



HAL
open science

Designer les interactions humain-monde pour susciter des émotions positives : application à l'automobile

Renaud Mignerey

► **To cite this version:**

Renaud Mignerey. Designer les interactions humain-monde pour susciter des émotions positives : application à l'automobile. Sciences de l'information et de la communication. Université de Technologie de Compiègne, 2019. Français. NNT : 2019COMP2503 . tel-02407889

HAL Id: tel-02407889

<https://theses.hal.science/tel-02407889>

Submitted on 12 Dec 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.

Par **Renaud MIGNEREY**

Designer les interactions humain-monde pour susciter des émotions positives : application à l'automobile

Thèse présentée
pour l'obtention du grade
de Docteur de l'UTC



Soutenue le 4 juillet 2019

Spécialité : Sciences Humaines & Technologies de la Cognition
et de la Coopération : Unité de recherche COSTECH (EA-2223)

D2503

Thèse

Soumise pour l'obtention du grade de Docteur de l'UTC
en spécialité « Sciences Humaines & Technologies de la Cognition et de la
Coopération »

Renaud Mignerey

DESIGNER LES INTERACTIONS HUMAIN-MONDE POUR SUSCITER DES
EMOTIONS POSITIVES : APPLICATION à l'AUTOMOBILE

Sous la direction de Charles LENAY et de Anne GUÉNAND

Soutenue publiquement le 04 juillet 2019 devant un jury composé de :

M Pierre Lévy , <i>Eindhoven University of Technology</i>	Rapporteur
M Daniel Schmitt , <i>Université Polytechnique Hauts-de-France</i>	Rapporteur
M Pascal Salembier , <i>Université de Technologie de Troyes</i>	Examineur
M Olivier Gapenne , <i>Université de Technologie de Compiègne</i>	Examineur
M Charles Lenay , <i>Université de Technologie de Compiègne</i>	Directeur de thèse
Mme Anne Guénand , <i>Université de Technologie de Compiègne</i>	Co-Directeur de thèse

Et en qualité de membre invité du jury :

Mme Nathalie Herbeth, *Groupe Renault*
Mme Estelle Berger, *Strate Ecole de Design*

Remerciements

MERCI

Charles Lenay, Anne Guénand, Nathalie Herbeth et Stéphanie Baron. C'est parce qu'elle a été ponctuée par nos nombreux débats et réunions que cette thèse répond à la double demande académique et industrielle qui m'a été proposée. Merci pour votre suivi, votre aide et votre bienveillance qui m'ont permis de venir à bout de la thèse, et non l'inverse. Ce travail n'aurait pu aboutir sans le vôtre.

Pierre Lévy, Daniel Schmitt, Pascal Salembier, Olivier Gapenne. Aux rapporteurs et membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail de recherche, merci pour le temps consacré à la lecture de ce travail.

Le laboratoire de recherche COSTECH, et particulièrement **les membres de l'équipe CRED.** C'est par votre biais que j'ai pu mettre un premier pied dans le monde de la recherche. **Pierre, Gunnar, Olivier, Bruno,** merci de m'avoir permis d'intégrer vos cours et y mettre le second.

Dominique, merci pour ton expertise et pour tout le développement réalisé pour prouver que $p < 0,05$.

Gaëlle, France, Anaïs, David, Thibaut, Cécile, merci pour votre aide dans la mise en place de mes expérimentations, le traitement de mes résultats et votre soutien lorsque, parfois, $p > 0,05$.

La direction de la recherche chez Renault, et particulièrement les membres de l'équipe d'analyse sensorielle que j'ai rejointe pendant la majeure partie de ma thèse : **Guillaume et Arménio, Anaïs, Valérie, Amel, Noémie, Myriam, Stéphanie, Julia, Veronika, Pascale, Pierre, Eric, Nathalie.** Merci de m'avoir intégré dans votre équipe, de m'avoir fait découvrir et apprécier la recherche en entreprise. Merci également pour vos patientes explications sur la langue des collaborateurs Renault, majoritairement composée d'acronymes.

La filière expertise, le service ergonomie : **Xavier Chalandon, Sabine, Clément, Sophie, Yves, Rémi, Jean-François, Jean-Baptiste, Léa, Michel, Michelle, Hugo.** Merci pour votre encadrement et vos conseils qui m'ont permis de proposer un contenu qui, je l'espère, pourra contribuer aux projets transverses de l'entreprise.

La direction de l'innovation chez Renault, notamment l'équipe de la stratégie plan recherche et créativité : **Bruno, Dominique, Lomig, Sylvie, Pascale, Suvi, Cécile, Jean-Marc, Philippe.** Merci de m'avoir permis de prendre part à différents projets de l'entreprise, et pour votre gentillesse depuis mes premiers pas en tant que stagiaire chez Renault, jusqu'à aujourd'hui.

Les « gens du simulateur » : **Florent, Frédéric, Jean-Christophe, Baptiste.** Merci pour votre accompagnement ainsi que votre soutien technique et humain pour gérer un projet qui a représenté un apport considérable dans mon travail.

Les « gens du Centre Technique d'Aubevoye » : **Jérôme, Cédric, Romain, Frédéric.** Parce qu'avoir une jolie maquette à présenter à une soutenance est la base en design.

Plus globalement, merci à Renault pour m'avoir accueilli —une troisième fois — et pour les moyens mis à ma disposition, ainsi que pour m'avoir fait prendre conscience que le design ne

se limite pas à un département de l'entreprise, redéfinissant ainsi mes ambitions professionnelles.

Les membres de l'équipe de la recherche en Design à Strate : **Ioana, Frédérique, Isabelle, Estelle**. Merci à mon école de design de m'avoir orienté vers cette thèse. C'est également via Strate que j'ai pu contacter et intégrer plusieurs réseaux de doctorants en design, mieux cerner le potentiel de l'interdisciplinarité dans la recherche, et toujours ramener mon sujet à ma passion, le design.

Le laboratoire de Valenciennes, pour ses conseils avisés sur l'expérience utilisateur et les méthodes qu'il y attache.

Mes collègues et managers chez weave air, qui m'ont offert la possibilité de terminer ma thèse dans les meilleures conditions possibles (avec un support sur la partie « design » de la présentation).

Les doctorants du laboratoire de recherche, ceux de l'association Recherche en Design, les doctorants voisins de bureaux. C'est au travers nos expériences communes que vous m'avez aidé à avancer — et terminer. Merci pour votre sollicitude.

Tous les étudiants de l'UTC et les **collaborateurs Renault** ayant pris le temps de jouer les sujets d'étude. Pour votre participation et la qualité de votre contribution, merci.

Cacao, Farine.

Résumé

Comment enrichir positivement l'expérience émotionnelle d'un automobiliste ? Comment améliorer les relations des conducteurs entre eux et avec les autres usagers de la route ? Nous allons ici proposer un dispositif de perception original, enrichissant l'expérience de conduite d'une nouvelle modalité sensorielle — essentiellement tactile — qui sera en même temps un nouveau dispositif d'interaction inter-conducteurs.

Cette thèse concrétise un enjeu industriel ; motivée par la direction de la recherche du Groupe Renault, elle donne lieu à une réflexion sur les interactions inter-conducteurs, et plus généralement sur l'expérience sociale de la conduite automobile. Par ce travail, le Groupe Renault se positionne en tant que constructeur proposant une alternative au futur de la mobilité basée sur la délégation de conduite, en plaçant le facteur humain au cœur de sa réflexion. Car si les émotions suscitées par l'expérience de conduite constituent un puissant levier de différenciation, les concepteurs de voitures attachent principalement cette dimension affective aux propriétés stylistiques de leurs véhicules. La notion de design se rapporte alors à l'objet visible, et enjolive une technique pensée par ailleurs. Avec des innovations essentiellement envisagées dans une perspective fonctionnelle, les constructeurs proposent ainsi à leurs clients des prestations similaires, sans tenir compte des facteurs relationnels sous-jacents à l'utilisation d'un véhicule. En nous intéressant à la dimension sociale de l'automobile, notre volonté est de susciter une expérience émotionnelle positive issue de l'interaction de deux conducteurs, médiatisée par un système technique.

Soucieux de la complexité des relations humaines, ce travail adapte le concept contemporain de design d'expérience à la méthodologie d'une thèse par le design. Nous privilégions ici une approche guidée par la conception — également appelée recherche-projet —, par laquelle se développent des connaissances théoriques et pratiques. Notre réflexion porte sur l'intégration du design dans les sciences humaines visant à contribuer de manière exigeante à la recherche académique. L'approche se veut interdisciplinaire : en s'inscrivant dans une considération phénoménologique des interactions à valeur émotionnelle, elle s'appuie sur différents leviers théoriques, issus par exemple de la psychologie expérimentale ou des neurosciences. Nous construisons ainsi un nouveau point de vue sur le caractère constituant de la technique dans les phénomènes relationnels, en décrivant de manière située son implication dans l'expérience de conduite inter-conducteurs.

En adoptant une approche combinant études contextuelles, en laboratoire et sur le terrain, différents aspects de la recherche sur l'expérience utilisateur sont pris en compte. Ils nourrissent le processus de conception dans toutes ses étapes en l'enrichissant de nouvelles connaissances issues des pratiques, et requièrent des instruments d'observation et de modélisation que nous concevons. Nous avons ainsi débuté nos recherches par un terrain d'observation informé par un regard théorique, pour poser les hypothèses du lien inter-conducteurs. L'étude en laboratoire a permis d'apprécier plus finement les caractéristiques de ce lien. La définition puis l'évaluation d'un concept matérialisant ce lien, intégré à un simulateur de conduite, a révélé son potentiel émotionnel pour les usagers de la route.

Une première étude sur route ouverte nous a permis de déterminer les conditions permettant l'établissement des relations inter-conducteurs. En ce sens, l'étude endosse un aspect sociologique sur la base de recherches ethnographiques. En mettant le sujet en interaction

avec son environnement, nous avons observé comment les conducteurs interagissaient, mais également leurs motivations non verbalisées amenant à cette interaction. L'analyse des situations pendant lesquelles les usagers de la route s'influencent et se coordonnent réciproquement souligne que **la perception et le sentiment d'avoir été perçu sont des composantes essentielles de leur collaboration**. Nos résultats montrent également que la perception croisée avec celle d'autrui — soit « *j'ai perçu que tu m'as perçu* » — peut constituer une manière d'être ensemble avec les autres sur la route. Elle joue un rôle dans le processus continu de collaboration entre les conducteurs et semble favoriser une expérience émotionnelle positive : c'est pourquoi **montrer à l'autre que nous l'avons reconnu est aussi important que de se sentir reconnu**.

Ces résultats nous ont permis d'orienter nos recherches sur l'émotion, historiquement décrite comme un système de réponses physiologiques, comportementales et cognitives à un stimulus extérieur. Plus récemment, le design émotionnel l'envisage comme l'indicateur de la satisfaction d'un utilisateur dans l'expérience qu'il a d'un système. Nous avons étendu notre travail de recherche à la dynamique de la relation, soit **l'émotion en tant que phénomène intersubjectif, apparaissant lors de rencontres entre individus ou entre une personne et la communauté sociale**. Si, à un niveau individuel, les émotions peuvent informer le sujet de la survenue d'évènements sociaux nécessitant une modification d'un comportement, la relation inter-individuelle est à envisager selon un autre degré d'analyse. En effet, une relation dyadique permet à deux individus d'établir un lien reposant sur une compréhension mutuelle des émotions d'autrui. **L'émotion n'est plus alors seulement une propriété (physique et psychique) d'un sujet, mais bien une propriété d'un sujet dans un contexte précis, soit une propriété relationnelle**.

La reconnaissance des émotions ou de ses manifestations qui les révèlent participe à la constitution d'un système de sens et de valeur, relatifs à des enjeux sociaux. Les émotions reconnues instaurent un processus construit dans l'interaction. Propriété visible de l'action sociale, elles sont une manière de rendre des actions interprétables et significatives. La question de l'interprétation (et de l'attribution) dynamique et située du comportement émotionnel est ici cruciale. Car interprétation, négociation, et inférence sont inextricablement liées ; **ces coordinations — ou émotions — ne sont pas des caractéristiques du sujet qui déterminent le succès ou l'échec de la coordination, mais le résultat de la coordination pour le sujet**. Au vu de notre cadre de recherche, nous avons proposé un examen de la définition des émotions dans le champ des sciences sociales, en nous intéressant prioritairement à l'expérience émotionnelle d'un individu et à ses modes particuliers de compréhension du monde.

Nous soulignons que la connaissance du monde et de son organisation, mais aussi notre socialisation, se réalisent souvent par l'intermédiaire — la médiation — de systèmes techniques. **L'artefact devient une extension du corps percevant**, par exemple la perception par un conducteur de l'adhérence de la route à travers les pneus de son véhicule. Dans ce type d'activité, caractérisée par une certaine forme de médiation (les pneus) et par une distribution particulière de rôles (le code de la route à respecter), **l'instrument ne constitue pas seulement un moyen de la relation, mais il la configure**. Les voitures deviennent des moyens d'expression et de communication avec les autres usagers de la route, modifiant leur manière de percevoir et d'agir ensemble. Aussi jouent-elles un rôle déterminant dans la constitution de notre expérience de la conduite, notamment sociale.

Notre revue de littérature, associée à nos observations nous a également amené à distinguer deux modalités d'interaction perceptive. Nous appelons la première *information perceptive*,

qui correspond à la possibilité pour un observateur de percevoir l'information accessible à autrui, sans indications confirmant que celui-ci l'a perçu. Cette situation s'illustre par le cas de l'observation du contexte d'un véhicule qui ne laisse pas transparaître la direction du regard de son conducteur. Nous appelons la seconde *activité perceptive*, qui correspond à la possibilité pour un observateur de percevoir l'orientation de l'attention d'autrui, et par conséquent d'interpréter ses intentions. Cette situation n'a pas d'équivalent dans un contexte de conduite, mais s'illustre par exemple à travers les mouvements de la canne d'un aveugle dont la trajectoire nous informe de ce qu'il cherche à percevoir. Plus largement, nos analyses éclairent les processus mis en œuvre dans les situations d'activité collective au cours desquelles les acteurs ne sont pas face à face, et sont donc dans l'impossibilité de communiquer directement et explicitement leurs intentions.

Les deux modalités d'interaction perceptive — l'activité perceptive et l'information perceptive — identifiées pendant notre recherche apparaissent, dans un rapport au monde médiatisé par un véhicule, comme des leviers émotionnels potentiels, ce que nous avons cherché à vérifier. À travers une étude expérimentale dite minimaliste, nous avons modélisé leurs caractéristiques via un logiciel conçu dans cet objectif, afin de déterminer laquelle favorise l'émergence d'une relation dyadique riche et positive. Nous avons posé l'hypothèse que l'activité perceptive d'un individu, contrairement à l'information perceptive, facilitait l'exécution d'une activité commune dont la réussite était dépendante des actions de chaque partenaire. Vingt binômes ont été sollicités pour effectuer une tâche de suivi via notre logiciel, mobilisant leur coordination dans chacune des deux conditions. Nos résultats ont montré que **pour qu'il y ait reconnaissance d'une attention d'autrui dirigée vers nous, celle-ci devait aussi être sensible à notre attention. L'établissement de cette dynamique inter-individuelle dépend de la possibilité concrète d'être sensible à l'orientation de l'activité perceptive d'autrui vers son environnement, vers d'autres personnes ou vers nous, ... et réciproquement, la possibilité concrète pour lui d'être sensible à l'orientation de mon activité perceptive vers mon environnement, vers d'autres personnes ou vers lui.** En se concentrant sur l'activité perceptive médiatisée par un système, nous avons mis en lumière l'existence d'une perception réciproque avec autrui, constitutive de l'implication de soi dans une relation partagée. Les résultats montrent également qu'il est nécessaire d'agir pour faire sens, même si cette action est réduite à son expression la plus simple. **La dynamique singulière des individus devient le support d'une construction mutuelle de sens. L'implication perceptive d'un sujet permet ainsi de faire connaître ce qu'il cherche à percevoir chez l'autre. Son intention apparaît à travers son activité perceptive, dépendante des retours qu'il reçoit.** Les sujets de l'étude font finalement état de l'émergence d'un rapport paralinguistique et d'un accompagnement de l'autre élicités par l'activité perceptive, et mettent en évidence le fait que le succès de l'expérience est plus fort avec cette modalité de perception. **Cette étude souligne ainsi le rôle crucial de la dynamique interpersonnelle sur les mécanismes de la compréhension sociale : nous avons montré l'intérêt, d'un point de vue émotionnel, d'accéder à ce à quoi l'autre est attentif.**

Si nous avons mis en évidence un effet avec un principe explicatif de cet effet, nous ne savons pas si son usage sera pertinent en contexte de conduite. La spécificité de ce contexte nous a amenés à réfléchir sur la façon d'incarner techniquement l'activité perceptive dans un véhicule. Sachant que la technique impacte fortement la relation inter-individuelle qu'elle médiatise, et que l'activité perceptive est une modalité perceptive d'interaction favorisant la coordination de

deux individus, nous avons développé le dispositif EyeZ inspiré de ce principe. Il s'agissait donc de designer l'interaction (soit l'intangible) dans laquelle dispositifs et environnements techniques transforment nos possibilités d'action, et par conséquent notre expérience vécue. EyeZ est une Interface Homme-Machine circulaire et tactile en forme de bouton, située sur le volant du véhicule, connectée à un bandeau lumineux externe. Elle permet aux conducteurs d'interagir avec leur environnement pour établir en même temps un nouveau type de perception et un nouveau type de relation avec les autres usagers de la route dont nous évaluerons la résultante émotionnelle. Le dispositif est constitué d'une surface tactile circulaire sur laquelle l'utilisateur agit pour percevoir haptiquement son environnement : le bouton vibre lorsqu'un autre véhicule s'approche de celui de l'utilisateur, à la condition que celui-ci explore la zone du bouton correspondant à la position de l'autre usager de la route. Ce principe perceptif implique donc qu'une recherche active tactile de l'environnement permet de détecter la présence des autres conducteurs. La modalité sensorielle tactile n'est pas anodine : ses valeurs de proximité, d'intimité et de discrétion favorisent l'implication émotionnelle.

