27, 2016 2:08 PM	Les 3 cas cités au moins une fois	
7	avr 27, 2016 2:00 PM	Arrivée sur site-bureau + Bureau-Pause déjeuner	
8	avr 27, 2016 1:59 PM	pour un trajet site pendant la pause midi	
9	avr 27, 2016 1:42 PM	rdv plateforme E3	
10	avr 27, 2016 1:41 PM	Infirmarie-F32 ; F37-F32	
11	avr 27, 2016 1:40 PM	deplacement inter bâtiment	

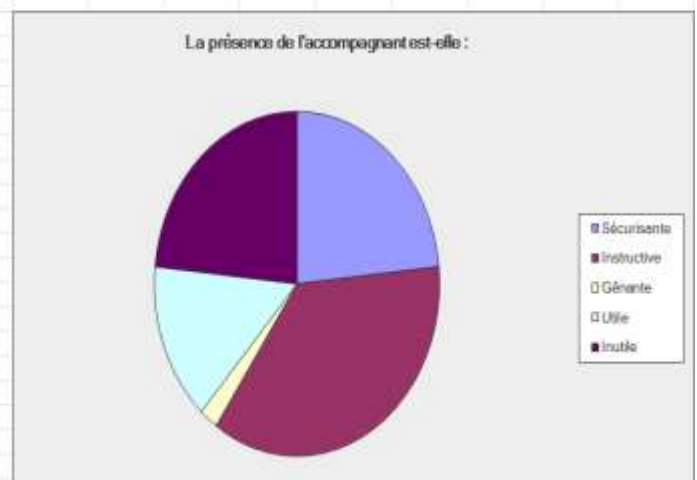


La présence l'accompagnant est-elle surtout :

Enquête utilisateurs

La présence de l'accompagnant est-elle surtout :

Answer Options	Response Percent	Response Count
Sécurisante	23,4%	11
Instructive	36,2%	17
Gênante	2,1%	1
Utile	14,9%	7
Inutile	23,4%	11
<i>answered question</i>		47
<i>skipped question</i>		95



Comment avez-vous perçu cette expérience ?

Comment avez-vous perçu cette expérience ?			
Answer Options		Response Count	
		43	
answered question		43	
skipped question		99	
Number	Response Date	Response Text	Categori es
1	mai 20, 2016 2:51 PM	Pour des trajets aussi courts: amusant mais inutile, surtout que le gain de temps est nul voir négatif en prenant en compte le temps d'attente	
2	mai 19, 2016 10:39 AM	C'est rigolo et ça réponds à ma curiosité...	
3	mai 19, 2016 10:26 AM	Utile quand il fait mauvais temps.	
4	mai 19, 2016 10:00 AM	Un intérêt si pluie	
5	mai 4, 2016 4:05 PM	Temps d'attente trop long. Je l'ai utilisé surtout parce que j'étais intéressé de tester	
6	avr 28, 2016 9:31 AM	je pense que c'est important que MICHELIN s'investisse dans ce type de démarche	
7	avr 28, 2016 6:04 AM	Intéressant	
8	avr 27, 2016 4:35 PM	super agréable mais très lent	
9	avr 27, 2016 3:47 PM	lente	
10	avr 27, 2016 3:43 PM	Bonne mais pas plus rapide qu'à pieds.	
11	avr 27, 2016 3:37 PM	La première fois, on a du descendre car elle n'avancait plus. La deuxième, elle ne s'est pas arrêté. La troisième, le trajet était long.	
12	avr 27, 2016 3:11 PM	J'aime bien c'est pratique (même si j'ai déjà fait la moitié du parcours quand je la prends)	
13	avr 27, 2016 3:03 PM	lente	
14	avr 27, 2016 2:47 PM	Déçu que les véhicule ne soient pas vraiment autonome (présence d'un accompagnant) qui gache l'expérience.	
15	avr 27, 2016 2:35 PM	questions posées à l'accompagnant sur fonctionnement et sa présence Vitesse trouvée comme faible	
16	avr 27, 2016 2:31 PM	PRACTIQUE surtout par mauvais temps	
17	avr 27, 2016 2:14 PM	Un peu lent...	
18	avr 27, 2016 2:08 PM	Découverte intéressante d'un moyen de transport alternatif, mais sans réel intérêt pratique	
19	avr 27, 2016 2:01 PM	on appelle ça une expérience ?	
20	avr 27, 2016 2:00 PM	Très pratique lorsque l'on est chargé et/ou qu'il ne fait pas beau. La navette est assez rapide, on ne perd donc pas de temps.	
21	avr 27, 2016 1:59 PM	très agréable	
22	avr 27, 2016 1:58 PM	Expérience à vivre. Espoir d'une continuation du projet avec un autre itinéraire tenant compte du Campus	
23	avr 27, 2016 1:58 PM	Très bien, à maintenir. Depuis que le visu position réelle est en ligne, parfait. Permet de synchroniser ses déplacements.	
24	avr 27, 2016 1:53 PM	Bien	
25	avr 27, 2016 1:53 PM	Globalement bien. La vitesse est très lente.	
26	avr 27, 2016 1:50 PM	Bien	
27	avr 27, 2016 1:50 PM	Innovatrice	
28	avr 27, 2016 1:49 PM	Navette très lente pour aller de F39 à porte de Bourges. (Les personnes à pied vont plus vite) Pas d'arrêt devant F39.	
29	avr 27, 2016 1:46 PM	Pertinent surtout en cas de pluie. Les trajets ne sont pour le moment pas optimaux pour notre besoin F39E24 donc on l'emprunte peu.	
30	avr 27, 2016 1:46 PM	L'idée est bonne, mais il faudrait que ça aille beaucoup plus vite. Je vais aussi vite à pieds.	
31	avr 27, 2016 1:43 PM	Pas autonome. Horaires peu adaptés. Rarement là quand on a besoin	
32	avr 27, 2016 1:42 PM	expérience intéressante mais peu séduisante au regard de l'utilisation de moyens plus simples et agréables comme le vélo, sensation d'être "handicapé" car vitesse trop réduite	
33	avr 27, 2016 1:41 PM	Bien, car il pleuvait la première fois, et j'étais malade la seconde fois. Cependant elle est assez lente, et il reste un besoin d'action humaine. Le trajet ne semble pas idéal, car il y a des poids-lourds qui peuvent être amené à faire des manoeuvres sur la voie elle-même, empêchant le passage de la navette.	
34	avr 27, 2016 1:40 PM	très lente. Je n'ai vu aucun gain par rapport à un trajet à pied. Et marcher est bon pour la santé...	
35	avr 27, 2016 1:40 PM	transport relativement confortable, surtout quand la météo est désagréable.	
36	avr 27, 2016 1:38 PM	trop lent	
37	avr 27, 2016 1:37 PM	Inutile car je marche aussi vite qu'elle et que mon bureau n'est pas assez loin de son point de départ. Elle serait utile si la navette partait des parkings de stationnement. La distance étant plus longue.	
38	avr 27, 2016 1:37 PM	Très bonne expérience	
39	avr 27, 2016 1:36 PM	très pratique -si le bureau est très éloigné parking	
40	avr 27, 2016 1:34 PM	bof	
41	avr 27, 2016 1:33 PM	la navette est un peu lente	
42	avr 27, 2016 1:32 PM	trop lent	
43	avr 27, 2016 1:31 PM	tous simplement génial.	