Le signal lumineux restitue visuellement l'exploration tactile du bouton par le conducteur à l'extérieur de son véhicule sur le bandeau. EyeZ permet de restituer le « regard », ou la direction de l'attention du conducteur vers les autres, dans les situations où le croisement de regard est normalement impossible. Ici, **l'interface est au cœur de l'interaction : par nos actions à travers celle-ci, nous vérifions que nous percevons autrui et que cette perception est réciproque. Autrui peut donc être reconnu par son activité perceptive, médiatisée par EyeZ. Le dispositif structure l'interaction des deux sujets, pour co-construire un monde partagé dans lequel leurs actions respectives font sens : quand je perçois autrui, je reconnais que j'affecte sa sensibilité. C'est ainsi que, impactant la sensibilité de l'autre, je suis impliqué émotionnellement dans la situation relationnelle.** Le fait de devoir agir pour percevoir, et notre volonté de construire des systèmes pour exprimer des émotions sans les représenter directement ou les réduire à des catégories distinctes nous amènent à considérer leur production au travers d'un comportement, d'une dynamique ; c'est ce mouvement — E-motion — qui nous intéresse et que nous souhaitons évaluer.

Une étude sur simulateur de conduite intégrant EyeZ nous a permis de tester notre concept en condition de conduite simulée. L'ambition de l'étude était de rendre visible l'activité perceptive d'un conducteur (là où il porte son attention), et d'étudier son apport dans un contexte routier afin de capter au mieux la résultante émotionnelle de l'interaction inter-conducteurs. Cela nous a de plus permis d'étudier l'intérêt de la modalité perceptive tactile en situation de conduite, comparé à la modalité visuelle, et vérifier l'émergence d'une complémentarité entre ces deux modalités sensorielles. Nos résultats indiquent que l'activité de conduite est enrichie par l'utilisation du bouton, de laquelle émerge une dynamique d'interaction inter-conducteurs productrice d'émotion positive. En dépit de la simplicité des données sensorielles — un simple retour haptique localisé —, le croisement perceptif avec autrui est ressenti comme plus riche et intéressant que la simple perception d'un objet, ce qui corrobore les résultats de notre précédente étude. **Les sujets ne voient pas qu'un simple signal lumineux, mais un signal orienté vers eux.** S'il était attendu que la modalité visuelle soit « plus efficace » car donnant plus d'informations (la vision périphérique s'ajoutant à la vision fovéale), de profonds changements d'expérience sensorielle se sont produits. EyeZ ne remplace pas la perception visuelle de l'environnement, mais la transforme en l'enrichissant tactilement : le dispositif devient constitutif d'une expérience nouvelle.

Nous avons également observé une forme d'asymétrie de l'engagement relationnel pour certains utilisateurs qui agissent dans l'ignorance de ce qu'ils font pour autrui. C'est là que se

situe la possibilité d'un contact *touchant*. Cela met en évidence un paradoxe : **ce qui est touchant chez celui qui nous touche, c'est en fait ce qui lui échappe, et qui le révèle donc véritablement**. Nous avons finalement constaté que la relation à la technologie est multiforme et dépend de l'appropriation que chacun en fait. Aucun modèle de relation à EyeZ n'étant stable, nous avons classé les comportements des participants selon cinq profils permettant de définir des attentes et des opportunités en termes d'usage. Deux pistes de conception ont été identifiées. La première concerne la non-intentionnalité du signal envoyé, c'est-à-dire son rôle de témoin involontaire de l'orientation de notre activité perceptive vers la route ou vers autrui, ce qui génère le rapport touchant. La seconde s'attache à apporter un soutien technique à la communication inter-conducteurs.

En prenant le parti d'aborder l'émotion en tant que résultante sociale, nous avons interrogé la notion à partir de sa relation et de son rôle dans l'action tournée vers autrui (inter-action). Nous avons tout d'abord étudié l'impact d'un système sur la manière dont les personnes interagissent avec le monde, pour ensuite construire un point de vue théorique influencé par les disciplines scientifiques et techniques. Dans ce travail de recherche, le design ne se limite pas à donner une interprétation du monde, il agit aussi sur lui de manière concrète, en faisant advenir les objets et les dispositifs qui constituent notre environnement.

Notre démarche conduit à la conception d'un dispositif technique. En étudiant le couplage techniquement médiatisé entre un homme et son environnement, le système devient un opérateur fondamental de cette expérience située. Les différentes composantes de l'expérience (composantes sensibles, hédoniques, affectives, émotionnelles, cognitives, intersubjectives...) sont alors décrites et conçues — designées — à partir de cet ancrage technique. Réciproquement, le travail sur l'objet est problématisé et pensé comme un travail sur l'humain, l'artefact technique n'étant plus ce qui remplirait un besoin ou un désir préexistant qu'il aurait fallu au préalable clairement identifier, tout comme il ne se confond plus avec des performances fonctionnelles ou avec des usages.

Notre thèse scientifique ne consiste pas à soutenir que l'expérience humaine serait déterminée par la technique, mais que la technique est en quelque façon comprise dans la constitution de l'expérience humaine. L'influence d'un produit sur les actions et les expériences des personnes ne peut pas être réduite à une combinaison de fonctionnalités primaires (matérielles) et secondaires (socioculturelles), car elle remodèle les comportements et les expériences de ses utilisateurs.

Notre thèse aboutit sur la mise à l'épreuve d'un outil perceptif, qui n'est pas une finalité, mais un préalable à la conception de nouvelles Interfaces Homme-Machine intégrées dans le quotidien de la conduite automobile. Nous en présentons les résultats, non pas en tant que solution complète, mais selon une approche empirique enrichie des retours des utilisateurs du concept. Les connaissances sur le rôle constitutif de la technique médiatisant les relations perceptives que nous en retirons sont davantage des règles conditionnelles — l'influence de l'activité perceptive tactile dans une relation dyadique — que des règles générales — comment un tel dispositif peut s'inscrire dans la conduite quotidienne —, qui demandent de nouvelles expérimentations. Le statut des produits que nous proposons à l'issue de notre travail est celui d'*objets intermédiaires* : ils cristallisent l'état de nos connaissances à un instant donné et servent de base pour les travaux futurs portant sur les interactions inter-individuelles à valeur émotionnelle.

Mots-clés : Interaction, Émotion, Expérience vécue, Relation, Perception, Toucher, Design, Dynamique, Automobile

Sommaire

Remerciements	3
Résumé	1
Sommaire.....	7
SECTION I : CADRE DE LA RECHERCHE	9
1 Introduction.....	10
1.1 Motivations.....	10
1.1.1 <i>Brève introduction à l'automobile</i>	<i>10</i>
1.1.2 <i>Les problématiques industrielles émergentes</i>	<i>11</i>
1.1.3 <i>Les interactions inter-conducteurs.....</i>	<i>15</i>
1.1.4 <i>L'émotion comme levier de différenciation</i>	<i>18</i>
1.1.5 <i>Problématisation et question de recherche</i>	<i>19</i>
1.2 Environnement & démarche de recherche.....	21
1.2.1 <i>Construction de la réflexion.....</i>	<i>21</i>
1.2.2 <i>Méthodologie de la thèse</i>	<i>25</i>
1.2.3 <i>Enjeux.....</i>	<i>28</i>
1.3 Étude préliminaire des interactions inter-conducteurs	30
1.3.1 <i>Terrain d'observation</i>	<i>30</i>
1.3.2 <i>Conclusion</i>	<i>42</i>
SECTION II : CONSTRUCTION D'UN POINT DE VUE.....	44
2 La relation émotionnelle comme levier théorique	45
2.1 Une introduction aux émotions	45
2.1.1 <i>Qu'est-ce qu'une émotion ?.....</i>	<i>45</i>
2.1.2 <i>Structure et composition des émotions</i>	<i>49</i>
2.1.3 <i>La mesure des émotions.....</i>	<i>52</i>
2.1.4 <i>La fonction des émotions</i>	<i>56</i>
2.2 La relation émotionnelle avec autrui	58
2.2.1 <i>La dimension sociale des émotions.....</i>	<i>58</i>
2.2.2 <i>La prise en compte des émotions d'autrui.....</i>	<i>61</i>
2.3 La relation émotionnelle à l'objet.....	65
2.3.1 <i>L'émotion dans la conception.....</i>	<i>65</i>
2.3.2 <i>La relation homme-objet</i>	<i>73</i>
2.3.3 <i>Designer les interactions émotionnelles</i>	<i>75</i>
2.4 La relation émotionnelle à autrui, médiatisée par l'objet.....	76
2.4.1 <i>Percevoir et agir par l'objet.....</i>	<i>77</i>
2.4.2 <i>La relation perceptive à autrui.....</i>	<i>83</i>
3 La perception d'autrui comme support à la collaboration.....	89
3.1 Étude de deux modalités d'interaction perceptive.....	89
3.1.1 <i>Comment designer la relation perceptive ?</i>	<i>89</i>
3.1.2 <i>Étude expérimentale : L'activité et l'information perceptive</i>	<i>91</i>
3.1.3 <i>Émergence de la dimension émotionnelle dans la perception d'autrui</i>	<i>132</i>
3.1.4 <i>Pistes de conception d'un dispositif inter-conducteurs</i>	<i>133</i>
SECTION III : DESIGN ET EVALUATION.....	136
4 Conception d'un système de perception	137
4.1 Proposition conceptuelle.....	137

4.1.1	<i>Designer la relation inter-conducteurs</i>	137
4.1.2	<i>Les spécificités contextuelles</i>	141
4.1.3	<i>Formalisation du concept : EyeZ</i>	146
4.2	Test du concept en simulateur	159
4.2.1	<i>Enjeux théoriques</i>	160
4.2.2	<i>Protocole d'expérimentation</i>	161
4.2.3	<i>Résultats</i>	172
4.2.4	<i>Discussion</i>	216
4.2.5	<i>Toucher pour voir, toucher pour toucher</i>	219
4.2.6	<i>Pistes de développement de EyeZ</i>	224
SECTION IV : Réflexions et ouverture		228
5	Conclusion	229
5.1	Apports et limites de la recherche.....	229
5.1.1	<i>Apports académiques</i>	229
5.1.2	<i>Apports méthodologiques</i>	230
5.1.3	<i>Apports conceptuels</i>	232
5.1.4	<i>Limites de la recherche</i>	234
5.2	Perspectives de la recherche.....	235
5.2.1	<i>Recommandation pour le Groupe Renault</i>	235
5.2.2	<i>Ouverture</i>	236
6	Conclusion générale	243
Bibliographie		246
Annexes		259
A.	ANNEXE TERRAIN 1.....	259
A.1	<i>Informations complémentaires</i>	259
A.2	<i>Consigne de l'expérimentation distribuée aux participants</i>	259
A.3	<i>Questionnaire</i>	260
A.4	<i>Exemple de verbatim</i>	262
A.5	<i>Limites</i>	269
B.	EXPERIMENTATION MINIMALISTE.....	270
B.1	<i>Consignes d'apprentissages distribuées aux sujets</i>	270
B.2	<i>Consignes du protocole</i>	272
B.3	<i>Questionnaires</i>	275
B.4	<i>Exemple de verbatim</i>	277
C.	EXPÉRIMENTATION SUR SIMULATEUR.....	282
C.1	<i>Support de présentation du concept</i>	282
C.2	<i>Données complémentaires (visuelle et tactile)</i>	283
C.3	<i>Consignes et Questionnaires</i>	287
D.	EXPERIMENTATION SUR ROUTE OUVERTE.....	295
D.1	<i>Rappel de l'expérimentation sur simulateur</i>	296
D.2	<i>Mise en place d'une étude en condition réelle</i>	296
D.3	<i>Code arduino du PoC</i>	316



SECTION I : CADRE DE LA RECHERCHE

Cette section introduit et contextualise la problématique de notre travail de recherche. Elle commence par étudier comment la question de l'expérience client de la conduite se manifeste pour les constructeurs automobiles, et pourquoi les interactions inter-conducteurs nous apparaissent comme un levier émotionnel de cette expérience. Après avoir établi notre question de recherche, nous positionnons notre démarche comme une recherche-projet, soit une thèse par le design. La section I ouvre sur un premier terrain d'observation, qui explore comment les interactions humains-monde se constituent et qui nous permet d'identifier les leviers des interactions inter-conducteurs. Ce premier travail pose le cadre de notre recherche et oriente la revue de littérature qui le suit.

1 Introduction

1.1 Motivations

Ce premier chapitre pose le contexte de recherche dans lequel la thèse s'inscrit, et soulève l'intérêt de valoriser la relation inter-conducteurs dans un environnement hautement concurrentiel où chaque entreprise automobile cherche à proposer une expérience client innovante. En prenant du recul sur les aspirations technocentrées des constructeurs, nous questionnons l'usage de la voiture sous l'angle relationnel et distinguons plaisir de conduite et plaisir pendant la conduite. Nous définissons ainsi comment il est possible de penser le rapport à autrui dans ce contexte, sous l'angle émotionnel, au-delà des considérations stylistiques et ergonomiques originellement rattachées à ce terme.

*

1.1.1 Brève introduction à l'automobile

La voiture et l'acte de conduire n'ont pas fondamentalement changé depuis le début des années 1920. La connaissance archétypale que nous avons de l'automobile, sa position de conduite, les multiples indicateurs de son état ou sa vitesse n'ont pas radicalement évolué. C'est cette constance qui a accompagné les conducteurs dans leur apprentissage et leur perfectionnement de la conduite automobile.

L'industrie automobile vit actuellement ce qui pourrait être le plus gros bouleversement de son histoire. Plusieurs tendances se dessinent et remettent en question les fondamentaux de ce qui constitue le véhicule actuel pour penser celui de demain. Ainsi, la motorisation électrique, la conduite automatisée, la connectivité et l'intelligence artificielle sont autant de phénomènes nourrissant le fantasme de nouvelles mobilités.

L'intégration de nouvelles technologies dans le véhicule bouleverse les repères actuels attachés à nos voitures : aides à la conduite (ADAS¹), nouvelles Interfaces Homme-Machine (IHM) comme le GPS ou autres systèmes d'info-divertissement introduisent de nouvelles strates de complexité à l'activité de conduite, modifiant de fait les modèles cognitifs et les attentes des utilisateurs vis-à-vis de l'objet véhicule.

De nombreux défis restent à relever, notamment technologiques, industriels et législatifs, mais la transition évoquée à l'instant est déjà amorcée. Le véhicule électrique, annoncé comme vertueux écologiquement, et poussé par de nouvelles considérations politiques, représente une alternative aux véhicules polluants et répond à une demande de clients soucieux des enjeux environnementaux. Ces changements affectent également le rapport de l'utilisateur à son véhicule. L'engorgement des axes de circulation en situation urbaine amène à de nouvelles solutions de mobilité, comme la location entre particuliers, le covoiturage, ou la mise en contact d'utilisateurs avec des conducteurs réalisant des services de transport. Ce paradigme récent affecte également les mentalités. Le fait même de posséder un véhicule est

¹ Advanced Driver-Assistance Systems.

remis en question, dans la mesure où ce dernier n'est utilisé en moyenne qu'une infime partie du temps et représente un des postes principaux de dépense des ménages français².

Les services évoqués à l'instant sont soutenus par des moyens technologiques permettant ces usages. Ils sont le fait de nouveaux acteurs, portés par des tendances qui intègrent aujourd'hui le milieu automobile et offrent de nouvelles commodités à l'utilisateur. C'est le cas des équipementiers, des télécoms, ou des géants du web. Ces nouveaux entrants représentent un vrai challenge pour l'industrie automobile, qui se doit dorénavant d'intégrer des métiers différents dans son organisation pour capter la nouvelle valeur d'un véhicule. Là où la conception d'une voiture se réduisait à la mise sur le marché d'un produit fiable et efficace, les constructeurs automobiles doivent plus que jamais se concentrer sur les besoins de leurs clients avant, pendant et après la conduite, de manière à proposer une expérience de mobilité dans sa globalité, cohérente avec leur image et les attentes des utilisateurs. Cette nouvelle phase confronte des exigences paradoxales pour le constructeur, qui doit combiner l'héritage d'une société industrielle (taille, qualité, produit) avec les exigences nouvelles de l'âge d'internet et de la mobilité omniprésente (vitesse, créativité, flexibilité) (Allard 2015). L'industrie automobile est actuellement en pleine transformation. Notre perception de la mobilité se transforme, la voiture centralisant de nouveaux services liés à la mobilité, de plus en plus connectée à d'autres aspects de nos vies.

1.1.2 Les problématiques industrielles émergentes

1.1.2.1 Les avancées techniques des véhicules

L'intégration de prestations technologiques dans le véhicule répond à l'intérêt croissant des utilisateurs vis-à-vis de l'offre multimédia que l'on retrouve notamment sur smartphone. L'habitacle devient progressivement une interface sur laquelle sont centralisées de nouvelles fonctions liées à la mobilité. Ces services permettent à de nouveaux entrants tels que Google d'adapter leur offre à la situation de conduite. La voiture devient un *Hub Hardware*³ permettant le bon fonctionnement des prestations appréciées par leurs utilisateurs, qui trouvent par ailleurs des moyens détournés pour accéder à celles-ci lorsqu'elles ne sont pas permises par leur voiture en premier lieu. Ainsi, l'absence d'intégration d'un kit GPS sera compensée par la fixation d'un téléphone doté d'une application proposant la même fonction. C'est d'ailleurs vers ce genre d'option que les conducteurs se tourneront lorsque leur véhicule ne sera plus techniquement en mesure d'assurer les nouveaux services demandant une évolution matérielle, non prévue ou assumée par les constructeurs. Ce problème d'obsolescence est concevable : là où les smartphones évoluent annuellement et ont des mises à jour régulières, les interfaces des véhicules sont bloquées pendant leur cycle de vie⁴. De plus, le développement d'un véhicule est long et coûteux (Herbeth, Charue-Duboc et Manceau 2016). Avec plus de cinq ans nécessaires entre les premiers croquis et la sortie de la voiture, la technologie intégrée est déjà obsolète au regard de l'évolution technologique des autres produits sur le même temps.

² INSEE 2015.

³ Le support matériel permettant l'accès à de nouveaux services connectés.

⁴ Les français gardent leur voiture entre 3 et 6 ans selon L'INSEE et le CCFA (2015).

En plus des contraintes imposées tant par ces évolutions technologiques que par la réglementation (des contraintes sécuritaires, d'émission de gaz à effet de serre, de recyclage), les constructeurs automobiles doivent faire face à un changement de paradigme où la valeur d'un véhicule ne passe plus seulement dans l'achat et l'entretien de celui-ci, mais également dans son utilisation. Les données (data) générées par cette dernière échappent pour le moment aux constructeurs qui ont permis l'intégration logicielle d'une autre entreprise (par exemple, Apple propose *Carplay*®, une interface dédiée au véhicule, proposée dans les principaux groupes automobiles). Quant à ceux qui ont fait le choix d'un système propriétaire, ils sont vivement critiqués pour la pauvreté des prestations proposées, bien loin des attentes des consommateurs et d'une concurrence déjà établie dans le domaine.