Quelles évolutions du service / des navettes pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ?

Quelles évolutions du service des navettes pourraient vous amener à les utiliser plus souvent ?

Answer Options	Response Count
	43
<i>answered question</i>	43
<i>skipped question</i>	99

Number	Response Date	Response Text	Categori es
1	mai 20, 2016 2:51 PM	Pas d'arrêt définie : on l'attrape au vol si elle passe et on sort quand l'on veut, avec en option une application de localisation de la navette avec temps attente avant qu'elle passe devant toi, avec visu du tracé sur un plan type bibmap (une Google mal avec surcouches pour voir les noms des bâtiments sur l'	
2	mai 19, 2016 1:32 PM	accélérer la navette, circuit passant à E24, nombre de navette	
3	mai 19, 2016 10:39 AM	Personnellement je ne vois pas l'intérêt de ce type de service, très coûteux en technologie pour arriver à se déplacer presque aussi vite qu'à pieds...A part pour les personnes à mobilité réduite (si elles arrivent à monter dedans) et en cas de pluie (si on a pas de parapluie...).	
4	mai 19, 2016 10:26 AM	Plus de navettes ou de passage de la navette. Arrêt mieux adapté.	
5	mai 19, 2016 10:00 AM	Plus rapide (aucun gain de temps pour le moment vs trajet à pied)	
6	mai 4, 2016 4:05 PM	Une modification des trajets pour être plus efficace versus la marche à pied et / où sur des distance plus longues	
7	avr 28, 2016 3:09 PM	Plus rapide, plus fréquent, plus permanent...	
8	avr 28, 2016 9:31 AM	un nombre supérieur de navettes, en même temps, pour mieux couvrir la journée	
9	avr 28, 2016 6:04 AM	Pas d'accompagnant	
10	avr 27, 2016 4:35 PM	maintenant : qu'elle vienne au campus...	
11	avr 27, 2016 3:47 PM	trajets plus directstrajets plus rapides	
12	avr 27, 2016 3:43 PM	Plus de rapidité.Pouvoir aller à Campus FDI.	
13	avr 27, 2016 3:37 PM	aller au campus FDI	
14	avr 27, 2016 3:11 PM	Qu'elles partent du bout dubout des parkings !!!	
15	avr 27, 2016 3:03 PM	la rapidité et la fréquence	
16	avr 27, 2016 2:47 PM	Navettes plus rapides et en plus grand nombres.	
17	avr 27, 2016 2:35 PM	"*+ rapide" positionnée entre les bâtiments F27 et F35 sur une boucle bien connue pour les déplacements pour réunions (F32 majoritaire ?)(points arrêt mieux communiquée	
18	avr 27, 2016 2:31 PM	Agrandissement de la plage horaire	
19	avr 27, 2016 2:14 PM	que la vitesse soit mieux adaptée	
20	avr 27, 2016 2:08 PM	Parvenir à augmenter la vitesse réelle des véhicule et à réduire les passages en manuel en protégeant davantage le circuit des autres véhicules (roulant ou à l'arrêt), améliorer le circuit en se rapprochant des trajets nécessaires aux employés du site, positionner les arrêts aux entrées de bâtiments, desservir	
21	avr 27, 2016 2:01 PM	Aucune	
22	avr 27, 2016 2:00 PM	Des horaires précis auxquels la navette passe à tels ou tels arrêts (même système que les bus en ville) car pour l'instant il est difficile de savoir à quelle heure elle va passer à notre arrêt... Même si la nouvelle application facilite les choses, des horaires fixes que l'on pourraient checker en fonction de nos t	
23	avr 27, 2016 1:59 PM	plus de transparence sur les horaires (affichés sur intranet par ex)	
24	avr 27, 2016 1:58 PM	Trajets différents, utilisation de bouton d'appel utilisable lorsque que le véhicule est à l'arrêt	
25	avr 27, 2016 1:58 PM	Augmentation du nombres de véhicules en service aux heures d'entréesorties.Présence à 7h le matin.	
26	avr 27, 2016 1:53 PM	le trajet fixe est contraignant et pas forcément adapté.	
27	avr 27, 2016 1:50 PM	Passage devant le campus FDI	
28	avr 27, 2016 1:50 PM	Peut être connaissance d'horaires fixes pour s'organiser à monter dans la navette... Aujourd'hui, c'est l'opportunité de la voir qui me fait de monter dedans.	
29	avr 27, 2016 1:49 PM	Arrêt devant F39.Arrêt devant Urbalad pour aller manger.Plusieurs navettes afin d'attendre la suivante au maximum 5 minutes.Plus rapide.	
30	avr 27, 2016 1:46 PM	Lien direct F39E24	
31	avr 27, 2016 1:46 PM	la vitesse	
32	avr 27, 2016 1:43 PM	Extension plages horaires.	
33	avr 27, 2016 1:42 PM	augmenter la rapidité des navettes.	
34	avr 27, 2016 1:41 PM	Savoir en temps réel sur smartphone l'heure à laquelle elle arrive à mon bâtiment. (If application T2C tramway). Aujourd'hui, on ne sait pas quand, donc ça reste de l'ordre du hasard "ah ! la voilà !". Accélérer, Accroître la vitesse sur certaines portions. Réviser le trajet pour réduire le risque de blocage par d	
35	avr 27, 2016 1:40 PM	si elle avancent un peut plus vite	
36	avr 27, 2016 1:40 PM	Comte tenu de la vitesse réduite, seul un nombre important de navette (au moins 4 ou 6) permettra de présenter une fréquence pertinente.	
37	avr 27, 2016 1:38 PM	plus rapideà la demande via intranet - fenêtre de Une ou deux minutespas d'arrêt systématique (une fonction "zapper l'arrêt" à l'approche de l'arrêt, si pas de demande et personne à l'arrêt	
38	avr 27, 2016 1:37 PM	- Si la navette partait des parkings(ceux en face de la creche par exemple, celui qui est au bout du parking réservé à Eiffage...) je la prendrai (il me faut 10 min actuellement à pied du parking au bureau)- Si elle roulait plus vite	
39	avr 27, 2016 1:37 PM	La localisation temps réelle pour planifier la prise de la navette (arrivé dernière semaine de l'expérience)	
40	avr 27, 2016 1:36 PM	un peu plus rapide	
41	avr 27, 2016 1:34 PM	Faire plus rapide	
42	avr 27, 2016 1:33 PM	Lorsque URBALAD sera fini pouvoir aller de E3 à urbalad ou F35 plus rapidement qu'avec le trajet actuel	
43	avr 27, 2016 1:32 PM	plus rapide, deserte restaurant.	

Pourquoi n'avez-vous jamais utilisé la NAv2 ?

1	mai 19, 2016 3:25 PM	pas dans ma zone de travail
2	mai 19, 2016 3:16 PM	Je suis plus rapide à pied
3	mai 19, 2016 1:53 PM	Je ne sais pas si je peux l'utiliser ou si elle est en test. Je ne sais pas comment l'arrêter pour monter à bord. Je ne la crois que rarement (autant marcher). Le sens de circulation correspond très rarement à mon sens de déplacement.
4	mai 19, 2016 12:29 PM	navette trop lente donc sans intérêt. Il est bop plus efficace et meilleur pour la santé de marcher.
5	mai 19, 2016 12:27 PM	je ne planifie pas mes déplacements intrasite en fonction des horaires de la navette.
6	mai 19, 2016 11:47 AM	pas d'utilité pour des petits trajets et ce d'autant plus que les trajets sont limités à des zones précises + pas assez rapide => perte de temps + l'envie de marcher
7	mai 19, 2016 10:27 AM	le trajet fixé ne correspond pas à mon besoin. la vitesse est faible par rapport à la marche (pas de gain de temps). je ne sais pas où/ quand on peut monter dedans.
8	mai 18, 2016 7:45 AM	Je n'ai pas eu le réflexe, je me déplace à pied
9	avr 28, 2016 1:19 PM	Pas d'occasion particulière
10	avr 28, 2016 1:11 PM	pas l'occasion parce que pas dans le coin du site où passe la navette
11	avr 28, 2016 12:52 PM	pas de besoin
12	avr 28, 2016 12:45 PM	Je travaille sur le plateau côté G de Ladoux
13	avr 28, 2016 12:44 PM	toujours en test!
14	avr 28, 2016 12:00 PM	Fréquence insuffisante pour mon usage et méconnaissance de la localisation des arrêts. Impression qu'aller à pied ira plus vite.
15	avr 28, 2016 10:10 AM	Se déplace trop lentement, préfère marcher, ne sais pas où la prendre, faut-il lui faire signe au passage ?
16	avr 28, 2016 9:11 AM	trop lente
17	avr 28, 2016 8:53 AM	Pas de besoin
18	avr 28, 2016 8:25 AM	Pas en confiance
19	avr 28, 2016 7:48 AM	Je vais plus vite à pied. (pas besoin d'attendre l'arrivée de la navette + vitesse de trajet)
20	avr 28, 2016 7:47 AM	Pas bien compris le fonctionnement: arrêts, parcours. D'autant que cela a été perturbé par les travaux urba2. Elle semble un peu lente: faire du sport et marcher est pas plus mal
21	avr 28, 2016 6:12 AM	Trop lente, on n'a plus vite à pied, pour le trajet bureau / sortie. Pour un déplacement intrasite, n'est jamais quand on en a besoin.
22	avr 28, 2016 5:52 AM	Jamais là quand on en a besoin
23	avr 28, 2016 5:28 AM	Lent. Horaires inadaptés. Trajet inadapté.
24	avr 27, 2016 8:29 PM	trop lentLe temps d'attente de son arrivée plus le temps de trajet sont plus long que d'effectuer le trajet à pied!
25	avr 27, 2016 3:57 PM	PAS EU L'OCCASION ET NOUS AVONS UN VEHICULE DE SERVICE
26	avr 27, 2016 3:30 PM	Elle ne va pas où je vais (Campus, ...) Je vais aussi vite à pied (tps d'attente et disponibilité)
27	avr 27, 2016 3:29 PM	elle ne passe pas devant mon bâtiment (F35)
28	avr 27, 2016 3:26 PM	Trop lente de plus ce véhicule est gênant pour les autres véhicules sur le site (limite dangereux)
29	avr 27, 2016 3:16 PM	- la navette est beaucoup trop lente- obligé de faire tout le tour avant d'arriver à son point de chute- on ne sait pas quand elle passe
30	avr 27, 2016 2:59 PM	méconnaissance des horaires. trop lent
31	avr 27, 2016 2:59 PM	TROP LENT
32	avr 27, 2016 2:53 PM	pas de besoin avéré sur le tracé actuel
33	avr 27, 2016 2:52 PM	Pas de besoin de me déplacer sur le site, à la vitesse d'un piéton, et par mauvais temps.
34	avr 27, 2016 2:49 PM	PAs de passage vers 10h, 10H30 ou 11H
35	avr 27, 2016 2:45 PM	Je n'ai pas compris comment lui demander de s'arrêter. Je ne sais pas si il y a des "arrêts de navette" et où ils sont. Je vais presque aussi vite à pied, j'y vois un intérêt uniquement quand il pleut.