Ces points font aujourd'hui partie des critères d'achat d'un nouveau véhicule, et ont un impact sur l'expérience de mobilité globale proposée par un constructeur. Ce fait est souligné par plusieurs journalistes automobiles, dont Tom Vanderbilt : « *The next generation of gearheads won't obsess over horsepower and torque; they'll focus on things like radar range, communication latency, and pixel resolution* »⁵.

1.1.2.2 Une nouvelle expérience de mobilité

L'implémentation de nouvelles prestations de conduite basées sur l'intégration de systèmes techniques au sein du véhicule permet de repenser son usage. La voiture personnelle, en moyenne inactive 23 heures par jour⁶, peut maintenant être louée et partagée entre particuliers via des systèmes de déverrouillage à distance, devenir un moyen de transport public grâce à des applications tierces, ou encore rentabilisée via des nouveaux moyens de locations. Mais au-delà des nouveaux *business model* et schémas d'utilisation des voitures, c'est l'expérience de conduite qui évolue radicalement. L'expérience multimédia fait écho aux attentes clients en termes de divertissement. Cette mobilité fantasmée n'est pas forcément compatible avec les obligations d'attention de l'activité de conduite, mais est portée par les progrès techniques des aides à la conduite. À terme, ceux-ci laissent entrevoir une autonomie totale du véhicule permettant à celui-ci de s'adapter à ses occupants pour leur proposer des expériences sur mesure (Sheller 2004). Le temps passé en voiture n'étant plus dédié exclusivement à la conduite, la voiture pourrait devenir un nouvel eldorado en termes de divertissement.

Intéressons-nous dans un premier temps aux aides à la conduite (ADAS). L'intégration de ces systèmes techniques dans les véhicules a pour objectif de déléguer une partie de la tâche de conduite (par exemple le régulateur de vitesse qui maintient une vitesse constante) ou de contrôle (par exemple du *Lane keeping assist* qui avertit le conducteur quand celui-ci sort de sa voie) gérée par l'homme à la machine. Si un individu a la capacité d'analyser la structure complexe d'un environnement routier rapidement et d'interpréter la majorité des comportements adoptés par les autres usagers, ses compétences trouvent également leurs limites dans certains contextes (comme une perception amoindrie pendant la nuit ou la difficulté de gérer des informations complexes dans un temps réduit) (Rumar 1993). En assistant ou en remplaçant le comportement et les performances de l'utilisateur, les ADAS ont un impact sur l'expérience de conduite. Eckoldt et al. (2012) font la distinction entre « la joie

⁵ Wired (source : https://www.wired.com/2012/01/ff_autonomouscars/) ; « La prochaine génération d'as du volant ne sera pas obsédée par la puissance et le couple ; ceux-ci se concentreront sur d'autres facteurs comme la portée du radar, la latence de la communication et la résolution des pixels ».

⁶ INSEE (2015).

de conduire », où le sentiment de plaisir de la maîtrise est impacté par les ADAS, et la « joie pendant la conduite », où ces derniers sont bénéfiques puisque permettant d'autres activités sans lien direct avec le contexte routier. Plus largement, les gains des technologies d'assistance, bien réels, ne doivent pas occulter le fait qu'en apportant des réponses principalement technologiques aux enjeux d'autonomie, ils risquent de réduire l'attention des conducteurs sur la route et de générer de nouvelles problématiques⁷.

En conséquence, la réduction de la distraction et la réduction des erreurs de conduite sont au centre des lois européennes. Des efforts sont déployés pour limiter l'utilisation de dispositifs de distraction : « *Le système devrait être conçu pour soutenir le conducteur et ne devrait pas donner lieu à un comportement potentiellement dangereux par le conducteur ou d'autres usagers de la route* » ; « *Le système doit être conçu de manière à ce que l'attention du conducteur sur les affichages ou les commandes du système reste compatible avec la demande attentionnelle de la situation de conduite* » ; « *Le système doit être conçu de manière à ne pas distraire ou visuellement divertir le conducteur* »⁸.

En effet, si les systèmes semi-autonomes continuent de se concentrer sur le remplacement des compétences du conducteur plutôt que de les améliorer, ils contribueront au problème qu'ils sont censés résoudre.

1.1.2.3 Le cas de l'autonomie

Il convient de noter que, malgré l'image disruptive du véhicule autonome, il est peu probable de voir arriver ce dernier sur un marché non préparé et exprimant des craintes vis-à-vis de l'utilisation d'une telle technologie⁹. Nous observons depuis plusieurs années l'intégration exponentielle d'ADAS dans les véhicules aux prestations toujours plus pointues technologiquement, qui laisse entrevoir que le véhicule autonome sera en réalité une intégration complète de ces assistances, dont l'association permettra finalement la délégation totale de conduite.

En attendant la mise en place des infrastructures et de la réglementation autorisant la voiture autonome à circuler à grande échelle, les acteurs du secteur imaginent ses usages et l'expérience à bord des passagers. La technologie laisse entrevoir un potentiel de gain conséquent : parmi les premières citées figurent la réduction significative des embouteillages, notamment via le partage d'informations en temps réel sur l'état du trafic. Depuis peu, certaines voitures proposent des systèmes d'aide à la conduite qui permettent de lâcher le volant dans des situations précises : embouteillages, manœuvres de stationnement, etc. Demain, de nouvelles expériences seront rendues possibles. Mais entre l'assistance discrète,

⁷ Au-delà de l'homéostasie du risque (usage de l'ADAS détourné par le conducteur qui serait tenté (consciemment ou non) d'augmenter la prise de risques au volant, les ADAS présentent un risque lors de leur utilisation face à un utilisateur inexpérimenté : l'*Universal Principal of Design* donne un exemple concret avec l'ABS sur les systèmes de freins de voiture. L'ABS nécessite une utilisation très différente d'un système de freinage plus classique sur surface glissante. Sans ABS, il faut mieux « pomper » sur les freins pour éviter le blocage des roues et ainsi garder le contrôle de la direction. Les bruits et les vibrations sont mauvais signes. Au contraire, avec l'ABS, il ne faut pas hésiter à appuyer fort tout en contrôlant la direction du véhicule. Les bruits et les vibrations sont signes que le système fonctionne correctement. Le problème vient du fait que les conducteurs vont avoir tendance à utiliser le modèle mental du système sans ABS à l'ABS qui devient alors inutile et même augmente les probabilités d'accident.

⁸ Déclaration européenne de principes sur l'IHM embarquée, Commission des Communautés Européennes

⁹ Etude interne Renault 2017 : EVOLUTION DES IMAGINAIRES DE LA DELEGATION DE CONDUITE.

le support technique en cas d'accident, la technologie augmentant les capacités de l'homme ou celle s'y substituant, les orientations sont multiples.

Les détracteurs du véhicule autonome soulignent le risque de la perte de compétence ; en substituant certaines tâches intimement liées à la conduite (par exemple, le contrôle de l'environnement, le respect des distances de sécurité), ce qui était un réflexe se perd, et crée la dépendance du conducteur vis-à-vis du système. L'automatisation de l'activité de conduite, par la présence croissante de « variables intermédiaires » entre le conducteur et son environnement, génère un isolement mental (Zuboff 1988 ; Norman 1990). **La volonté d'automatiser l'activité de conduite pour la simplifier ne se traduit pas par un surcroît d'autonomie, mais au contraire par l'apparition de nouvelles formes d'hétéronomie.** Le véhicule autonome (et l'ambiguïté de la notion d'autonomie) questionne l'usage même de la voiture.

En résumé, l'accumulation d'aides à la conduite, progressivement intégrées dans le véhicule¹⁰, amènera le conducteur à se détourner de l'activité de conduire au profit d'autres tâches. Ainsi s'effectuera le transfert de responsabilité total du conducteur à sa voiture. À noter que les discussions sur cette transition de la responsabilité du conducteur ou du constructeur se concentrent sur des sujets tels que la faisabilité technologique et son impact sur nos routes, plutôt que sur les besoins de l'utilisateur. Ce déséquilibre est représentatif du manque de considération pour le facteur humain, qui est sous plusieurs aspects remis en question. Suffit-il de dire qu'une technologie est au service de l'autonomie des personnes, pour être quitte d'une réflexion approfondie sur la technologie en question et sur ses effets dans le champ social ? (Sheller 2004).

La technologie joue un rôle déterminant dans la constitution de notre expérience de conduite, et il est nécessaire d'effectuer un examen plus approfondi de la façon dont les usagers de la route vont interagir entre eux via les véhicules de demain. Cependant, la plupart des constructeurs se concentrent uniquement sur l'interaction homme-machine et l'acceptation des véhicules autonomes (Rödel et al. 2014). Peu d'entre eux s'interrogent sur la nature de la relation entre les conducteurs et leurs rôles potentiels dans le contexte de la conduite autonome.

1.1.2.4 Un nouveau rapport à l'automobile

Un tout nouveau champ de recherche émerge sur les notions dichotomiques d'autonomie et de socialité. Plusieurs des praticiens des sciences sociales se concentrent sur le comportement d'un véhicule autonome (VA) face à des comportements humains automobiles, c'est-à-dire comment le VA, dans un contexte routier partagé avec des véhicules « classiques », devrait se comporter face à des manœuvres illégales, aux incivilités volontaires d'un usager de la route, ou encore au comportement erratique d'un conducteur à proximité (Zhang, Vinkhuyzen, et Cefkin 2017; Vinkhuyzen et Cefkin 2016). Ces quelques exemples ne sont qu'une infime représentation de la complexité des relations inter-usagers de la route. Si le VA est programmé pour respecter les normes en vigueur et le Code de la route, il n'est pas en mesure d'interpréter toutes les spécificités des normes sociales qui prévalent parfois sur la règle établie. Ainsi, la courtoisie, la non-prise en compte de la potentielle inattention d'un autre

¹⁰ Ces niveaux de délégations sont indiqués dans le document suivant : *Niveaux d'automatisation - standard SAE J3016.*

véhicule dont le comportement aurait pourtant dû la laisser paraître, ou encore les normes culturelles sont autant de sources d'ambiguïté devant lesquelles les VA adopteront un comportement inadapté, qui aura pour conséquence de déconcerter les autres usagers de la route.

En ce sens, il est difficile d'envisager les idéaux d'autonomie comme centraux dans la reconfiguration des relations sociales. Quelles visions de la collectivité et de la socialité sont en jeu dans le développement des véhicules de demain, et comment ces véhicules eux-mêmes peuvent-ils incarner ces visions ?

L'apparition du véhicule autonome, couplée à l'augmentation croissante des assistances au conducteur, a pour conséquence logique le désengagement émotionnel de l'automobiliste vis-à-vis de la conduite et des autres usagers de la route. Cette discontinuité se retrouve dans le rapport corporel du conducteur au véhicule : « *Le corps du conducteur est lui-même fragmenté et discipliné à la machine, avec les yeux, les oreilles, les mains et les pieds, tous formés pour répondre instantanément, tandis que le désir de s'étirer, de changer de position ou de regarder autour doit être supprimé. La voiture devient une extension du corps du conducteur.* » (Sheller et Urry 2000). Ce raisonnement n'est pas applicable dans le cadre d'un véhicule autonome, qui bouleversera ces repères.

Le désengagement du conducteur implique donc de penser de nouvelles solutions techniques prenant en compte le rôle de médiation du véhicule pour la perception de l'environnement. Il existe deux manières d'aborder cette problématique :

- Sous l'angle de la relation homme/système, qui implique un enrichissement de la relation entre le conducteur et son véhicule autonome, et l'abandon de la nécessité de contrôler l'environnement routier ;
- Sous l'angle de la relation homme/monde ou plus spécifiquement homme/homme¹¹ médiatisée par la voiture. On considère alors le véhicule en tant que médiation. Il faut donc le penser doublement (par exemple : je dois interpréter la voiture comme ce qui va transformer mon rapport aux autres et au monde, mais je dois aussi l'interpréter comme une entité autonome qui aura sa propre relation avec le monde qui l'entoure).

La voiture a un rôle fondamental dans les pratiques sociales mises en place sur la route. On la considère souvent à tort comme une activité individuelle, de par l'importance d'une relation homme-machine exacerbée par l'apparition du VA. Mais elle possède une forte dominance collective dans la mesure où ces actions des conducteurs dépendent crucialement de l'environnement constitué par les autres véhicules et usagers de la route. L'arrivée du VA ne met pas seulement en perspective la question du futur de la voiture, mais également le futur de la culture de la voiture.

1.1.3 Les interactions inter-conducteurs

1.1.3.1 Le caractère collectif de la conduite

Historiquement, la mobilité impacte la socialité et joue un rôle dans les relations que nous entretenons avec autrui. La voiture réduit les distances entre la vie de famille, le lieu de travail,

¹¹ La relation homme/homme est une partie de la relation plus large de l'homme et du monde qui l'entoure.

les loisirs et communautés constitutives de nos relations. Elle procure un sentiment de libération, d'autonomisation et d'inclusion sociale, tandis que l'incapacité de conduire peut résulter en un sentiment d'exclusion sociale et de marginalisation. Il est aujourd'hui acquis que la voiture fait partie des modèles de sociabilité.

Malgré le constat que les individus vivent et interagissent socialement à travers leurs voitures, nous avons tendance à considérer la conduite comme un acte individualiste, alors même qu'elle s'effectue sur des routes empruntées par des milliers d'automobilistes.

L'acte de conduire est un processus individuel et social. La partie individuelle de la conduite ne peut être plus évidente : nous décidons où nous allons et quelle route emprunter, nous prêtons attention aux conditions routières, nous avons la possibilité d'écouter notre musique, manger, installé dans le siège du conducteur dont nous aurons préalablement choisi la matière et la couleur. La partie sociale est plus floue : si les conducteurs achètent des véhicules spécifiques, c'est non seulement en raison de leurs préférences personnelles, mais également en fonction de l'image qu'ils souhaitent renvoyer, leur conscience environnementale et leurs valeurs ou orientations culturelles (ces processus sociaux sont détaillés dans la section II, chapitre 2.2). La voiture sert de médiateur entre deux usagers de la route et de support à l'interprétation que nous avons d'autrui (par exemple, les voitures comme reflet de la classe sociale de leur propriétaire).

L'interactionnisme symbolique met en avant le fait que les individus créent leur « soi » dépendamment des réactions d'autrui. Ainsi, nos gestes amènent à des réactions, construites selon un processus de « prise de rôle ». Cela s'observe sur la route, où le comportement adopté permet de traduire ses intentions pour autrui, et où l'absence de reconnaissance et de signes détermine nos décisions de conduite. Conséquemment, nous construisons aussi des images d'autrui dans notre esprit, impactant notre comportement routier.

L'usage des feux, des clignotants, ou encore des signaux manuels sont les gestes qu'un conducteur fait à l'attention d'autrui pour exprimer ses intentions. C'est la multiplicité de ces signes et leur utilisation dans un contexte spécifique qui permet le bon déroulement de la conduite. Les usagers de la route comptent sur la capacité de lire les signaux — à la fois explicites et implicites — afin de conduire en toute sécurité, efficacement et confortablement à travers l'espace (physique et social). **Les actions des individus reposent en grande partie sur le fait de savoir que d'autres conducteurs conscients et motivés contrôlent d'autres véhicules, une connaissance renforcée par chaque acte « humain »** (Delhomme et Villieux 2008). Une interaction constante a lieu sur la route, ce qui fait d'elle un cadre collectif indéniable, et de la conduite un processus social.

Vanderbilt (2008) détaille un phénomène intéressant, celui de la discontinuité de la relation inter-conducteurs. La voiture, en tant qu'enveloppe de protection et espace privé, reflète ce que nous sommes et nos intentions comme nous venons de le voir, mais devient paradoxalement une extension sourde-muette de son conducteur — ce que Urry (2007) appelle une « *capsule domestique, une bulle en fer* » —, et l'isole de son environnement. Le conducteur n'est parfois plus en mesure de communiquer ses intentions avec autrui. Ce facteur génère de l'ambiguïté, réduit le sentiment d'empathie et ne permet plus de se conformer aux normes sociales (Wang 2017). Cette problématique se retrouve dans toutes les situations de conduite impliquant la négociation de deux usagers de la route dont les objectifs divergent. Alors qu'un face-à-face entre deux individus permet d'obtenir facilement des indices contextuels sur les états internes et les intentions des autres, la voiture complique cette communication. **L'accès à ce qui est perçu par les autres, le fait d'être reconnu comme percevant et de contrôler l'attention qui nous est apportée sont la base de la**

coordination et de l'interaction sociale. En brisant la réciprocité de l'interaction, les conducteurs n'ont plus accès à une base d'indices partagés. La voiture remet en cause l'expérience de proximité : l'objet s'interpose, et oblige les participants de l'interaction à se soumettre à des contraintes techniques et introduit des distorsions importantes de la communication (De Fornel 1988). Les conducteurs distants dépendent de la manière dont la technologie est conçue pour faciliter la négociation des contacts. À cet égard, il est pertinent de développer des systèmes (dans notre cas, automobiles) qui aident à *l'organisation sociale de l'action* (Dourish 2001) plutôt que de la restreindre. Mais le contexte du désengagement de la conduite, que nous avons décrit dans la partie précédente, amène à la situation inverse.

Les communications non verbale et verbale sont l'une des pierres angulaires de l'existence humaine. Développer de meilleurs systèmes de communication aide à construire et améliorer les relations inter-individuelles. La rupture de la communication provoque l'inverse — l'effondrement des relations et la génération de conflits. De même, l'anonymat et le manque de communication impactent le comportement des conducteurs, comme le soulignent les études sur la conduite agressive (Ellison-Potter, Bell, et Deffenbacher 2001).

Connecter le véhicule via des systèmes de réseaux pour favoriser l'échange est une solution possible à court terme, mais accentue la tendance à la déconnexion avec l'activité de conduite (Wang 2017; Rakotonirainy, Schroeter, et Soro 2014). Tout cela amène à repenser l'objet automobile non plus comme un produit, mais une expérience de mobilité. Mais dans cette expérience connectée, l'aspect collectif n'est pas mis en valeur autrement que par une mise en contact exacerbée via les réseaux sociaux. **Les constructeurs automobiles ont pourtant aujourd'hui l'opportunité d'aller plus loin et d'explorer de nouveaux paradigmes d'interaction. La voiture ne serait donc plus simplement une extension de chaque individu ; elle ne serait également plus un simple acte de consommation mais elle reconfigurerait les modes de socialité.**

1.1.3.2 Le rapport à autrui comme levier émotionnel

Le rapport d'un conducteur aux autres usagers de la route peut se décomposer selon trois points de vue différents : ce qu'il montre, ce qu'il voit, et ce qu'il comprend.

- « Ce que je montre » correspond aux signaux motivés (clignotants, appels de phare, gestes et autres actions volontaires) et non motivés (modèle de voiture, déplacement de notre véhicule dans la voie, et autres points qui sont vus et librement interprétables par les autres conducteurs et dont je n'ai pas conscience) renvoyés aux autres usagers de la route. Nous interagissons avec les autres sur les routes de différentes manières. Le choix du modèle de voiture participe à la création de l'identité de son conducteur. On observera que certains usagers appuient leur individualité par l'ajout de plaques d'immatriculation personnalisées, des autocollants, des options proposées par le constructeur... Ces « artefacts » forment une identité et encouragent en outre à partager une croyance particulière (par exemple, une marque de voiture commune qui permet de créer une communauté, et où je me sens en tant que participant reconnu).
- « Ce que je vois » correspond à ce qui nous est donné à voir par les autres usagers de la route : les signes, gestes, ou autres éléments visibles incarnant autrui. Les mêmes signaux, auparavant présentés à la première personne, sont maintenant

incarnés par autrui et librement interprétables. Cela nous amène à considérer le dernier point ;

- « Ce que je comprends » correspond à l'interprétation que nous faisons des signaux qui nous sont adressés — ou non — ; le problème, précédemment souligné, étant celui de l'ambiguïté générée par la difficulté de communication entre usagers de la route, source de frustration et d'agressivité (Delhomme et Villieux 2008). La relation que nous avons avec le monde est toujours fondée sur l'idée que nous avons de la façon dont le monde nous perçoit même si nous ne nous percevons pas nous-mêmes (nous nous percevons donc à travers autrui). Notre existence sociale dépend de notre apparence aux yeux des autres, d'où l'existence d'un rapport de force sous-jacent à la conduite avec les autres. Notre voiture est à la fois corps percevant (qui modifie notre pouvoir de percevoir) et corps objet (chose pour autrui). Cette distinction est explicitée en Section II, chapitre 2.4.

Pour chacun de ces cas de figure, la résultante émotionnelle diffère. Dans le premier cas, différentes formes émotionnelles seront évoquées (fierté, plaisir, séduction), la personnalité renvoyant à des valeurs sources d'émotions (Norman 1988). Le second cas fait écho au premier et permettra l'établissement de valeurs communes. Le dernier cas découle du deuxième et est plus complexe, dans le sens où les signaux perçus sont librement interprétables. Ils peuvent donc générer frustration, déplaisir, ou même colère.

Dans ce contexte d'interaction sociale médiatisée, la valeur de l'expérience vécue émerge à travers une histoire commune au sein d'un environnement commun, défini par les mêmes moyens d'accès et les mêmes contraintes. Prendre de la distance avec la relation centrée sur le véhicule permet de se poser la question de l'existence d'un monde commun, partagé, où j'existe pour les autres et les autres existent pour moi.

1.1.4 L'émotion comme levier de différenciation

Comme nous venons de le constater, l'interaction inter-usagers de la route a une résultante émotionnelle, positive ou négative. Cette affirmation vient à contre-courant de la majorité des travaux menés sur l'émotion étudiée dans un contexte automobile (Norman 1993 ; Norman 2004 ; Hassenzahl 2005). En effet, la voiture à elle seule est un objet émotionnel par excellence. Sa représentation particulière se rapproche du mystique ; Jean Baudrillard (1978) parle de l'automobile comme un « objet sublime ». Daniel Mandon (1973) évoque un « objet-total » sans rapport, ou presque, avec la fonction qui la justifie. Barthes la décrit de manière sensuelle, mettant en valeur le rapport incarné/corporel du véhicule avec son conducteur :

« Dans les halls d'exposition, la voiture témoin est visitée avec une application intense, amoureuse ; c'est la grande phase tactile de la découverte... les tôles, les joints sont touchés, les rembourrages palpés, les sièges essayés, les portes caressées, les coussins pelotés ; devant le volant, on mime la conduite avec tout le corps ».
(Barthes 1957)

Les constructeurs automobiles s'appuient sur le rapport des individus à l'automobile et manipulent le désir de ceux-ci à travers la résonance émotionnelle de leurs campagnes de publicité ; le « frisson » de la conduite, la « joie » de la route, la « passion » du collectionneur,

la nostalgie du design rétro deviennent autant d'arguments de vente. La consommation automobile n'est jamais simplement une question de choix économiques rationnels, mais concerne autant les réactions esthétiques, émotionnelles et sensorielles à la conduite, que les modèles de paiement, de sociabilité, d'habitation et de travail. Cependant, les leviers émotionnels investis par les constructeurs s'orientent principalement sur des prestations stylistiques (design extérieur et intérieur du véhicule) et ergonomiques (fonctions de la voiture). Si quelques prestations sensorielles sont proposées par les constructeurs, celles-ci s'intègrent dans une logique de cohérence avec une offre ergonomique pensée par ailleurs. Le nombre de contraintes gérées par les constructeurs ne cesse d'augmenter, et il leur est difficile de prendre en compte une dimension telle que l'émotion. Cette notion est elle-même complexe, et implique certainement des difficultés organisationnelles et d'intercompréhension entre les acteurs de la conception d'un véhicule (Herbeth, Charue-Duboc, et Manceau 2016). La place des émotions accordées dans cette dernière n'est pas contractuellement définie, c'est pourquoi nous nous intéressons à la relation inter-conducteurs comme un nouveau moyen de susciter des émotions.

1.1.5 Problématisation et question de recherche

1.1.5.1 Susciter des émotions positives dans un contexte automobile partagé

La voiture suscite une grande variété d'émotion : le plaisir de conduire, l'explosion de colère, l'appréhension de la vitesse, le sentiment de sécurité engendré par le fait de conduire une voiture protectrice, etc. Dans un contexte où l'accent est mis sur les prestations tournées vers le conducteur, la socialité de la route n'entre pas dans les considérations premières des constructeurs automobiles. À l'inverse, la tendance à l'automatisation de la conduite est depuis quelques années le fer-de-lance des constructeurs. Par exemple, Renault affirme son positionnement en promettant, en 2018, un véhicule se maintenant dans sa voie. En 2020, un pas supplémentaire vers le véhicule autonome sera effectué, en permettant au conducteur d'effectuer une autre tâche que la conduite.

Les systèmes d'aides à la conduite automobile se substituant progressivement aux actions humaines, la pérennité des interactions sociales entre usagers de la route sera remise en question. **Nous souhaitons donc dans notre travail nous appuyer sur le véhicule en tant que support technique à la relation inter-conducteurs via une/des interface(s) dédiée(s). Nous pensons la technique comme un champ de possibles cognitifs, offrant de nouvelles possibilités de relation. C'est cette nouvelle relation au monde qui devrait susciter des émotions positives.**

Notre question de recherche concerne l'identification d'un levier émotionnel prenant en considération les autres usagers de la route : **comment tirer parti du contexte social de la conduite pour susciter des émotions positives entre conducteurs ?**

1.1.5.2 Organisation du document

Notre travail est présenté en quatre sections.

La **SECTION I : cadre de la recherche** introduit les cadres industriels et théoriques de la thèse, ainsi que la méthodologie de recherche adoptée. Il s'agit également pour nous d'identifier le(s) levier(s) soutenant la relation inter-conducteurs. Pour comprendre et décrire

les types d'interactions dynamiques avec le monde et autrui, un premier terrain d'observation sur route ouverte a été mis en place. Basée sur une approche ethnographique, cette étude préliminaire permet de définir des pistes de recherche et d'orienter l'état de l'art en fonction de nos observables.

La **SECTION II : construction d'un point de vue** intègre notre revue de littérature dont les apports théoriques nous permettent de mettre en place une expérimentation menée en laboratoire. Elle montre ensuite l'intérêt d'un principe théorique dans la relation inter-individuelle et oriente notre travail en produisant des principes directeurs pour la conception.

La **SECTION III : design et évaluation** incarne ce principe théorique dans un concept technique favorisant la relation et la collaboration inter-conducteurs.

Cette section permet ensuite d'évaluer l'apport de ce concept technique dans un contexte automobile. Pour cela, nous mettons en place une étude sur simulateur pour mesurer l'impact de notre proposition sur la relation inter-conducteurs. Cette expérimentation évalue la complémentarité du concept avec les outils actuels intégrés dans le véhicule et dans les habitudes des conducteurs, et permet de faire émerger de nouveaux usages.

La **SECTION IV : réflexions et ouverture** est l'occasion pour nous de résumer les points marquants de notre travail de recherche, de proposer nos recommandations pour le Groupe Renault ainsi que des propositions d'exploitation de notre concept.

En d'autres termes, les deux premières sections de ce travail fournissent une compréhension des enjeux de notre problématique, qui se traduit dans la troisième section en proposition conceptuelle fondée sur cette base théorique.

Si l'expérimentation en laboratoire délivre des informations appréciables aboutissant sur un contenu théorique, elle ne représente pas une situation réelle. Nos expérimentations en simulateur confrontent nos hypothèses à une situation plus écologique, et permettent de repenser la relation inter-conducteurs sur la base de l'augmentation des capacités du conducteur plutôt que leur substitution. Nos expérimentations sont ainsi complémentaires (Tableau 1).

	Terrain d'observation	Expérimentation en laboratoire	Expérimentation en simulateur	Expérimentation sur route
Focus	Réalité	Utilisation d'un système en contexte contrôlé	Utilisation d'un système en contexte simulé	Utilisation d'un système en contexte réel
Nature des données	Qualitatives	Qualitatives et quantitatives		Qualitatives
Données recueillies	Verbatim, questionnaire, vidéo	Verbatim, questionnaires, trace de l'activité, entretien	Verbatim, questionnaires, trace de l'activité, entretien, vidéos	Verbatim, questionnaires, entretien
Challenge méthodologique	Précision et pertinence	Validité et fiabilité		
Discipline	Anthropologie, sociologie	Psychologie expérimentale	Ethnographie, psychologie appliquée, ergonomie	Ethnographie, sociologie
Approche	Elicitation	Expérimentation		

*

Cette première esquisse des relations inter-conducteurs a mis en tension les problématiques technocentrées des constructeurs automobiles et les considérations sociales dont nous avons évoqué le potentiel émotionnel. Le positionnement de cette thèse ne se limite pas à envisager l'objet voiture comme un médium d'interaction technique entre conducteurs — ce qu'elle est déjà —, mais comme une alternative au futur de la culture de la voiture (et de la mobilité), actuellement restreinte à un usage individualiste. L'approche empirique de ce travail de recherche nécessite donc une approche méthodologique particulière, qui fait l'objet du chapitre suivant.

1.2 Environnement & démarche de recherche

Le chapitre précédent a posé les bases contextuelles de notre thèse et permis la problématisation notre travail. Ce nouveau chapitre explicite la structure de recherche-projet de la thèse, au regard de nos objectifs industriels et académiques. À travers notre démarche interdisciplinaire, nous indiquons comment la méthodologie de la recherche par le design nous permet de faire aboutir notre travail sur une contribution tenant compte à la fois des enjeux théoriques et industriels.

*

1.2.1 Construction de la réflexion

1.2.1.1 La recherche en design

La légitimité de la recherche en design

La recherche en design se caractérise en tant qu'approche académique d'un champ de connaissances et de pratiques, loin des incantations médiatiques et publicitaires qui font du mot « design » un terme à la mode, lié au style et la décoration (Vial et Findeli 2015 ; Michaud 2015). Elle se base sur la pratique du design en tant que pratique professionnelle articulée avec des connaissances scientifiques. Cependant la répartition des savoirs entre sciences fondamentales et sciences appliquées, ou entre connaissances et actions pose problème pour qualifier le statut de la recherche en design.

La science du design souffre en effet d'une définition non arrêtée qui complexifie sa mise en œuvre dans des travaux cadrés comme la recherche scientifique. De manière générale, on s'accordera à qualifier la recherche en design comme une recherche systématique de connaissance et d'acquisition de connaissance en rapport avec l'écologie humaine généralisée du point de vue du mode de pensée propre au designer, c'est à dire dans une perspective orientée projet (Vial et Findeli 2015). La motivation d'unifier les recherches

relevant du design fait suite à un besoin d'identifier un langage et des ressources communs dans le but d'acquérir une légitimité académique. On observe en effet plusieurs pratiques méthodologiques qui se caractérisent par l'inclusion d'activités de design à l'intérieur de méthodologies relevant de disciplines académiques différentes (de Mourat et al. 2015). Malgré plusieurs tentatives de convergences (Michaud 2015 ; Peffers et al. 2007 ; Findeli 2015 ; Fallman 2008 ; Findeli 2004 ; Gaver 2012), une forte hétérogénéité caractérise les recherches se revendiquant du design, tant sur le plan des connaissances qu'elles entendent élaborer, que des moyens qu'elles empruntent pour parvenir à leur fin.

Les « tentatives de scientification » du design (Glanville 1999) sont pointées du doigt par leurs détracteurs qui leur reprochent leur étroitesse épistémologique et méthodologique, notamment leur incapacité à saisir les spécificités des phénomènes et processus de design. Cross (2007) souligne également cette dichotomie :

« Nous devons établir une distinction entre les travaux relevant de la pratique et les travaux relevant de la recherche [...]. Le but même du travail de la recherche est de dégager des connaissances fiables à partir du monde naturel ou du monde artificiel, et de les rendre disponibles aux autres sous une forme réutilisable. Cela ne veut pas dire que les travaux de pratique du design doivent être globalement exclus de la recherche en design, mais cela veut dire que, pour être qualifié de recherche, le praticien doit produire une réflexion sur son travail et communiquer les résultats de cette réflexion sous la forme de résultats réutilisables »¹².

Mais si la recherche scientifique, par les canons qui la définissent, s'engage à créer des résultats reproductibles et stables dans leur interprétation, l'activité de design peut également être productrice de connaissances, selon un autre modèle. En effet, l'analyse des pratiques des designers questionne la scientificité du positionnement des chercheurs en design, vu l'engagement subjectif qui caractérise la discipline. Les critères de validité du design sont dans la pertinence plus que dans la vérité. Donner le même cahier des charges à vingt professionnels se soldera inévitablement en vingt projets différents. En outre, évaluer la qualité et la pertinence de ces solutions l'une par rapport à l'autre pourrait bien être impossible (Berger 2017). Contrairement aux sciences, il n'existe donc pas en design de relation causale entre les problèmes identifiés, les processus mis en œuvre pour y répondre et les solutions qui émergent (Beck et Stolterman 2015). La porosité même des disciplines convoquées complexifie l'accueil de la diversité méthodologique qu'elle occasionne.

Une pratique interdisciplinaire

Il est intéressant d'envisager le design comme un carrefour des arts, des sciences et des technologies. C'est d'ailleurs là que réside l'effort épistémologique original et paradoxal de la recherche en design : parvenir à créer une « discipline interdisciplinaire » (Cross 2007). Nous constatons que la question de la légitimité de la recherche en design gravite autour du fait

¹² Traduit par Stéphane Vial (Qu'est-ce que la recherche en design ? Introduction aux sciences du design (2015)).

qu'elle exploite des méthodologies propres à d'autres disciplines. Il n'est pas rare de voir un sociologue ou un ethnologue intervenir dans un projet de design. En effet, les problématiques traitées à travers les Sciences Humaines et Sociales se retrouvent notamment dans la recherche en design : les deux ont l'expérience humaine comme cadre commun. Ce qui les distingue, c'est le regard porté à cette expérience : **les SHS amèneront un regard descriptif, analytique, explicatif et/ou interprétatif, tandis que le design cherchera à améliorer l'expérience qui fait l'objet de sa recherche.**

Fallman (2008) articule la recherche en design autour de trois « activités » : la pratique, l'exploration et l'étude du design. En plaçant ces perspectives aux extrémités d'un triangle, il met en avant la nécessité de dépasser la sphère académique pour considérer le milieu professionnel, mais également les questions de société (Figure 1).

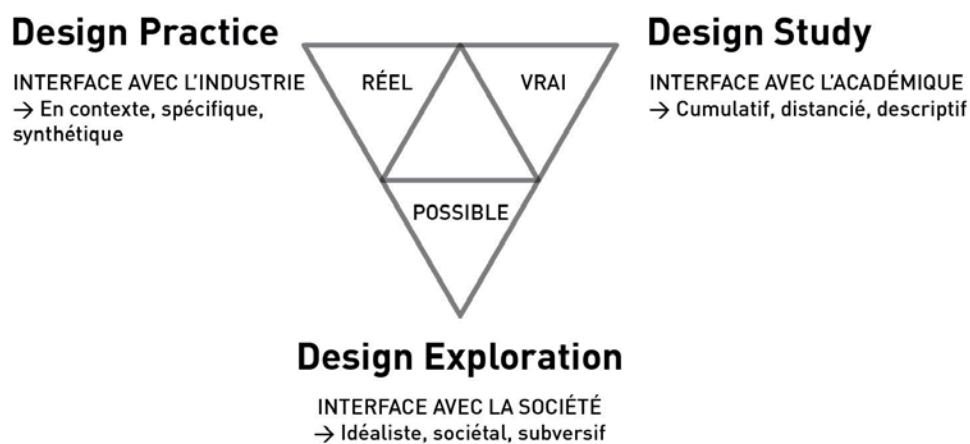


Figure 1 : Le triangle de Fallman (Fallman 2008)

Un autre modèle, proche de celui présenté à l'instant et proposé par Findeli (2004), distingue :

- La recherche *pour* le design, au sein du processus de projet. Elle est destinée à produire du savoir-faire dans l'acte de design, mais pas de connaissances scientifiques ; elle est celle que l'on met en œuvre dans le cadre d'un projet de design devant aboutir à un produit.
- La recherche *sur* le design, recoupant par ailleurs le champ des *design studies* décrites par Fallman. La recherche sur le design met en œuvre des outils méthodologiques et des cadres théoriques pour examiner des objets ou des phénomènes relevant du monde du design.
- La recherche *par* le design, également qualifiée de « recherche-projet » par Findeli, interrogeant la pratique du projet. Elle mêle théorie et action, faisant appel aussi bien aux méthodes créatives familières au designer qu'aux méthodes de recherche dite « fondamentale », employées par exemple dans les sciences sociales.

On retrouve la recherche *pour* le design dans les centres de R&D¹³ et dans la pratique de certains professionnels, car c'est celle qui est enseignée dans les écoles. Le projet résultant se suffit à lui-même pour témoigner des résultats de la recherche, ce qui n'est pas acceptable pour la communauté scientifique. En effet, cette recherche fait appel à des connaissances

¹³ Recherche et Développement.

disponibles et ne débouche pas sur de nouveaux savoirs susceptibles d'enrichir le corpus scientifique. Sans accumuler de connaissance et en se limitant à des expériences pratiques, la recherche *pour* le design est mise en cause non pas pour son utilité (généralement financièrement fondée), mais à cause de son caractère non scientifique.