36	avr 27, 2016 2:44 PM	Déplacement sur site à pied ou en fourgon du service
37	avr 27, 2016 2:24 PM	Je n'ai jamais trouvé nulle part aucune information sur son fonctionnement: horaires? trajet?
38	avr 27, 2016 2:20 PM	Pas de mon côté du tunnel Trop lente
39	avr 27, 2016 2:20 PM	Je n'en vois pas l'intérêt de le faire. Nous sommes assis toute la journée, un peu d'exercice de temps en temps pour aller d'un bâtiment à un autre ne peut pas faire de mal
40	avr 27, 2016 2:18 PM	plus long que de faire le trajet à pied
41	avr 27, 2016 2:17 PM	Son circuit n'est pas approprié pour moi
42	avr 27, 2016 2:07 PM	Le circuit disponible ne correspond pas à mes déplacementsEZ10 ne va pas très vite: en marchant on y est plus vite en moyenne (puisqu'on n'attend pas le prochain passage).
43	avr 27, 2016 2:06 PM	Parcequ'elle n'est pas forcément là quand je pourrais en avoir besoin et que la marche à pied c'est meilleur pour la santé
44	avr 27, 2016 2:04 PM	pas assez rapide! pas assez de navettes.
45	avr 27, 2016 2:04 PM	je marche aussi vite à pied!
46	avr 27, 2016 2:02 PM	Mon bâtiment est trop près de la sortie et EZ10 ne va pas à URBALAD. J'ai l'impression d'aller plus vite à piedLe fait que quelqu'un soit toujours dans le véhicule ne me donne pas envie d'y rentrer
47	avr 27, 2016 2:00 PM	Ne fait pas rapidement le lien entre F32 et E24 (Urbalad)
48	avr 27, 2016 2:00 PM	Elle est souvent à l'arrêt lorsque je souhaite l'utiliser. Je gagne du temps si je ne la prend pas etant donné que je vais plus vite à pied
49	avr 27, 2016 1:59 PM	Par manque de connaissance. Lieu d'arrêt mal indiqué. Peut être aussi la nouveauté (sans chauffeur)
50	avr 27, 2016 1:58 PM	Je préfère marcher. ça me fait faire un peu de sport.
51	avr 27, 2016 1:55 PM	lieu des stations, et vitesse trop insuffisante
52	avr 27, 2016 1:54 PM	Inutile
53	avr 27, 2016 1:52 PM	Je ne me déplace que sur de courtes distances et privilégie toujours la marche
54	avr 27, 2016 1:51 PM	Trop lente, ne va jamais dans le sens dont j'aurai besoin quand je la vois ou n'est pas à proximité
55	avr 27, 2016 1:50 PM	on ne sait pas où / quand elle passe, ni les circuits
56	avr 27, 2016 1:46 PM	Trajet non adapté, ça va plus vite à pied
57	avr 27, 2016 1:46 PM	EZ10 roule tellement lentement que ce n'est pas efficace ni disponible au moment où on en a besoin
58	avr 27, 2016 1:43 PM	Pas d'intérêt. Je préfère marcher.
59	avr 27, 2016 1:43 PM	Ne vient pas dans mon secteur d'activité (E4) + ne connais pas les modalités de fonctionnement (horaire de passage? etc..)
60	avr 27, 2016 1:41 PM	Trajet pas adapté au trajet souhaité. Impression d'aller plus vite à pied.
61	avr 27, 2016 1:38 PM	Pas eu l'occasionNe savait pas qu'il était opérationnelNe sait pas comment et où le prendre et si cela répond à mon besoin
62	avr 27, 2016 1:36 PM	je ne connais pas les arrêts de la navette
63	avr 27, 2016 1:36 PM	ne connais pas les horaires ni les arrêts et me semble très "lente"
64	avr 27, 2016 1:35 PM	Attente aux arrêtsVitesse de déplacement trop faible
65	avr 27, 2016 1:34 PM	Inutile; Trop lent; Il y a toujours quelqu'un à l'intérieur. Ça me fait mal au cœur de savoir qu'un employé est payé à rester dans cette boîte toute la journée (à la fois pour lui: il doit bien s'ennuyer; mais aussi pour l'entreprise: de l'argent fichu en l'air);

Annexe 6 : Grille d'entretien semi-directif à destination des régulateurs : accompagnants, superviseurs, hôtesses

(Avril 2015- Mars 2016)

Les questions ne sont pas à poser dans un ordre précis, ni exhaustivement mais en fonction du contexte et des opportunités. Utiliser les relances inspirées d'explicitation.

A propos d'eux

- Identité : qui ils sont, leur prénom, ce qu'ils font/qu'ils ont fait dans la vie, leurs hobbies...
- Le processus de recrutement : comment ont-ils été recrutés ? En quoi consiste le processus de recrutement, ce qui leur a plu dans ce projet, les qualités qu'ils pensent avoir pour réaliser cette fonction ?
- Degré d'expertise : depuis combien de temps ils assument cette fonction ? à quelle fréquence ?

A propos des processus de régulation (construction de leurs expériences vécues et identification de leurs valeurs en actes)

- Sur un mode de questionnements simultanés ou consécutifs à l'action:
 - Compréhension de l'engagement dans la situation : Que viens-tu de faire là ? Qu'est-ce que tu regardais ? Qu'est-ce qui fait que tu t'y prends comme cela ? Qu'est-ce qui fait que tu viens de klaxonner là ? Qu'est-ce qui fait que tu regardes la cheminée ? Qu'est-ce qui se passerait si tu t'y prenais autrement ?
 - Construction de l'expérience vécue : relances sur les sensations (comment te sens-tu à ce moment-là ?), les préoccupations (qu'est-ce que tu cherches à faire ?), les émotions ? (qu'est-ce que tu ressens ?), les pensées et interprétations (qu'est-ce que tu en penses ?) Les objectifs, les valeurs (qu'est-ce que tu crains ? Qu'est-ce que tu vises ? Qu'est-ce qui est le plus important pour toi ?).
 - Identification des régularités/variabilités : tu t'es déjà retrouvé(e) dans ce genre de situation par le passé ? Est-ce que tu fais toujours comme cela ? dans quelles situations fais-tu autrement ? est-ce que tes collègues font comme toi ? Qu'est-ce qui explique ces différences ?
- Sur un mode resituant:
 - Tâches : en quoi consiste ton métier ? Qu'est-ce qu'il t'est demandé de faire, de ne pas faire ? Qui te donne des consignes, qui prescrit les règles ? Quand ? Comment ?
 - Formation : comment as-tu été formé ? Combien de temps ? Par qui ? Qu'est-ce que l'on t'expliquait exactement ? Est-ce qu'il y a des traces écrites de cette formation ? Est-ce que cela te paraissait suffisant ? As-tu continué d'apprendre des choses ensuite ? Lesquelles ?
 - Identification des situations critiques : Quelles situations difficiles as-tu vécues depuis que tu effectues ce métier ? Est-ce qu'il t'est arrivé(e) de faire des erreurs ? De prendre des risques ? De ne pas avoir été satisfait(e) de ton travail ? Ou au contraire d'avoir réussi à gérer une situation complexe ? Laquelle ? Comment cette situation est-elle arrivée ?

Quelles conséquences ? Dans quelles situations es-tu amené(e) à reprendre le véhicule en conduite manuelle ? A appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence ? A klaxonner ? Qu'est-ce qui fait qu'à chaque fois que l'on passe vers le marécage du golf, tu regardes en direction de la végétation ? Y-a-t-il des situations où sans ton intervention il y aurait eu un accident ? un usager du site déçu ? Lesquelles ?

- Arbitrages : Y-a-t-il des situations qu'il est aujourd'hui difficile de gérer, où l'on est obligé de faire un compromis ? Comment tu fais pour faire un choix ? Comment tu classes par ordre d'importance ? Ressens-tu des conflits de valeurs parfois ? Des situations où il t'est impossible de bien faire, où tu dois faire des choix ? Raconte-moi comment cela s'est passé ? Et là tu as ressenti quoi à ce moment-là ? Tu t'es dit quoi ? Tu as craint quoi ? Visé quoi ?
- Développement des compétences / Evolution des systèmes de valeurs, des micro-identités : est-ce qu'ils ont fait évoluer leur façon de travailler depuis qu'ils ont commencé ? En quoi ? Il y a des choses auxquelles tu fais plus attention aujourd'hui que le jour où tu as démarré ; auxquelles tu es plus sensible ? à l'inverse, quand tu as démarré ce job, tu faisais des choses que tu as abandonné depuis, ou qui te paraissent secondaires aujourd'hui ?
- Construction de l'expérience vécue : et là tu as ressenti quoi à ce moment-là ? Tu t'es dit quoi ? Tu as craint quoi ? Visé quoi ?
- Régulations collective, construction de valeurs communes : est-ce que vous parlez, entre-vous, de votre travail de régulateur ? Avec les autres fonctions également ? est-ce que vous avez fait évoluer des choses collectivement depuis le début de l'expérimentation ? Est-ce que vous avez des désaccords des fois ? Lesquels ?
- Conception : qu'est-ce qu'il faudrait améliorer selon toi pour que le service soit plus utile ? Mieux accepté ? Plus sécurisé ? Quelle est ta plus-value par rapport à un automate ? Qu'est-ce que tu mets en place aujourd'hui qui fait que les usagers du site acceptent mieux la présence des navettes, le service ; que si tout était géré automatiquement (+ relances de type explications)

A propos des usagers des sites

- Fréquence d'utilisation, affluences (en fonction des moments de la journée de la période, d'autres critères comme la météo...)
- Caractéristiques des personnes utilisant / n'utilisant pas la navette
- Activités des personnes sur le site utilisant / n'utilisant pas la navette
- Mobiles des personnes utilisant / n'utilisant pas la navette : « qu'est-ce qui fait, selon toi, que les usagers du site utilisent le service/ne l'utilisent pas ? »
- Ce qui plaît aux utilisateurs du service, ce qu'ils critiquent : « Comment vivent-ils cette expérience ? » « Quels sont leurs retours ? »
- Quels rapport les régulateurs ont-ils avec les différentes catégories d'utilisateurs / non-utilisateurs ? « Comment la présence des navettes est-elle perçue de la part des différentes

catégories d'utilisateurs du site ? » ; « Comment la présence des régulateurs est-elle perçue par les utilisateurs des sites ? ».