En opposition, la recherche *sur* le design, conduite en milieu universitaire, met en œuvre les outils méthodologiques et les cadres théoriques propres à une discipline scientifique particulière (le design et les SHS¹⁴) pour examiner des objets ou phénomènes relevant de ces disciplines. Il est certain que ces recherches satisferont aux critères de scientificité utilisés dans ces disciplines. C'est cependant leur pertinence qui pose problème auprès des entreprises qui voient plus dans ces résultats un souci de faire avancer des connaissances théoriques plutôt que d'exploiter ce travail avec une finalité industrielle. La production de cette recherche *sur* le design, contrairement au cas de figure précédent, produit des connaissances et a une contribution théorique, mais manque de pertinence pour les praticiens industriels n'y voyant pas directement une applicabilité à des problématiques « réelles ».

En résumé, on dira que la visée de la recherche académique est descriptive et sa démarche est principalement analytique. En revanche, l'objectif d'une entreprise est prescriptif et sa démarche diagnostique. En d'autres termes, les chercheurs en SHS considèrent le monde comme un objet (à connaître) alors que les chercheurs en entreprise le considèrent comme un projet (à réaliser).

1.2.1.2 La recherche-projet appliquée à la thèse

On devine l'objectif vers lequel tendre : une forme de recherche rigoureuse du point de vue scientifique et féconde pour un industriel, soit la troisième voie que Findeli appelle la recherche-projet. Appliquée à notre cas, elle devient la recherche *par* le design.

Inspiré par sa définition anglo-saxonne, on définira ici la recherche par le design comme la quête systématique et l'acquisition de connaissances relatives à l'écologie humaine généralisée, conçue dans une perspective projective (orientée projet) (Findeli 2015 ; Findeli 2004). **Nous approchons le design (projet) d'un point de vue académique, comme un champ de connaissances et de pratiques. Cette approche n'est pas une application de la théorie à la pratique, mais plutôt la fécondation de la pratique par la théorie.** L'intention de la recherche-projet est de générer des connaissances à travers un processus dans lequel l'acte de concevoir et l'acte d'évaluer des concepts jouent un rôle important, pouvant enrichir et orienter la théorie. Développés sous forme de prototypes, ces concepts peuvent être ensuite déployés sur le terrain afin d'évaluer et de comprendre l'expérience utilisateur qui résulte de son utilisation (Fallman 2007). Contrairement aux pratiques de conception traditionnelle (par exemple, la conception de produits), où les méthodes centrées sur l'utilisateur sont appliquées dans un processus initié par les besoins des utilisateurs, la recherche-projet débute par des questions de recherche (Zimmerman, Stolterman, et Forlizzi 2010).

¹⁴ Sciences Humaines et Sociales.

1.2.2 Méthodologie de la thèse

1.2.2.1 Notre positionnement

La démarche à la fois abductive et pragmatique du design se nourrit du terrain puis s'en détache pour proposer des scénarii à vivre, se préoccupant de l'expérience humaine dans toutes ses dimensions (Berger 2017).

Cette thèse, dans son approche phénoménologique — selon l'interprétation que livre Merleau-Ponty du terme (1945) — embrasse la complexité de la dimension humaine. La recherche par le design transforme le plan des objets techniques, mais aussi celui des relations sociales et des formes de signification. Elle apporte des connaissances sur ces mêmes plans à l'articulation entre les techniques et l'humain, contribuant à la création de nouveaux artefacts. Nous l'adaptions au concept contemporain du design d'expérience, où est visé non pas un objet, mais l'organisation d'un ensemble de vécus : on parlera alors d'esthétique d'interaction.

L'enjeu essentiel de la recherche-projet est de moduler le résultat conceptuel pour l'envisager comme une perspective, de se mesurer au contexte sans le subir. La démarche réconcilie pensée et action : sans s'arrêter sur la seule production théorique, elle intègre une dimension participative en sollicitant directement les utilisateurs concernés par les travaux de recherche menés. Cette approche synergique illustre notre positionnement (Figure 2).

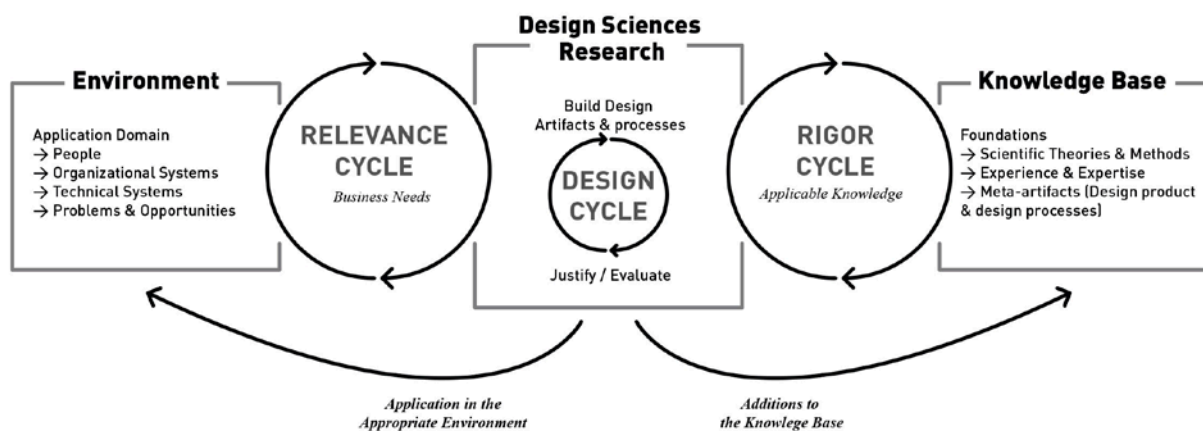


Figure 2 : Notre positionnement : Cadre de recherche par le design (Hevner et March 2003)

Un chercheur en design ne se pose pas comme simple observateur. Sa démarche est exploratoire et traite, souvent de manière critique ou provocatrice, des implications d'une technologie ou d'un phénomène sur la société. Le dispositif développé « incarne » alors sa déclaration ou sa contribution à un débat sociétal. Si de tels concepts révèlent une quête de légitimité scientifique pour la discipline du design, celle-ci revendique tout aussi fortement une liberté méthodologique, tant dans sa théorie que dans sa pratique, pour pouvoir donner naissance à des propositions disruptives¹⁵. Il est impossible d'innover lorsque tous les paramètres sont déjà déterminés.

Il faut en effet penser simultanément la recherche fondamentale et le développement de l'innovation et ne plus les opposer (Mahé 2014). En créant des concepts, ces créateurs

¹⁵ Entendu ici comme des innovations de rupture, non incrémentales.

produisent eux aussi de nouvelles représentations, de nouveaux modes de compréhension, de nouvelles connaissances, de nouveaux dispositifs relationnels et participent ainsi à créer différents types de valeurs. Mais si la pratique du design implique nécessairement la prise en compte de l'utilisateur et de ses besoins, il est nécessaire de savoir ponctuellement s'en détacher pour pouvoir proposer des innovations de rupture.

1.2.2.2 L'intégration de l'utilisateur dans le processus de conception

Comment mettre en place une démarche de figuration des besoins ou des attentes des usagers si ceux-ci ne sont jamais donnés avant la rencontre technique ? Des réponses circonstanciées à cette question générale s'élaborent dans une démarche de conception inévitablement basée sur des intuitions et présupposés. En intégrant l'utilisateur dans un processus itératif associant recherches et expérimentations empiriques, nous développons une connaissance située, contextuelle et évolutive.

En incluant l'utilisateur dans un processus de conception pour répondre à une problématique unique, celle-ci ne peut pas faire l'objet d'une solution « vraie » ou « fausse », mais de type « meilleure » ou « pire ». Le designer donne simplement une trajectoire possible, qu'il aide à solidifier pour la soumettre en société — tout en sachant qu'aucune solution n'est universelle. Ce centrage sur l'humain est un pilier de la démarche en design, notamment reconnu dans ses liens à l'innovation sociale (Manzini 2007 ; Buchanan 2008). Nous avons donc considéré plusieurs méthodes permettant la prise en compte et l'intégration de l'utilisateur dans un processus de conception sans brider celui-ci à des attentes claires empêchant toute réflexion prospective.

La Méthode User-Centered

La méthode *User Centered* (ou *Centred*) répond à la question suivante : comment les entreprises peuvent-elles concevoir des produits répondant mieux aux attentes de leurs clients ? En assumant que le développement de produits doit partir d'une analyse approfondie des besoins des utilisateurs, cette méthode permet de surpasser l'interprétation classique et commune de la conception en tant que style (comment rendre un produit « plus beau »). Cependant, les utilisateurs n'aident pas les concepteurs à comprendre les potentiels changements radicaux dans ce que Verganti appelle « le sens des produits », car ceux-ci sont prisonniers d'un contexte socio-culturel qui les amène à des interprétations en phase avec le présent (Verganti 2008).

La Méthode Design Driven

De nombreuses entreprises n'utilisent pas de processus d'innovation débutant par l'observation d'un utilisateur. Leur stratégie vise à modifier le contenu émotionnel et symbolique des produits, à travers une prise en compte approfondie des changements sociétaux, culturels et technologiques. Plutôt que d'être tirée par les exigences des utilisateurs, leur méthode que Verganti nomme *Design Driven* est poussée par la vision de l'entreprise sur le futur des produits qu'elle conçoit. Ces entreprises ont la capacité de proposer des innovations redéfinissant radicalement le sens d'un produit pour son client. Il s'agit davantage d'un processus fondé sur la connaissance d'un contexte (compréhension, anticipation) plutôt que d'un processus fondé sur la créativité.

La Méthode Technology Push

La méthode *Technology-Push* permet de définir de nouveaux besoins sur la base d'une innovation technologique. Comme son nom l'indique, c'est l'identification de nouveaux procédés ou nouvelles techniques qui permet de stimuler une nouvelle demande (Tushman, Anderson, et O'Reilly 1997).

Complémentarité des méthodes

Les trois méthodes présentées à l'instant ne sont pas exclusives, mais complémentaires. Nous allons adopter une démarche de conception itérative, dite *Design Driven*, puis *User Centered*. Nous assumons donc la responsabilité de définir de nouvelles modalités d'interactions inter-individuelles via un système intégré à un véhicule. Les limites des modèles étudiés nous incitent à appréhender la prise en compte des émotions de manière projective, consistant à développer un produit porteur de sens. Malgré la part de liberté permise par la première méthodologie, nous ne présupposons pas des ressentis des utilisateurs vis-à-vis de l'usage de l'artefact (manipulation, appropriation). Pour cette raison, nous incorporons l'utilisateur dans le processus de conception du produit. En amont et en aval de la démarche de conception dite « *Design Driven* », l'approche « *User-Centered* » aidera donc, par la réalisation d'enquêtes et d'expérimentations auprès des cibles clientèles, de définir ou de valider les propositions en cours de développement (Herbeth, Charue-Duboc, et Manceau 2016).

Cela nous permet de nous attacher dans un premier temps à l'expérience dont découlera la formalisation de l'artefact. En sachant que la valeur d'un concept réside dans sa signification et l'expérience qu'il permet, nous nous positionnons de la manière suivante (Figure 3).

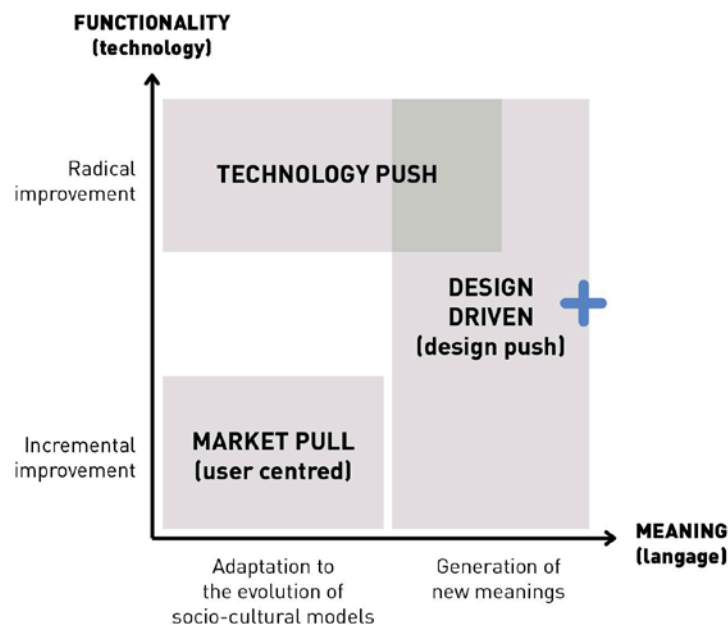


Figure 3 : notre positionnement (en bleu) du concept de thèse par rapport aux stratégies d'innovation définies par Verganti

Ainsi, ces apports théoriques nous permettent de construire un point de vue et de définir un cadre de conception, à savoir la perception inter-conducteurs comme support de liens sociaux que nous pensons constitutifs de valeurs émotionnelles positives. La méthodologie dite « *design driven* » nous amène à effectuer une étude en laboratoire dont l'objectif est de définir

fondamentalement l'incidence de deux modalités de perception sur les stratégies de collaboration de deux sujets. La méthodologie dite « User-Centered » nous amène à effectuer une étude de terrain, dont l'objectif est d'identifier le(s) levier(s) de la relation entre usagers de la route, ainsi que les contextes de conduites où un manque est relevé en termes d'interaction inter-conducteurs. Une étude sur simulateur de conduite, que nous appelons « maximaliste » (par opposition au « minimalisme » des situations expérimentales) a été réalisée dans la même optique, dont l'objectif est d'évaluer le concept inspiré des apports théoriques et répondant aux problématiques industrielles visées. Cette étude passe par différents tests de prototypes, d'entretiens de stimulation mémorielle afin de capter au mieux la résultante émotionnelle de l'interaction inter-conducteurs.

Cette thèse répond donc à un double enjeu ; dégager quelques éléments théoriques fondamentaux, et produire une proposition conceptuelle répondant à une problématique industrielle et s'appuyant elle-même sur ces apports théoriques.

La recherche par le design présente un processus itératif de validation de concepts et propositions, où la théorie s'enrichit de données issues du terrain (Glaser et Strauss 1967). Des hypothèses créatrices se forment à partir de l'expérience sensible pour développer un savoir situé (Thomas 2010). Le processus de recherche laisse alors une place à l'intuition et à l'imagination. Il ne s'agit pas d'avoir recours à la théorie pour expliquer ou prédire un phénomène donné, mais d'ouvrir des opportunités dans un espace encore inconnu (Berger 2017).

1.2.3 Enjeux

1.2.3.1 Enjeu industriel : le groupe Renault

Nous avons introduit notre problématique de thèse avec les constats suivants : les récentes (r)évolutions technologiques qui ont intégré notre quotidien (domotique, smartphone, etc.) arrivent aujourd'hui dans la voiture, bousculant l'expérience de la mobilité jusqu'alors relativement stable. Les pratiques sociales évoluent via les nouveaux entrants (Blablacar, Uber, Drivy...) qui introduisent le partage automobile et réinventent le service de taxi. De nouveaux *business models* gravitent autour des constructeurs, offrant à leurs clients de nouvelles possibilités d'actions — et favorisant du même coup les nouvelles pratiques sociales évoquées à l'instant.

En remettant en question la pérennité du modèle automobile, ces nouveaux acteurs obligent les constructeurs historiques à innover techniquement pour répondre aux nouvelles attentes des consommateurs. Jusqu'alors orientées sur l'aspect sécuritaire des véhicules, les entreprises comme le groupe Renault proposent aujourd'hui à leurs clients de nouvelles fonctionnalités offrant une nouvelle expérience hédonique — notamment multimédia — qu'elles s'attachent à rendre compatible avec l'activité de conduite.

Dans un contexte résolument porté par la technologie, nous considérons que l'appréhension de l'avenir de l'automobile restera superficielle tant que son caractère profondément social sera ignoré. Nous considérons malgré tout que la socialité de la route sera rendue possible et portée par cette technique, « anthropologiquement constitutive » qui modélise l'expérience que le conducteur a de son monde. Par cette thèse, Renault se positionne en tant que constructeur proposant une alternative au futur de la mobilité technocentrée en situant le

facteur humain au cœur de sa réflexion. Le département *User eXperience* du Groupe Renault et le projet TV7 (*Emotion by Sensation*), demandeurs du sujet de thèse, ont conscience du défi sociétal que représente la relation inter-conducteurs. L'enjeu industriel de cette thèse est donc d'explorer la composante sociale à résultante émotionnelle de la conduite et de la formaliser. Cette vision est liée à celle du laboratoire de recherche COSTECH.

1.2.3.2 Enjeu académique : le laboratoire COSTECH

L'identité du laboratoire COSTECH (Connaissance Organisation et Systèmes TECHniques) réside dans la singularité de son objet de recherche : la relation entre homme, technique et société. Cet intérêt s'articule au travers des problématiques variées, comme les conditions techniques de la constitution des connaissances, les expériences vécues et leurs valeurs, ou encore les usages et nouvelles pratiques sociales autour des supports techniques.

Les recherches menées à COSTECH conçoivent et problématisent les dimensions techniquement constituées et techniquement constituantes de l'expérience humaine. Par « expérience humaine », il est entendu ce qui nous arrive tant à l'échelle individuelle qu'à l'échelle collective, dans des situations perceptives, sociales et collaboratives. Le « ce qui nous arrive », dans ses rapports avec la technique, est décrit et problématisé à partir de différents registres ou points de vue : registre phénoménologique, cognitif ou encore expérimental. Chacun de ces registres est solidaire de gestes ou de méthodes de problématisation spécifiques : description de l'expérience vécue, analyse et travail conceptuel, observation et expérimentation, modélisation, travail de terrain, etc.

En ce sens, l'enjeu scientifique de la thèse que nous nous efforçons de suivre est dans la continuité des ambitions du laboratoire, à savoir **la contribution théorique sur la manière dont l'innovation technique modifie nos pratiques et nos possibilités, et les questions qu'elle soulève.**

L'apport du laboratoire de COSTECH vis-à-vis de cette thèse est également méthodologique : la construction d'expériences par des méthodes originales de modélisation (par exemple, la méthode expérimentale minimaliste, présentée en Section II, chapitre 3) permet un dialogue entre psychologie scientifique, design et phénoménologie. La technique sert de support à une recherche qui prend pour objet les dimensions techniquement constitutives de l'expérience vécue.