A propos des concepteurs / des exploitants / des régulations froides

- Fréquences et natures des rapports entre les régulateurs et les concepteurs / les exploitants.
- Régulations froides : est-ce qu'ils sont au courant que vous faites ça ? comment cela se fait-il / qu'en pensent-ils ? Est-ce qu'il y a des choses qui ont évolué depuis le début de l'expérimentation ? Sur le parcours, les caractéristiques de la navette ? Les consignes qui vous sont données ? Comment explique-t-on ces évolutions ? Est-ce qu'il y a des choses qui mériteraient, selon toi, d'être transformées pour améliorer la qualité de service ? la sécurité ? vos conditions de travail ? Comment se fait-il qu'elles ne sont pas améliorées ?
- Qu'est-ce qui est le plus important selon toi pour les concepteurs / les exploitants vis-à-vis d'une expérimentation comme celle-là ?

Annexe 7 : Grille d'entretien semi-directif à destination des exploitants et concepteurs

(Avril 2015 - Mars 2016)

Les questions ne sont pas à poser dans un ordre précis, ni exhaustivement mais en fonction du contexte et des opportunités. Utiliser les relances inspirées d'explicitation.

A propos d'eux

- Leur identité : qui ils sont...
- Leur cursus professionnel : leur formation, comment ont-ils été recrutés, ce qu'ils font précisément dans l'entreprise, depuis combien de temps ils assument cette fonction ? Comment celle-ci évolue...
- Leurs tâches / activités : en quoi consiste leur travail ? Comment est organisée l'entreprise ? Qui fait quoi ? Quand ? Comment ?

A propos du projet / de leurs valeurs en tant que concepteurs/exploitants

- Quels sont les objectifs de ces expérimentations, qu'est-ce qui est important dans ce projet, dans cette expérimentation ? Pour ton/votre entreprise ? pour toi/vous personnellement ?
- A propos du projet : Quelle est l'histoire du projet ? De l'entreprise ? Quelles sont les étapes à venir ? Y a-t-il des risques pour ton entreprise ? pour toi personnellement ? Lesquels ? Comment vois-tu l'autonomisation du service dans les mois/années à venir ? La gestion de la sécurité ? L'évolution de l'acceptation de cette technologie innovante ? La communication auprès des clients (exploitants et/ou utilisateurs) ?

A propos de la façon dont ils vivent les phénomènes de régulation, leurs représentations sur les situations critiques, la gestion de la sécurité et de la performance globale du service

- Les régulateurs : Comment sont recrutés des régulateurs ? Qu'est-ce qui leur est demandé au moment du recrutement ? Y a-t-il des critères de recrutement formalisés ? En quoi consiste le travail des accompagnants ? Des superviseurs ? Des hôtesse ? Comment sont prescrites les consignes ? Qui les transmet ? Comment ? Qu'est-ce qui a amené à la conception de telle ou telle consigne ? Les consignes ont-elles évolué au fil des expérimentations ? Au cours d'une même expérimentation ? Comment l'explique-t-on ?
- Les situations critiques / leur régulation : A quelles situations difficiles est exposé le service ? Les régulateurs font-ils des erreurs ? Prennent-ils des risques ? Etes-vous parfois non-satisfaits de leur travail ? Ou au contraire particulièrement satisfaits parce qu'ils ont réussi à gérer une situation complexe ? Laquelle ? Comment cette situation est-elle arrivée ? Quelles conséquences ? Y a-t-il des situations où les accompagnants ou les superviseurs sont amenés à intervenir sur le fonctionnement du service ? Quand ? Vous font-ils régulièrement des retours ? Sous quelles formes ? Vous arrivez à les intégrer à la conception ? Quelle est leur plus-value par rapport à un automate ? Est-ce qu'ils mettent en place aujourd'hui des actions qui font que les usagers du site acceptent mieux la présence des navettes, le service ; que si

tout était géré automatiquement ? Quelles sont vos relations avec la Leading/l'exploitant du site/les régulateurs/les usagers ?

- Arbitrage/valeurs : y-a-t-il des situations qu'il est aujourd'hui difficile à gérer, où l'on est obligé de faire un compromis ? Comment faites-vous pour faire un choix ? Comment classez-vous par ordre d'importance ? Et là tu as ressenti quoi à ce moment-là ? Tu t'es dit quoi ? Tu as craint quoi ? Visé quoi ?

A propos des usagers des sites

- Comment sont choisis les sites expérimentaux ? Les parcours empruntés par la navette ? Comment est communiquée l'implantation de ce service sur les sites ?
- Fréquence d'utilisation, affluences (en fonction des moments de la journée de la période, d'autres critères comme la météo...)
- Caractéristiques des personnes utilisant / n'utilisant pas la navette
- Activités des personnes sur le site utilisant / n'utilisant pas la navette
- Mobiles des personnes utilisant / n'utilisant pas la navette : « qu'est-ce qui fait, selon toi, que les usagers du site utilisent le service/ne l'utilisent pas ? »
- Ce qui plaît aux utilisateurs du service, ce qu'ils critiquent : « Comment vivent-ils cette expérience ? » « Quels sont leurs retours ? »
- Quels rapport les régulateurs ont-ils avec les différentes catégories d'utilisateurs / non-utilisateurs ? « Comment la présence des navettes est-elle perçue de la part des différentes catégories d'usagers du site ? » ; « Comment la présence des régulateurs est-elle perçue par les usagers des sites ? »

Annexe 8 : Exemple de codage des valeurs au cours d'un entretien semi-directif

(Juin 2015)

Phase 1 : Elaboration des hypothèses :

Moi : quand tu enclenches ce bouton ici, c'est dans quel but ?