Cette recherche interdisciplinaire s'inscrit avant tout dans le cadre d'une recherche qui porte sur la constitutivité technique de phénomènes décrivant et problématisant de manière située le caractère constituant de la technique pour l'expérience humaine. Notre approche procède à partir de concepts (« couplage », « interaction », « milieu », « constitutivité », « éaction », « expérience ») et requiert des instruments d'observation et de modélisation que nous concevons. Le design est présent en tant qu'activité de conception technique, menée dans une perspective éactive, c'est-à-dire soucieuse de l'expérience et des interactions.

Cette thèse donne lieu à un travail sur les interactions inter-conducteurs, et plus généralement sur l'expérience sociale de la conduite, qui mobilise la psychologie expérimentale, le design et la phénoménologie. Le design, en tant que démarche de conception, est amené à reconsidérer ce qu'il entend par « expérience » « besoin » et « usages » en étant mis au contact de ces autres démarches théoriques. Le pari, ici, porte sur l'intégration du design dans des sciences humaines visant à contribuer de manière exigeante à une recherche technologique.

*

A l'encontre de l'idée romantique d'un processus de design reposant uniquement sur l'intuition d'un designer inspiré (Vial 2013), ce travail se construit sur une base scientifique couplée à des expérimentations ethnographiques, ainsi qu'un dialogue avec différents métiers (design, recherche, ergonomie, innovation, ingénierie) pour développer des connaissances et des recommandations industriellement valorisables. La recherche par le design se pose comme une méthodologie en capacité de dégager sur le monde des connaissances originales et significatives. En s'y référant, notre démarche de recherche vise à contribuer à l'intelligibilité et à la compréhension de l'expérience de conduite inter-usagers de la route, à laquelle se sont déjà intéressés plusieurs autres disciplines, auxquelles nous souhaitons apporter notre contribution.

1.3 Étude préliminaire des interactions inter-conducteurs

La recherche par le design insiste sur l'importance d'une phase d'observation en début de projet, visant à découvrir le terrain par l'immersion et la mise en empathie. En nous prêtant à cette activité « user centered », nous avons pour ambition de développer une compréhension holistique des interactions inter-conducteurs. Ce travail d'enquête ne vise pas une exhaustivité que nous savons inatteignable : pour cette raison, ce terrain revêt une visée qualitative. Un des principaux résultats de cette étude est le suivant : ce qui fait défaut dans les interactions inter-conducteurs n'est pas tant le manque de richesse des informations accessibles, mais l'accès à l'orientation de l'attention des autres conducteurs, orientation qui indique leur intention. En effet, la projection dans l'expérience vécue des conducteurs met en lumière l'importance de la reconnaissance d'autrui et l'intérêt d'accéder à ce à quoi il est attentif.

*

1.3.1 Terrain d'observation

1.3.1.1 Mise en place de l'étude

Définition des objectifs

Différents travaux se sont déjà penchés sur la question de l'interaction inter-conducteurs (Martinet et Chalandon 2010 ; Gazeau 2014 ; Juhlin 2013 ; Munduteguy et Darses 2007 ; Gibson 2014), sans chercher cependant à identifier les déterminants émotionnels des relations entre usagers de la route. Dans le cadre de cette première étude, nous nous intéressons aux moyens de communication utilisés par les conducteurs et orientés vers les

autres usagers, ainsi que l'interprétation du comportement d'autrui en situation de conduite et la résultante émotionnelle de cette interaction.

L'observation de l'établissement des relations inter-conducteurs en introduction à notre travail de thèse a pour ambition de déterminer les notions clés constitutives de leur relation, permettant d'aborder ensuite le sujet sous différents angles théoriques orientés par nos observations. Nous définissons les objectifs suivants :

- L'identification des différents types de communications qui se réalisent entre les usagers de la route, ainsi que les moyens de compréhension et d'interprétation des intentions des autres conducteurs.
- L'identification des difficultés et des manques rencontrés par les sujets dans les situations impliquant d'autres conducteurs.
- L'étude critique des solutions actuellement mises en place par les sujets face aux problèmes et manques rencontrés.
- Les attentes et propositions des sujets pour pallier les difficultés qu'ils soulèvent.
- Le recueil de la perception des sujets vis-à-vis de la situation d'interaction avec les autres usagers de la route (sensations, émotions).

Au vu de notre approche exploratoire — détaillée dans le paragraphe suivant —, nous ne formulons pas d'hypothèse d'observation. Nous mettrons cependant en corrélation les observables avec la littérature qui s'y rattache.

Méthodologie

L'étude est exploratoire, et repose sur un paradigme de conduite sur route naturaliste¹⁶. Les treize sujets ayant pris part à cette étude sont mis en situation de conduite dans un scénario impliquant plusieurs changements de voie, insertion, dans des contextes de trafic variable et sur différentes typologies de routes. Le véhicule utilisé pour l'étude est équipé de caméras permettant l'enregistrement des essais de roulage selon trois points de vue ; une scène avant (vision subjective du conducteur) et une scène arrière de la route, permettant une compréhension globale du contexte de conduite, ainsi qu'une vue de face du conducteur, permettant d'interpréter les réactions de celui-ci en situation de conduite. Ces mêmes caméras ont été le support d'enregistrements audio qui, suite à des analyses de contenu des verbalisations, ont été comparés aux verbatim des sujets qui se sont exprimés lors des entretiens qui suivent la conduite.

Une première phase a permis l'observation des épisodes de conduite des participants, impliquant la prise en compte des autres conducteurs sur un trajet de trente minutes, comprenant des typologies de routes différentes (autoroute, route de campagne, ville). Un questionnaire (QCM) est posé aux sujets au début de la phase de roulage¹⁷.

Une seconde phase a consisté en la mise en place d'entretien avec les participants. Elle débute par la confrontation des sujets à des épisodes vidéo de leur propre expérience de conduite impliquant une interaction avec d'autres usagers de la route. Elle permet le recueil des données qualitatives sur la perception des participants.

Il n'est par ailleurs pas fait mention du but de l'étude aux sujets tout au long du test, pour éviter d'influencer leurs potentielles stratégies de conduite.

¹⁶ L'expérimentateur a voyagé dans le siège du passager pendant les sessions de roulage.

¹⁷ Les détails et questionnaires du terrain d'observation sont en annexe A de ce document.

Analyse des données

Inspirés par les méthodologies d'entretien qui seront détaillées en Section II, partie 2.1.3, nous avons observé individuellement les participants sans intervenir pendant leur conduite. Ces sessions ont permis la tenue de carnets de recherche sur lesquels nous avons décrit les postures corporelles, les gestes et autres mimiques des sujets. Lors des trajets, nous avons pris soin de noter les façons que les individus ont de percevoir et d'interpréter leur environnement lorsqu'ils sont au volant. Nous avons retranscrit nos données en tentant de ne pas être influencés par nos intuitions. Nous avons ensuite construit des catégories tirées de représentations concrètes (comportements, attentes). Cette analyse de l'activité de conduite est suivie d'un entretien d'autoconfrontation permettant de comprendre les ressentis du sujet impliqué dans l'étude et d'approcher son expérience vécue. Celle-ci nous intéresse en ce qu'elle décèle les sensations, émotions et pensées du sujet qui sont inobservables dans son comportement (Cahour 2006 ; Schmitt et Aubert 2017).

L'entretien d'autoconfrontation a été mené individuellement avec chaque participant, sur plusieurs événements sélectionnés par l'expérimentateur selon leur pertinence au vu des objectifs de l'étude. Sont donc concernées toutes les situations intégrant d'autres conducteurs dans les actions du sujet : rond-point, insertion, changement de voie, etc. D'autres conditions plus épisodiques ont été également considérées comme pertinentes du fait de contingences ayant créé un contexte où une gestion commune de la situation est nécessaire. L'autoconfrontation a amené les sujets à commenter les phases particulières sélectionnées, sur la base des enregistrements vidéo effectués lors de la première phase de l'étude (Figure 4).



Figure 4 : Exemple de vue des trois caméras placées dans le véhicule et présenté au sujet lors des entretiens d'autoconfrontation.

Le fait d'avoir choisi une vue subjective (avant) permet aux sujets de se remettre plus facilement en situation et de décrire finement leur expérience vécue. En les confrontant ainsi aux traces de leurs activités, les sujets explicitent leurs actions et reconstituent leurs interprétations. Cet amorçage mnésique, s'il remet le sujet en condition, est dans un second temps écarté pour détacher le sujet de « l'emprise » audiovisuelle de sorte que, d'une orientation externe vers l'activité déployée sur l'écran, il ait une orientation interne vers son souvenir du vécu de cette activité et qu'on le questionne alors avec des relances plus ouvertes

inspirées des techniques de l'entretien d'explicitation¹⁸. En amenant le sujet à une « position de parole incarnée » celui-ci retrouve un souvenir vivace de cette situation, et non pas une parole abstraite et généralisante (Cahour 2006).

Le traitement des données récupérées a donné lieu à deux types d'analyse : une analyse descriptive des comportements, basée sur les questionnaires et observables puis mise en lien avec les verbatim des sujets, permettant de faire émerger les situations de conduites inter-individuelles problématiques ; et une analyse interprétative appuyée par la littérature et le ressenti des sujets, visant à décrire précisément la dynamique intrinsèque de l'activité de conduite intégrant autrui dans l'action et les enjeux émotionnels sous-tendus.

1.3.1.2 Observations des interactions inter-conducteurs

Conduire dans l'espace public implique de s'adapter en continu en interagissant avec un environnement évolutif. Des sollicitations multiples (visuelles, sonores, attentionnelles ou différents types de connaissances mobilisés), des infrastructures physiques et des lois caractérisent cet environnement de conduite hétérogène. La problématique première de cette activité est le partage du contexte routier avec ses autres usagers. Il n'y a pas de buts communs entre les conducteurs, même si nous pouvons supposer que tous souhaitent se déplacer dans des conditions de sécurité et dans un temps acceptable, compte tenu de la distance à parcourir. Les interactants sont maintenus à des distances leur assurant sécurité, mais complexifiant leur relation : les moyens de communication sont très limités et les interactions sont brèves. Ces contraintes particulières définissent l'activité de conduite comme une activité de contrôle de processus individualisés dans un environnement dynamique partagé (Mundutéguy et Darses, 2007).

Cette définition s'illustre à travers les observations faites durant les sessions de conduite des participants de notre terrain. Les comportements des usagers de la route étant localement très interdépendants, nous avons pu effectuer une première classification des difficultés rencontrées (Tableau 2). Si cette classification ne permet pas de faire émerger des typologies contextuelles spécifiques à chacune de ces difficultés, nous voyons cependant se dessiner une structure commune d'interaction dans les stratégies de conduite mises en place par les sujets.

¹⁸ Celui-ci se pratique sans support, si ce n'est les relances de l'intervieweur qui aide le sujet à décrire son activité telle qu'elle s'est déroulée en situation, soit ce qu'il a fait, perçu, pensé et ressenti pendant celle-ci.

Catégories de difficultés (nombre d'évocations de la catégorie de difficultés sur 13 sujets)	Comportement de l'autre conducteur (12)	Ambiguïté de communication (6)	Difficulté à communiquer ses intentions (6)	Mauvaise compréhension de la situation (2)
Contexte	Incivilités diverses	Evènements inopinés	Insertions	Changements de voie
Détails des difficultés rencontrées par les sujets	La voiture de l'autre conducteur → empêche le sujet de s'insérer → force le passage pour changer de voie → bloque la voie du sujet → serre de près le sujet → accélère pour empêcher le sujet de dépasser → adopte une trajectoire aléatoire pour dépasser trop rapidement	→ Un piéton traverse au feu rouge → Un véhicule roule lentement → Une voiture a un comporte- ment qui laisse entendre qu'elle ne fait pas attention aux autres véhicules → Une voiture roule dans la voie de dépassement → Une voiture a oublié d'enlever son clignotant → Une voiture fait un écart pour éviter un objet dans sa voie	Le sujet → n'arrive pas à s'insérer → n'arrive pas à faire com- prendre à l'autre qu'il lui laisse la priorité → a une incertitude sur la possibilité de s'insérer → ne sais pas quand mettre le clignotant → effectue un écart anticipa- toire pour laisser passer une voiture qui s'insère qui l'oblige à accélérer brutalement	→ Une voiture essaye de doubler le sujet par la droite → Mauvaise compréhension de l'environnement routier du sujet
Solutions actuelles mises en place par les sujets	Le sujet → Détourne les moyens de communication existants (klaxon, feux de détresse, etc) → S'impose	Le sujet → Détourne les moyens de communication existants → se base sur le comportement du conducteur pour deviner ses intentions → effectue de nombreuses vérifications → Attend un signe de la part de l'autre conducteur → regarde où l'autre conduc- teur porte son attention	Le sujet → se base sur le comportement du conducteur pour deviner ses intentions → effectue de nombreuses vérifications → Attend un signe de la part de l'autre conducteur	
Remarque	Prévalence des normes sociales		Prévalence du code de la route	

Tableau 2 : Classification des difficultés rencontrées par les sujets pendant leur session de conduite

Ce travail préliminaire souligne le rapport souvent conflictuel entre les usagers de la route. Au vu des données observées, nous avons classifié les verbatim et les entretiens d'autoconfrontation selon trois thèmes définis par leur récurrence : la communication, la compréhension des intentions d'autrui, et les attentes des sujets interrogés.

La communication

Les premiers enseignements de l'étude montrent que les conducteurs, dans la mesure du possible, utilisent l'orientation du regard et les formes de communications directes — comme un geste de la main — pour « émettre des signaux très clairs sur mes intentions » (sujet 5). Sur la base des retours des sujets, une distinction a été faite entre les canaux de communication motivés, soit les signes intentionnellement tournés vers autrui qui impliquent une action du conducteur, et les canaux de communication non motivés, soit les signes non intentionnels visibles par autrui qui permettent toutefois une interprétation comportementale. Ainsi, les clignotants, appels de phare, klaxon, et toute autre action nécessitant de la part du conducteur l'utilisation d'un système jusqu'alors non manipulé sont associés à de la communication verbale, tandis que les mouvements du véhicule, sa position dans la voie, etc., sont associés à de la communication non verbale.

Si les sujets ont directement verbalisé l'importance des signaux motivés lors des entretiens d'autoconfrontation, ils ont rapidement pris appui sur la vidéo pour expliciter leur prise en compte réflexive de la communication *non motivée* d'autrui ; En effet, la voiture, en tant que « représentation du corps visible » (Marchal 2014), affiche d'une part des signes dirigés vers autrui, et communique d'autre part des intentions sur la base de signes non motivés. Cette association complémentaire crée la base nécessaire à la compréhension globale des intentions d'autrui.

Parmi les sujets, peu sont ceux qui s'extraient de la manipulation des interfaces de la voiture pour communiquer par des gestes, signe de la main, expression du visage, voire des verbatim potentiels adressés aux autres véhicules. Cela s'explique par une situation où chacun est caché par sa voiture, par conséquent considérée comme corps de substitution : « *Il aurait pu me faire un signe de la main, mais honnêtement j'ai l'impression que je ne voyais pas ce qu'il y avait dans l'autre véhicule. Quand tu es piéton, tu vois des gens qui te font des signes. Quand je suis en voiture, j'ai pas l'impression que c'est sur ça que je me base...* » (sujet 4). Les signaux non motivés, par leur nature, soulèvent beaucoup d'ambiguïté. Pour cette raison, les participants ont essayé à plusieurs reprises de croiser le regard d'autrui pour confirmer que ce dernier les avait bien pris en compte.

Le regard (ou croisement de regards) est donc très important dans les situations d'interaction. En interrogeant plus précisément les sujets sur l'importance qu'ils lui accordent, on constate que celui-ci est une donnée — lorsqu'elle est perçue — fondamentale pour la compréhension d'autrui. On notera par ailleurs certains biais comportementaux soulignant l'importance du regard dans la prise en compte d'autrui : « *Quand je suis en colère, je cherche le regard, mais quand je suis courtoise aussi, mais pas pour les mêmes raisons* » (sujet 3). Le regard humanise la relation à autrui, et semble être ici porteur de valeur émotionnelle : « *Il y a des regards très aimables* » (sujet 8).

Notre interprétation des propos tenus par les participants est la suivante : les conducteurs cherchent à s'engager dans une communication explicite (motivée) lorsque cela est possible, à partir du moment où ils s'interrogent sur les intentions d'autrui dont leur conduite dépend. Par exemple, si un véhicule situé devant eux oscille entre deux voies, le conducteur cherchera à croiser le regard de l'autre usager de la route, pour lui faire part de son état émotionnel ou pour comprendre celui d'autrui.

Lorsque l'accès aux intentions d'autrui n'est pas garanti, la coordination entre les usagers de la route dépend des règles prédéfinies du trafic, où les conducteurs ont une compréhension établie des régularités et des règles de comportement à adopter. Le contexte permet en effet d'anticiper les mouvements des autres usagers de la route sans indication de leur part. Par exemple, les intentions des véhicules en situation d'insertion sont claires grâce au contexte : « *C'est une accumulation d'indices qui me permet d'interpréter ce que la personne veut faire* » (sujet 5). Cependant, « *Quand une action est longtemps connue à l'avance, c'est facile de l'anticiper. Mais lors des manœuvres rapides, il n'y a pas d'anticipation possible* » (sujet 1).

La compréhension des intentions d'autrui

La voiture, par sa structure, influence la communication entre usagers de la route : en cachant tout ou partiellement le corps du conducteur, ce dernier doit s'exprimer au travers du véhicule qui l'incarne. Le véhicule contribue inévitablement à façonner le contexte dans lequel il s'utilise, en définissant de nouvelles pratiques dont il a été question dans les paragraphes précédents. En l'absence de signe explicitement motivé et sans possibilité de communication directe, les conducteurs sont donc dans l'interprétation des intentions d'autrui : « *Je suppose, du fait qu'elle se déboîte. Après je ne peux pas en avoir la certitude. Je dois interpréter son action* » (sujet 7).

Cette limitation de l'interaction peut correspondre à la tendance sociétale de la vie privée, dans lesquelles le contact occasionnel avec autrui est menaçant (Sutko, de Souza et Silva 2011). Les notions d'espace individuel, de normes sociales et de relations changent pour s'adapter,

au point que les conducteurs ont tendance à humaniser les voitures ou, inversement, à généraliser les conducteurs d'un même modèle. Cette incarnation du conducteur par son véhicule est soulignée par les participants de notre étude, qui parlent très souvent de « *la Clio blanche* », « *le camion qui est devant* » ; « *Je considère la voiture comme un système qui contient des gens, mais je pense pas à la personne dedans, pour moi c'est le comportement que la voiture a qui est important* » (sujet 2). Cela aboutit par ailleurs sur une dualité entre les signaux de la voiture (clignotant...) et les signes de la personne ; « *Là du coup il l'a oublié [le clignotant, ndr], je pense, parce qu'il a fini de doubler* » (sujet 5).

La sécurité globale du système de conduite repose en partie sur l'habileté des usagers à reconnaître les intentions des autres et à anticiper leur déplacement. Les interprétations — exactes ou erronées — concernant le comportement et les intentions supposées d'autrui sont au cœur de ce processus. Elles donnent des indications sur les facteurs à considérer pour inférer les mécanismes d'anticipation de l'action d'autrui. Soulignons également ce que le conducteur révèle de lui-même : plusieurs sujets ont mis en valeur leur capacité à anticiper les réactions des conducteurs selon les types de véhicules que ceux-ci possèdent ; « *Celui-là dans son Cayenne il me laissera pas passer c'est sûr* » (sujet 9), « *La Peugeot c'est une belle berline donc le mec aurait eu peur que quelqu'un le frôle, c'est pour ça qu'il va s'écarter* » (sujet 12). On retrouve ici le côté statutaire d'un véhicule pouvant confirmer l'interprétation d'un comportement. Plus rares, certains sujets ont émis l'hypothèse que les personnes âgées, plus vulnérables sur la route que les autres conducteurs car ne percevant pas bien leur environnement, conduisaient volontairement mal pour prévenir les autres de leur potentielle dangerosité. Les stéréotypes induisent des attentes, lesquelles seront corroborées ou non par les actions d'autrui.

Les conducteurs trouvent cependant des stratégies d'interaction pour collaborer efficacement sur la route : « *C'est une communication qu'on a instaurée, c'est quelque chose qu'on a intégré ; tu vas sur la voie de dépassement pour faciliter leur insertion. On parle pas même langue. C'est vraiment des codes* » (sujet 4).

De manière générale, la collaboration inter-conducteurs est anticipée de manière à réduire les risques : cela implique la recherche d'indices de différentes natures (contextuelles, signaux verbaux/non verbaux, réglementation en vigueur...), prenant parfois la forme de codes. Certains sujets réclament tout de même une information supplémentaire, permettant de mieux comprendre les intentions d'autrui et remplaçant potentiellement la recherche d'autres signaux faibles. Malgré tout, une part d'ambiguïté subsiste. Pour sécuriser au maximum les choix pris par les conducteurs, ceux-ci mettent souvent en place des stratégies d'évitement.

Dix participants sur treize ont mentionné la « *reconnaissance mutuelle avec l'autre* » comme motivation d'un comportement prosocial. Cette réciprocité s'illustre notamment lorsque les conducteurs font preuve de courtoisie. En se donnant un rôle (en définissant explicitement les actions de chacun vis-à-vis d'autrui), les conducteurs présentent rapidement leur but dans une interaction dyadique. La reconnaissance lève l'ambiguïté et procure de la satisfaction : « *Moi si je laisse passer ça me procure de la satisfaction parce que je me dis que j'ai participé à fluidifier le trafic global. Et si quelqu'un me laisse passer, dans les deux cas j'ai la même satisfaction* » (sujet 2). Les verbatim des participants valorisent la reconnaissance par autrui et soulignent l'aboutissant émotionnel de cette typologie d'action : « *J'adore ça quand il y a un échange de courtoisie. Même s'il n'y a que moi qui le fais, c'est un des éléments qui fait que j'ai plus d'énergie dans la journée* » (sujet 13). Cependant, nous notons que la courtoisie n'est

pas uniquement motivée par des tendances altruistes, mais également par la prudence, considérée par les participants comme un acte d'échange d'avantages : « *Le but du jeu c'est presque qu'il ne s'en rende pas compte et qu'il puisse s'insérer tranquillement. Pour lui, ce qu'il a à prendre en compte c'est « je peux m'insérer parce qu'il n'y a personne sur la voie. Qu'il se rende compte que j'ai fait exprès de ne pas me décaler c'est pas important* » (sujet 5). Les normes sociales sont considérées comme prioritaires sur le Code de la route par la majorité des participants : « Dans certaines situations (genre situation dense), il y a des fois où tu ne peux pas appliquer le Code de la route à la lettre et tu dois t'adapter à ton environnement. Pour moi les actes de courtoisie priment par rapport à un code de la route stricte, c'est juste avoir du bon sens sur la route » (sujet 9). L'intérêt est de pouvoir conduire de manière plus agréable, plus fluide : adopter « un comportement qui fait sens » (sujet 11) facilite le trafic et permet surtout d'éviter des situations potentiellement à problème.

Finalement, le temps réduit de conduite, contraint par l'étude, n'a pas permis de faire ressortir beaucoup d'émotions. Nous notons qu'il est difficile pour les conducteurs d'évoquer des émotions ressenties pendant la conduite autre que la colère. Sur les treize sujets, aucun n'a eu de difficulté à se rappeler d'une situation problématique étant la cause d'une émotion négative. C'est sûrement dans ce sens qu'il faut comprendre l'exaspération de certains participants dénonçant le fait que « *les autres [automobilistes] font n'importe quoi* », qu'« *ils se foutent de savoir si t'es à côté ou non* » (sujet 5 et 12). L'automobile est alors facteur d'agacement, d'énervement, voire de colère et de dépit. C'est également dans ce sens qu'on peut interpréter la juridiciarisation croissante des relations entre automobilistes : moins les individus partagent des règles de conduite spontanées et tacites, plus il est nécessaire d'assurer la circulation à partir de règles formelles et prescrites.

Une émotion telle que la colère est une expérience personnelle de la violation des normes et des attentes, utilisée pour marquer les comportements comme acceptables ou non. Plusieurs facteurs contribuent au comportement agressif : anonymat, isolement social, isolement émotionnel, compétitivité, territorialité, et stress sont les principaux. Pendant les passations de notre terrain, la quasi-totalité des participants a connu au moins un épisode de colère. Cette émotion s'est déclenchée dans différents contextes, même si être témoin ou subir les incivilités d'autrui est la première cause de ressentis négatifs par les participants. Dans les faits, cela se traduit très souvent par un manque de reconnaissance et un non-respect des règles légales et sociales : « *Ce qui me casse la tête c'est pas ceux qui roulent à cette vitesse-là c'est ceux qui sont sur une voie de dépassement où du milieu alors qu'ils devraient être sur la voie la plus à droite* » (sujet 2). Face à cela, les participants mettent en place des stratégies variées. Par exemple, nous avons observé que juste après qu'on leur ait coupé la route, quatre sujets ont essayé d'avoir un maximum d'information sur le fautif : marque et modèle de la voiture, potentiel échange de regard, geste, comportement du véhicule. Certains sujets ont même adopté des comportements à risque similaires à ceux qui ont provoqué leur colère : « *Tu n'as pas fait attention à moi avant, mais maintenant tu vas le faire !* » (sujet 12). La difficulté à exprimer sa désapprobation ou à donner une leçon de savoir-vivre au fautif peut faire directement dégénérer le rapport en une action violente.

Malgré certains comportements accidentogènes, les participants se sont montrés globalement résignés face aux incivilités dont ils ont été témoins. L'aspect culturel est mis en avant de manière récurrente par les sujets comme une excuse ou une justification des comportements d'autrui provoquant des émotions négatives : « *C'est simplement que je comprends pas trop la logique de "je gagne une place", mais bon après ça se rencontre beaucoup surtout en région parisienne* » (sujet 11). Seuls les actes de courtoisie ont généré des émotions positives pour

quelques participants : « *Je me dis qu'à tous les coups il va vouloir se mettre à gauche. Moi-même je me dis que c'est ce que je ferais. Donc il est question d'empathie. Quand je laisse quelqu'un passer, j'ai ce sentiment de satisfaction. Et quand quelqu'un me laisse passer, je trouve ça bien* » (sujet 4).

Globalement, les interactions à valence émotionnelle négative suivent un schéma dyadique (un offensant et un offensé). Les rapports conflictuels sont en lien avec une atmosphère de compétition plutôt que de la coopération. Au-delà d'une expérience négative, la conduite des autres usagers de la route peut générer de la colère, de la peur et de la confusion, et mettre intentionnellement en danger les autres psychologiquement et physiquement (Ellison-Potter, Bell, et Deffenbacher 2001). Des études scientifiques soulignent d'ailleurs la corrélation entre colère et accidents (Underwood et al. 1999; Parker, Manstead, et Stradling 1995).

Les attentes des conducteurs interrogés

Le recul sur leur situation de conduite permis par l'entretien d'autoconfrontation a amené les participants à proposer spontanément de solutionner, ou du moins de justifier les problèmes rencontrés pendant leur session de roulage.

L'absence d'accès à autrui est la première raison orientant les propositions des participants. Trois sujets font la promotion d'un système valorisant l'empathie en facilitant l'accès et la communication vers autrui : « *Quand tu as fait une erreur, tu peux laisser apparaître un "oups excuse moi". Ça m'embête de pas pouvoir faire ça. Et ça rejoint assez la communication instantanée sur smartphone (une communication instantanée basée sur du visuel et rapide). Ça rentrerait dans les mœurs, et les autres comprendraient* » (sujet 13). À plusieurs reprises ont été également évoquées des solutions très littérales, affichant l'état émotionnel des conducteurs sur une base déclarative.

D'autres sujets envisagent toutefois ces possibilités potentielles comme la porte ouverte à certaines dérives : « *Si tu mets un système qui dit "je vais passer" sur les voitures, tu risques d'avoir des gens qui vont pas vouloir te laisser passer. C'est déjà un peu ce qu'on observe à Paris, les voitures ne mettent pas leur clignotant pour indiquer qu'elles vont changer de voie parce que les autres risquent de ne pas les laisser passer. Il faut trouver la bonne manière de communiquer, sans imposer* » (sujet 7). Pour les éviter, le sujet 6 propose un système de rétribution de points, dans une stratégie de gamification de la conduite s'appuyant sur la composante sociale de cette activité. Les sujets 3, 4, 5 et 11 portent également leurs réflexions sur la question de la communication inter-conducteurs et proposent des solutions levant la part d'ambiguïté de certaines situations. La composante sécuritaire prend le pas sur le côté hédonique de la relation, et trouve son paroxysme dans la suggestion d'un participant qui propose de connecter les voitures entre elles, la question de la socialité étant traitée techniquement et limitée à une di mension informative. Cette vision pragmatique converge avec les préoccupations industrielles, mais s'éloigne de nos ambitions.

Même s'il est prématuré de penser une solution technique répondant à notre problématique, nous pouvons dès à présent nous questionner sur le type d'information, sur les intentions réellement accessibles dans les signaux motivés ou non des conducteurs ; quels aspects de ces signaux sont réellement détectés ; et quels types d'informations supplémentaires, le cas échéant, pourraient être nécessaires pour rendre compte des jugements sur le contenu intentionnel, émotionnel et la finalité des actions des autres ? La technique, pensée en réponse à ces enjeux, est un levier à la socialité inter-conducteurs.

1.3.1.3 Pistes de recherche

Ce travail a contribué à identifier plusieurs pistes de recherche. Si une partie de nos résultats recourent ceux issus de la littérature, comme l'ambivalence des signaux utilisés — et détournés — et l'importance des signaux envoyés involontairement, il nous semble que **c'est précisément cet effort à rendre compte d'une coopération potentiellement plus réussie grâce à l'apport d'un système, qui constitue la dimension nouvelle de notre étude. Ainsi, donner une meilleure perception de la « présence » des autres usagers de la route pourrait avoir une résultante émotionnelle sur la conduite sociale.** À terme, nous supposons que cela pourrait réduire l'agressivité inter-conducteurs et améliorer la sécurité routière.

La perception d'autrui

La conduite sur route, en tant que situation intersubjective, permet aux conducteurs d'avoir une compréhension des intentions d'autrui, exprimées avec un degré variable d'ambiguïté à travers leurs actions et comportements. En croisant ces pratiques avec différents indices contextuels (trafic, type de véhicule, signalisation, circulation urbaine par exemple), les conducteurs sont souvent en capacité de les interpréter. **Les sujets rapportent également que la corrélation de leurs actions avec celles des autres usagers de la route donne lieu à une interaction réciproque, confirmant la perception qu'autrui a bien été perçu, et inversement.** Ainsi, un des participants rapportait qu'il « *savait que l'autre voiture faisait gaffe à moi, parce qu'il s'est poussé alors qu'il n'avait pas besoin de le faire il avait la priorité, donc forcément c'est pour moi qu'il fait ça* » (sujet 8). Toutefois, les participants déplorent la rareté de cette situation qu'eux-mêmes ne favorisent pas, en ad optant plutôt une stratégie d'évitement afin de minimiser les risques. Le contexte accidentogène de la conduite amène en effet la majorité des participants de notre étude à éviter au maximum d'avoir à interagir avec autrui, ce qui impliquerait une dépendance de leur action à celle des autres conducteurs. La complexité de saisir si autrui nous a bien perçus ou non — à travers un croisement de regard rendu complexe — est à contextualiser dans une situation où la charge attentionnelle est très sollicitée. Le regard des conducteurs ne décroche du devant de la route que lorsque ces derniers souhaitent effectuer une manœuvre. Le contrôle et la surveillance de l'environnement sont très souvent associés à une prise de décision imminente et non pas à une vérification.

L'individualisme lié à la conduite automobile a été soulevé à plusieurs reprises par les sujets, que ces derniers ont beaucoup associés à un manque de communication : « *il aurait pu dire qu'il m'avait vu et je serais passé, mais là c'était risqué si c'était pas le cas* » (sujet 13), « *il aurait dû faire attention au fait que je voulais passer là on a perdu du temps c'est pas idéal* » (sujet 1). Ce défaut de reconnaissance semble être un point clé de la relation inter-conducteurs, comme le souligne Marchal (2014) :

Aussi la route est - elle le théâtre d'une véritable « lutte pour la reconnaissance » pour ceux qui acceptent de jouer le jeu. Il s'agit alors de rechercher, sinon le regard approbateur de l'autre, du moins son attention. Un seul coup d'œil d'un autre automobiliste suffit à combler pour un moment éphémère ce désir de reconnaissance.

Nous avons jusqu'ici constaté que l'emploi contradictoire de règles formelles et informelles, la difficulté d'établir une communication explicite et l'incompréhension des intentions d'autrui peuvent être à l'origine de contentieux dans la relation inter-conducteurs. Risser (1985) ouvre la réflexion sur la relation inter-usagers de la route non pas comme le simple respect des règles, mais également dans la prise en compte de l'autre. Celle-ci s'exprimant alors via l'élaboration d'une représentation circonstancielle, l'anticipation du comportement d'autrui, et une communication claire orientée vers les autres usagers de la route et spécifique à leurs actions.

Reste le constat que la voiture, « bouclier social », déshumanise la relation inter-conducteurs. Le véhicule « *coque* » (sujet 2), « *bulle* » (sujet 5) ou « *carapace* » (sujet 11) métallique empêche les conducteurs de ressentir la présence sociale d'un autre être humain derrière un autre volant. Car derrière la perception d'autrui et le rapport inter-conducteurs en général — voir et donner à voir —, la question de la médiation technique se pose. Comment la technique influence-t-elle la relation inter-conducteurs, et comment la penser ? Quels types d'informations supplémentaires, le cas échéant, pourraient être nécessaires pour rendre compte des jugements des personnes sur le contenu intentionnel et la finalité des actions des autres ? Aucune des solutions proposées par les participants de l'étude ne fait consensus.

La relation au système et la relation médiée par le système

L'anonymisation des conducteurs peut contribuer à l'adoption de comportements irresponsables. La distance engendre un sentiment d'isolement qui diminue la conscience sociale. Un individu devient anonyme lorsqu'il ne peut pas être identifié par un autre et ne peut donc pas être évalué, critiqué, jugé ou puni (Ross, Rodin, et Zimbardo 1969). **C'est là que réside tout le paradoxe de la situation : si nous nous trouvons à quelques mètres de l'autre, nous avons toutes les difficultés du monde à nous faire entendre. Si les conducteurs croisent beaucoup d'usagers de la route, le fait de ne pas percevoir de lien social ou de relation entre eux entrave leur potentiel d'interaction.** Ce manque de proximité sociale conduit à un comportement de conduite agressif (Baumeister et Leary 1995). La proximité sociale est un facteur qui impacte le désir de collaboration (Reychav, Ndicu, et Wu 2016). Nous avons souligné le fait que partager la route avec d'autres conducteurs implique une nécessité de collaboration. La séparation des conducteurs, dans leur véhicule respectif instaure une distance plus à même de générer des comportements agressifs aboutissant à de la colère, de la confusion ou de la frustration : « *Et en plus ce qui me gêne c'est que je ne peux même pas m'excuser. Tu vois l'autre type qui va décharger toute son agressivité et moi j'aurais qu'une envie c'est de lui dire "écoutez je vous prie de m'excuser, j'étais dans la lune..."*, mais du coup je subis son agression » (sujet 13). Certains sujets ont par ailleurs mis en place des stratégies pour éviter de subir la colère des autres conducteurs dont il serait la cause : « *Je le regardais pas, s'il était énervé. On évite toute agressivité dans ces cas-là. Il aurait été agressif de voir qu'on ne le laissait pas passer, du coup je fais comme si je ne le voyais pas* » (sujet 6).

Pour pallier la déshumanisation dont il était question ci-dessus et qui impacte la relation entretenue entre les usagers de la route, les sujets ont évoqué des solutions techniques valorisant la clarification des « propos » destinés à autrui, et fournissant des indices sociaux du contexte de la communication. Il nous semble que la communication renforcée sensibilise à l'existence des autres, en mettant en jeu des règles sociales pour gouverner les actions (comme les conducteurs savent qu'ils sont plus visibles par les autres conducteurs, ils ont

tendance à être plus responsables de leur conduite). Cependant, enrichir la communication inter-conducteurs n'a de sens qu'à partir du moment où elle se focalise sur la clarification des intentions d'autrui.

Les émotions sous l'angle de la relation

Au volant, les capacités de communication avec les autres usagers de la route sont inhibées. Les conducteurs ont du mal à établir un contact visuel, à interpréter les expressions du visage et à utiliser des gestes pour réguler les interactions sociales. Limités dans leur capacité à signaler leur intérêt, leur intention ou attention aux autres conducteurs, ils peuvent ressentir un manque de réciprocité sociale et émotionnelle.

Des recherches antérieures, confirmées par nos observations, ont montré que la perception du regard des autres conducteurs pouvait influencer le comportement du conducteur (Rakotonirainy, Feller, et Haworth 2008). La recherche systématique du regard d'autrui nous conforte dans l'idée d'un besoin de reconnaissance des automobilistes.