Acc : bah... en fait... là j'enlève la **sécurité** de la navette pour éviter que le klaxon ne se déclenche parce que dans cette zone il **sonne à chaque fois** et ça me sert à rien. Normalement c'est **interdit** de faire ça mais bon... ça me paraît juste **logique**, et je ne suis pas la seule à le faire.

Sécurité ?

Moi : Et tu dis que dans cette zone le klaxon se déclenche à chaque fois.

Respect des procédures ?

Acc : oui quasiment, à cause de l'herbe, quand on passe trop près du bord et qu'elle est trop haute, comme là, ça sonne et ça fait un **bruit d'enfer**. En plus ça **ralentit** la navette. Et des fois ça se déclenche aussi à cause du vent qui fait s'envoler le sable et qui déclenche le klaxon.

Contrôle ?

Moi : Ah oui c'est vrai que le klaxon il est pas spécialement agréable ! C'est que ça te gêne toi ou...

Satisfaction ?

Acc : déjà moi ça me saoule mais c'est surtout **pour les gens qui sont dans la bibliothèque**. L'autre jour j'étais en train de réviser et c'est super chiant de l'entendre toutes les 5 minutes...

Moi : oui c'est sûr. Et quand la navette détecte un obstacle, en plus de déclencher le klaxon, ça s'accompagne d'un ralentissement, c'est ça ? Et toi tu essayes de l'éviter...

Non-gêne ?

Acc : Oui, c'est exactement ça. On perd du temps, déjà qu'on n'est pas bien rapides... du coup **les gens qui sont dans la navette arrivent plus tard** et ceux qui attendent **attendent plus longtemps**.

Utilité ?

Moi : oui je comprends. Du coup si je comprends bien et que je reformule avec mes mots : quand tu es dans cette situation-là, c'est-à-dire que tu arrives au niveau de la bibliothèque et que tu sais que ça va sonner... tu préfères sacrifier le respect d'une procédure pour préserver la qualité de service ?

Acc : Oui c'est ça.

Moi : Et par qualité de service, on entend : la fiabilité, c'est-à-dire que la navette arrive à l'heure à l'arrêt, l'utilité du service, le fait que le service ne gêne pas les autres et la satisfaction des passagers... ?

Fiabilité ?

Acc : Oui c'est exactement ça. Encore que la satisfaction c'est un peu exagéré, je ne suis pas sûr que ça change grand-chose à ce niveau là.

Moi : et tu disais que tu sacrifies aussi la sécurité dans cette situation ?

Acc : En un sens oui. S'il y a une sécurité il y a bien une raison, même si j'ai l'impression de maîtriser le risque.

Phase 2 : Vérification des hypothèses :

que dans cette zone il sonne à chaque fois et ça ne sert à rien. Normalement c'est interdit de faire ça mais bon... ça me paraît juste logique, et je ne suis pas la seule à le faire.

Moi : Et tu dis que dans cette zone le klaxon se déclenche à chaque fois.

Acc : oui quasiment, à cause de Therbe, quand on passe trop près du bord et qu'elle est trop haute, comme là, ça sonne et ça fait un bruit d'enfer. En plus ça ralentit la navette. Et des fois ça se déclenche aussi à cause du vent qui fait s'envoler le sable et qui déclenche le klaxon.

Moi : Ah oui c'est vrai que le klaxon il est pas spécialement agréable ! C'est que ça te gêne toi ou...

Acc : déjà moi ça me saoule mais c'est surtout pour les gens qui sont dans la bibliothèque. L'autre jour j'étais en train de réviser et c'est super chiant de l'entendre toutes les 5 minutes...

Moi : oui c'est sûr. Et quand la navette détecte un obstacle, en plus de déclencher le klaxon, ça s'accompagne d'un ralentissement, c'est ça ? Et toi tu essayes de l'éviter...

Acc : Oui, c'est exactement ça. On perd du temps, déjà qu'on n'est pas bien rapides... du coup les gens qui sont dans la navette arrivent plus tard et ceux qui attendent attendent plus longtemps.

Moi : oui je comprends. Du coup si je comprends bien et que **je reformule avec mes mots** : quand tu es dans cette situation-là, c'est-à-dire que tu arrives au niveau de la bibliothèque et que tu sais que ça va sonner... tu préfères sacrifier le **respect d'une procédure** pour préserver la **qualité de service** ?

Acc : Oui c'est ça.

Moi : Et par **qualité de service**, on entend : la **fiabilité**, c'est-à-dire que la navette arrive à l'heure à l'arrêt, **l'utilité** du service, le fait que le service ne **gêne** pas les autres et la **satisfaction** des passagers... ?

Acc : Oui c'est exactement ça. Encore que la **satisfaction** c'est un peu exagéré, je ne suis pas sûr que ça change grand-chose à ce niveau là.

Moi : et tu dirais que tu sacrifies aussi la **sécurité** dans cette situation ?

Acc : En un sens oui. S'il y a une **sécurité** il y a bien une raison, même si j'ai l'impression de maîtriser le risque.

Reformulations

Infirmation

Confirmations

Annexe 9 : Commentaires exprimés par la voix humanoïde au cours de l'expérimentation du campus universitaire auvergnat

(Juin 2014)

L'aller :

- Bonjour, je suis NAV1. Je suis votre véhicule individuel et public, autonome.
- Vous pouvez vous asseoir confortablement. Je vais me charger du trajet.
- Je vais contrôler à la fois la direction et la vitesse, je peux anticiper les dangers de tous les côtés.
- Je vérifie une dernière fois, la voie est dégagée. Nous allons pouvoir démarrer.
- Je vois que nous allons vers les amphithéâtres.
- Je vois que les branches de l'arbre sur la trajectoire pourraient gêner, je me décale vers la gauche.
- Attention, il y a un banc à droite.
- Je dois effectuer un virage à gauche à 90° dans moins de 20 mètres.
- Je vais ralentir dans le virage.
- Je reprends de la vitesse après le virage, les amphithéâtres sont juste devant nous.
- Je vérifie les colonnes à notre droite, un piéton peut émerger à tout moment !
- L'arrêt est prévu dans moins de vingt mètres.
- Attention, je ralentis.
- Vous pouvez ouvrir les portes maintenant.

Le retour :

- Bonjour, je suis NAV1.
- Vous pouvez vous asseoir confortablement, je peux anticiper les dangers de tous les côtés.
- La voie est dégagée. Nous allons pouvoir démarrer.
- Je vois que nous allons vers le tramway.
- Le trajet ne devrait pas durer plus de 5 minutes.
- Nous allons retraverser le long des colonnes, il faut faire attention aux piétons.
- Je dois effectuer un virage à droite à 90° dans moins de 20 mètres.
- Je vais ralentir dans le virage.
- Je reprends de la vitesse après le virage.
- Attention, bientôt un croisement avec une autre voie fréquentée par les piétons !
- Notre destination est à moins de deux minutes.
- Je regrette, nous avons eu un incident.
- Je ralentis, il faut passer dans un espace étroit [*entre les poteaux*].
- L'arrêt est prévu dans moins de vingt mètres.
- Attention, je ralentis.
- Vous pouvez ouvrir les portes maintenant.

Annexe 10 : Les bonnes pratiques de l'opérateur

(Février 2016)

LES BONNES PRATIQUES DE L'OPÉRATEUR

CityMobil2 – SOPHIA ANTIPOLIS

Avant le service

- Relever le niveau de batterie et le kilométrage du véhicule avant chaque service
- Indiquer ces valeurs au superviseur
- Lancer le raccourci *Crèche Retour* depuis la zone de remisage suite à la demande du superviseur
- Demander l'autorisation de quitter la zone de remisage au superviseur afin de rejoindre le point d'initialisation *Golf Park Init* en manuel
- Aller à *Golf Park Init*, **une fois sur place** effectuer un crash logiciel (en faisant Ctrl-C dans la fenêtre Terminal adéquate)
- Initialiser le véhicule à *Golf Park Init* en double-cliquant sur le raccourci correspondant, après avoir reçu l'autorisation du superviseur
- Poser la télécommande à **plat** derrière les sièges, ne pas laisser de nœuds sur le câble, ne pas laisser trainer le câble et ne pas mettre le câble sur la télécommande

Pendant le service

- Lors de l'exploitation, n'afficher que l'IHM (affichant le nom des stations)
- Être bien attentif à ce qui se passe devant le véhicule
- Être bien attentif au comportement du véhicule
- Se référer au superviseur pour **toute** prise de décision (reprise en Manuel, réarmement, ...) et suivre ses directives
 - **Sauf** :
 - Déclencher un arrêt d'urgence en cas de danger
 - Se mettre en Manuel en cas de danger potentiel
- Enclencher un arrêt d'urgence sur l'un des montants lorsque le véhicule est laissé sans opérateur / superviseur à son bord

Après le service

- Ne quitter le programme de contrôle du véhicule (en faisant Ctrl-C dans la fenêtre Terminal adéquate) que lorsque le véhicule se trouve en zone de remisage, à la fin de chaque service
- Relever le niveau de batterie et le kilométrage du véhicule après chaque service
- Relever le nombre de passagers
- Indiquer ces valeurs au superviseur
- Fermer la session User dès que le véhicule est en zone de remisage

Annexe 11 : Les bonnes pratiques du superviseur

(Février 2016)

LES BONNES PRATIQUES DU SUPERVISEUR

CityMobil2 – SOPHIA ANTIPOLIS

Suivre "LES BONNES PRATIQUES DE L'OPÉRATEUR"

Avant chaque service

- S'assurer du bon état des véhicules avant chaque service
- Dans le formulaire "Relevé", entrer les données communiquées par l'opérateur

Pendant le service

- Faire apparaître le véhicule sur l'interface de supervision alors qu'il est encore en zone de remisage et lui allouer la zone d'initialisation
- Ne **jamais** allouer de zones manuellement aux véhicules circulant normalement en mode Auto
- **Protéger** les véhicules conduits en **Manuel** ou ayant subi un **crash** logiciel en leur allouant des areas, et désallouer ces zones après leur passage ; et **seulement** dans ces cas-là
- Désallouer les zones des véhicules sortant du circuit
- Donner des directives **claires et précises** aux opérateurs, leur poser les questions **adéquates** permettant de diagnostiquer les pannes
- Intervenir physiquement auprès des opérateurs en cas de besoin
- Se référer à EasyMile en cas de panne / anomalie et suivre les directives de l'équipe
- Remplir **rigoureusement** les formulaires de rapports d'erreur ; poser les questions adéquates aux opérateurs et répondre à un maximum de champs, en utilisant le moins possible la réponse "Non identifié"

Après chaque service

- S'assurer du bon état des véhicules après chaque service
- Dans le formulaire "Relevé", entrer les données communiquées par l'opérateur