L'inaptitude des conducteurs à comprendre si les autres usagers de la route tiennent compte de leur présence provoque leur colère (Katz 2001). À l'inverse d'un comportement prosocial, l'incapacité d'exprimer ou de percevoir des interactions sociales appropriées entre conducteurs peut entraîner une agression, une conduite égoïste et un comportement antisocial. En d'autres termes, conduire peut nous mettre en colère, impactant l'attention du conducteur et augmentant le risque d'accident : les conducteurs s'énervent dès l'apparition d'un danger potentiel, même si cette réponse elle-même génère bien plus de danger que la situation elle-même (Lupton 1999; Ellison-Potter, Bell, et Deffenbacher 2001; Underwood et al. 1999).

Nous faisons le constat d'une relation entre offensé et offensant : les interprétations du comportement et de la motivation de l'offensant initient la colère de l'offensé qui devient une composante importante de l'interaction sociale. Dans la voiture, les tentatives d'exprimer sa colère et recevoir des excuses sont limitées : les indices sociaux tels que la voix ou les expressions du visage sont indisponibles, à moins d'être exagérés, et ne peuvent pas atteindre d'autres usagers de la route. De fait, le conducteur ne recevra que des expressions émotionnelles amplifiées. Une telle disproportion, le manque ou le retard de la rétroaction exacerbent les problèmes de colère.

Le conducteur offensé aura donc pour objectif de manifester sa colère, et cherchera souvent à augmenter le pouvoir de cette relation émotionnelle sur la base d'un croisement de regard : si l'offensé voit l'offensant voir sa réaction, sa colère aura plus de force. Certains offensés impliquent la communauté comme une audience, pour « punir publiquement » l'offensant et rend les autres usagers de la route témoins de la supposée incompetence de l'offensant. Dans une visée opposée, certains conducteurs sont partisans d'une conduite « zen », qui se détaille comme un évitement de toute émotion autre que le plaisir métaphysique de rester dans le flux de la conduite en elle-même. En effet, l'enseignement zen appelle les conducteurs à abandonner leurs efforts de communication en se concentrant uniquement sur leur conduite (Katz 2014).

Le besoin de reconnaissance des conducteurs qui a émergé de notre premier terrain d'observation illustre les propos de Hegel (1939) : « *la conscience de soi ne parvient à la satisfaction que dans une autre conscience de soi* ». Les valeurs émotionnelles associées à notre expérience perceptive du réel sont des constructions sociales s'inscrivant dans un

monde d'abord vécu comme *partagé*. L'environnement de conduite partagé façonne donc un monde commun rempli de sens social dans lequel les sujets construisent des significations sur la base de leurs interactions (Dourish, 2001). **L'expérience intersubjective réside dans nos habitudes, nos attitudes et nos comportements et façonne notre façon d'interagir avec les autres.** Cette collaboration implique une lecture et une interprétation des actions et des perceptions intentionnelles d'autrui (Tomasello, 1995). Une meilleure compréhension de l'action intentionnelle et leur motivation à partager les amènent alors à créer avec les autres non seulement des objectifs partagés, mais aussi des intentions communes avec des rôles coordonnés (Tomasello & Carpenter, 2007). La construction de sens est le résultat de ces actions.

Sans tomber dans un déterminisme technique, la voiture façonne les actions et la perception des conducteurs, avec une incidence émotionnelle. Cette dimension se limite souvent à la colère ou la peur qui la précède. Les autres émotions concernent le rapport entre l'homme et la machine (Norman 1988). Knobel et al. (2012) appuient le constat que la littérature ne s'intéresse pas assez à la relation inter-conducteurs, en mettant l'accent sur le rapport homme-machine ou la relation entre conducteur et passager. Nous souhaitons étendre l'attention au-delà de l'interaction entre les personnes dans la voiture, pour réduire la barrière entre l'intérieur de la voiture et l'environnement et améliorer l'interaction sociale entre les conducteurs. La visée de ce travail n'étant pas de répondre à un besoin exprimé, nous voulons faire émerger les nouvelles conditions possibles d'une expérience émotionnelle, qualitative, d'interaction inter-conducteurs. En d'autres termes, **s'intéresser aux conséquences émotionnelles et faire émerger une nouvelle expérience avec un nouvel outil.**

1.3.2 Conclusion

Cette première section pose les fondements de notre démarche de recherche orientée projet. Elle nous a donné une compréhension holistique de l'interaction inter-conducteurs et des manques relationnels. Elle nous amène à étudier l'intégration dans le véhicule d'un dispositif technique dédié à la relation inter-usagers de la route pour observer son impact émotionnel. Le travail préliminaire de documentation sur le contexte automobile, suivi d'un terrain d'observation, illustre notre parti-pris empirique. Notre intuition est la suivante : les voitures sont des dispositifs techniques qui médiatisent et limitent les interactions inter-conducteurs. Elles ont de fait un impact émotionnel sur la relation qu'entretiennent les usagers de la route. Dans le milieu automobile, la recherche en facteur humain ou la recherche en design stylistique et ergonomique sont limitées dans les possibilités qu'elles offrent en termes d'interaction. **La recherche par le design, comme alternative aux approches d'ingénierie classiques et guidée par notre étude ethnographique, n'a pas pour vocation de proposer une solution technique aboutie aux difficultés relationnelles des usagers de la route, mais de faire advenir des nouvelles conditions possibles à une expérience émotionnelle positive issue d'une interaction inter-conducteurs** — celle-ci étant rendue possible par la mise à disposition d'un système pensé pour cette expérience. Cela nous donne également l'opportunité d'envisager des pistes de conception alternatives mettant l'accent sur l'expérience de conduite collective et les émotions positives qu'elle peut susciter.

*

Notre objectif est à présent de nourrir notre intuition par une revue de littérature touchant aux réflexions clés qui ont émergé de cette première section et des observations qu'elle contient. En posant nos questions de recherche fondamentale en design sur la façon dont les outils et supports d'interaction modifient l'expérience inter-conducteurs, nous abordons l'émotion comme une résultante de la relation entre deux individus. Nous outillons donc ce travail de recherche autour du concept de l'expérience émotionnelle en lien avec les phénomènes relationnels, via un vaste corpus de connaissances interdisciplinaires qui s'appuie aussi bien sur des études sociologiques que sur des références au design émotionnel. Ce travail de recherche préliminaire met en évidence la composante relationnelle de l'émotion et introduit la section suivante.



SECTION II : CONSTRUCTION D'UN POINT DE VUE

Cette section introduit nos références théoriques. L'émotion est d'abord présentée au regard des courants majeurs qui l'ont étudié. Les perspectives théoriques abordées nous amènent à considérer les émotions comme les moyens d'un processus de coordination, en permettant aux individus de s'informer réciproquement de leurs intentions. Nous étudions ensuite la relation émotionnelle entre un individu et un objet, ainsi que son appropriation. Nous nous penchons finalement sur la manière dont un objet vient contraindre ou favoriser la relation inter-individuelle qu'il médiatise. Après avoir déterminé quand et sous quelles conditions s'établissent les relations humain-monde à valeur émotionnelle, cette revue de littérature oriente la construction d'un paradigme expérimental, dont l'objectif est d'évaluer l'apport d'une modalité d'interaction perceptive dans la relation inter-individuelle. La détermination des points-clés de la constitution de ces interactions, et avec l'appui des champs théoriques déterminés, aiguille des pistes contextuelles et techniques pour définir un concept de design.

2 La relation émotionnelle comme levier théorique

2.1 Une introduction aux émotions

La littérature présentée dans ce chapitre introduit la question de l'émotion au regard des théories les plus représentatives et affronte la diversité des points de vue scientifiques sur la question de sa définition. En nous appuyant sur les fondamentaux théoriques des émotions dans un premier temps et de la phénoménologie dans un second temps, nous valorisons l'importance des interactions sociales pour susciter des émotions positive.

*

2.1.1 Qu'est-ce qu'une émotion ?

Même dans les domaines dans lesquels l'efficacité et la sécurité restent cruciales — typiquement la conduite automobile —, il n'est plus possible d'ignorer la question des émotions et des affects, dans la mesure où il est maintenant largement reconnu que les processus cognitifs peuvent être directement affectés par l'état émotionnel du sujet (Frijda, Manstead, et Bem 2000; Isen 2001; Damasio 2006).

Il est difficile de dégager une définition définitive de l'émotion, le sujet ayant été étudié dans différents domaines tels que le marketing, la psychologie, la phénoménologie, les neurosciences, etc., et à différentes époques. On utilise également le terme pour qualifier une grande variété de phénomènes de notre vie affective, tels que les passions, les sentiments, le caractère ou l'humeur. Ces expressions permettent de détailler des expériences psychiques particulières qui constituent notre vie affective, comme ils fournissent à tous les membres d'une même culture une certaine connaissance du fonctionnement psychique, largement développée dans la littérature romanesque et poétique (Derouesne 2011).

La plus grande partie des théories des émotions les décrivent comme un système de réponses complexes intégrant trois aspects : physiologique (rythme cardiaque, sudation...), comportemental (expression faciale, timbre de la voix...) et cognitif (état interne) (Figure 5).

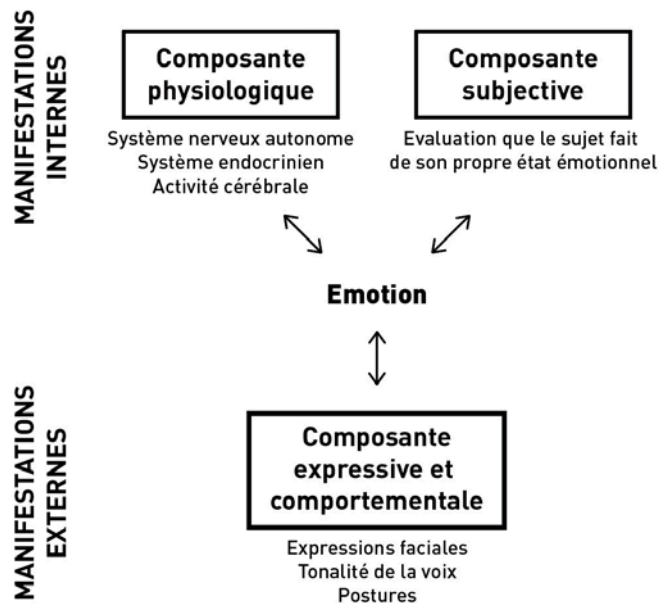


Figure 5 : manifestation d'une émotion

Cela s'illustre à travers un exemple simple : croiser un ours sur notre chemin est une rencontre qui se caractérisera par des changements physiologiques et somatiques. Les émotions se distinguent des sentiments : si les deux notions impliquent une interaction (par exemple, « j'ai peur des chiens »), les sentiments sont des états affectifs qui persistent dans le temps et s'accompagnent de peu de modifications physiologiques et somatiques (Herbeth, Charue-Duboc, et Manceau 2016; Frijda 1994b). Utiliser le terme « sentiment » comme synonyme d'une émotion est la cause de confusions en recherche, puisqu'il s'agit en fait de l'expérience subjective de l'émotion (Scherer 1984b).

L'émotion se distingue également de l'humeur qui est d'intensité faible et d'une durée relativement longue par rapport à l'émotion : nous pouvons être de bonne ou de mauvaise humeur pendant plusieurs jours. Cet état affectif n'est pas lié à un objet particulier, mais plutôt à un environnement global ou selon les termes de Frijda (1994) au « monde comme un tout » (Herbeth, Charrue-Duboc, et Manceau, n.d.).

Dès le début des années quatre-vingt, il est possible de recenser plus d'une trentaine de définitions de la notion d'émotion (Plutchik 1991) et plus de quatre-vingt-dix de ce que l'on appelle le « processus émotionnel » (Kleinginna Jr et Kleinginna 1981). Il est difficile de s'arrêter sur un consensus sans comprendre les tendances théoriques des différents courants intellectuels qui considèrent l'émotion.

2.1.1.1 Les théories des émotions

Il existe en effet plusieurs définitions de cette notion, qui diffèrent en fonction des différentes approches et théories. Elles touchent à la fois aux changements psychologiques, aux composants neurophysiologiques, aux réactions à un évènement déclencheur et à la coopération entre le corps et le caractère social lié à l'individu (Gooty et al. 2010).

Les émotions ont longtemps été opposées à la raison. Si Platon voyait les émotions comme des éléments perturbateurs, et que Kant les considérait comme des « maladies de l'âme » (Cosnier 1994), les recherches en psychologie et en neurosciences ont conduit à revoir

l'opposition entre corps et esprit (Damasio 2006). Être rationnel n'implique pas d'écarter toute émotion (Derouesne 2011).

Depuis Descartes (1728), la valeur cognitive des émotions est remise en cause. Elles ne sont ancrées ni dans l'âme, ni dans l'intellect, ni même dans le cerveau, mais dans les viscères du sujet. Williams James, en s'appuyant sur les travaux de Lange (1922) affirme qu'une émotion n'est que l'appréhension de l'état physique qui la constitue. À contre-pied de l'opinion commune qui voit le vécu émotionnel comme l'origine de l'activation du système nerveux, James considère qu'être triste, gai ou en colère n'est pas avoir une expérience psychique affective qui réagit sur le corps ; c'est au contraire avoir l'expérience consciente d'un événement physique. Cannon (1927), à l'inverse, défend que c'est dans le cerveau que se trouve l'origine des émotions, en démontrant que les réactions émotionnelles de l'animal ne sont pas modifiées lorsque les informations du système nerveux végétatif ne parviennent pas au cerveau. C'est donc parce que j'ai peur que je tremble, et pas l'inverse.

Indissociablement mentales et corporelles, mais aussi fortement liées au contexte social dans lesquels elles naissent, les émotions ont souvent été pensées dans le cadre du débat entre nature et culture et ses séries d'oppositions associées (passion/raison, animalité/humanité, inné/acquis). Si l'origine cérébrale des émotions est admise aujourd'hui, la discussion sur la place des modifications corporelles par rapport au vécu émotionnel n'a pas disparu des débats contemporains (Damasio 1999).

La diversité des théories portant sur la nature des émotions rend impossible d'aborder ces dernières de manière exhaustive. Nous pouvons nous baser sur les deux grands courants selon l'importance donnée à l'émotion ou à la cognition (Lazarus 1999) : les théories psychoévolutionnistes privilégient l'émotion comme un fait biologique défini, tandis que les théories de l'évaluation la considèrent comme un fait psychologique construit. En outre, d'autres théories ont cherché à concilier ces deux aspects du rapport émotion-cognition (Derouesne 2011).

Les théories psychoévolutionnistes

Les théories psychoévolutionniste partent du principe qu'un stimulus externe est le déclencheur d'une émotion bien définie, qualifiée de primaire. Pour les théoriciens se situant dans cette perspective, l'évolution joue un rôle central dans le façonnement des émotions, en tant que « *des réactions transitoires, bio-psycho-sociales conçues pour aider les individus à s'adapter et à faire face à des événements qui ont des implications pour leur survie et leur bien-être* » (Matsumoto et Ekman 2009). Façonnées par la sélection naturelle — donc dans une perspective Darwinienne — ces émotions primaires fournissent des réponses préadaptées qui ont été sélectionnées pour faire face à certains événements récurrents rencontrés au cours de la vie.

Plusieurs chercheurs ont ainsi défini un nombre d'émotions fondamentales universelles à la fonction évolutionnaire (Ekman 1992 ; Izard 1992). Ainsi, la joie, la peur ou encore le dégoût apparaissent comme des émotions basiques ; les émotions plus complexes résultant d'un mélange de ces émotions « de base » (Ortony et Turner 1990).

De nombreuses critiques à l'égard de ces théories ont été faites, accusant le manque de clarté sur la définition des émotions primaires dont le nombre varie de 5 à 10 selon les auteurs (Ortony et Turner 1990 ; Scherer 2000). Le même constat s'applique au principe d'émotions « secondaires ». Nous développons ce point dans la partie 2.1.2 : *Classification des émotions*.

Également, nous constatons que le même stimulus peut provoquer des réactions émotionnelles différentes selon l'individu qui y est confronté (et, à l'inverse, des stimulus différents peuvent provoquer la même réaction émotionnelle chez différents individus). Finalement, ces théories ne tiennent pas compte de l'apprentissage social de l'homme qui conditionne la majorité de ses expériences émotionnelles.

Malgré ces points qui font débat, la théorie des émotions de base demeure très influente en neuropsychologie et sous-tend les nombreux travaux sur la reconnaissance des expressions faciales des émotions (Derouesne 2011).

Les théories de l'évaluation cognitive

Les théories de l'évaluation cognitive postulent que l'évaluation que l'organisme fait d'un stimulus (tel qu'un évènement particulier) détermine le déclenchement d'une émotion (Coppin et Sander 2010; Siemer, Mauss et Gross 2007). Autrement dit, l'émotion n'est pas déclenchée par le caractère du stimulus, mais par l'appréciation de l'individu confronté à celui-ci.

Les travaux les plus représentatifs de ce courant spécifient un ensemble standard de critères qui sont supposés sous-tendre le processus d'évaluation cognitive de l'émotion : nouveauté, soudaineté, caractère plaisant ou déplaisant, implication du Soi (c'est-à-dire conscience que c'est le sujet lui-même qui est à l'origine de l'action), facilitation ou non de l'obtention des objectifs, congruence par rapport aux objectifs et aux attentes, potentiel de contrôle, probabilité d'efficacité dans la situation, compatibilité avec les valeurs individuelles et sociales (Ortony, Clore et Collins 1990; Ellsworth et Scherer 2003; Lazarus 1991). Scherer et al. définissent par ailleurs l'émotion comme « *un ensemble de variations épisodiques dans plusieurs composantes de l'organisme en réponse à des événements évalués comme importants pour l'organisme* » (2001). De la même manière que les théories psychoévolutionnistes, les théories de l'évaluation cognitives soulignent la fonction adaptative des émotions.

Plusieurs critiques soulignent cependant les limites des théories de l'évaluation cognitive, notamment sur les troubles émotionnels : Griffith (2004) donne en exemple le fait qu'un phobique des araignées aura toujours peur de cette dernière, même après avoir acquis la connaissance explicite qu'elle ne présente aucun danger. Finalement, on soulignera que ce courant est orienté vers les théories fonctionnelles et adaptatives où les émotions sont considérées comme des réactions visant à répondre à un ou des stimulus externes ou internes et ce, afin de produire une réaction adaptative à l'évènement visant le bien-être de l'individu. L'angle social ne prend pas une part prédominante, même si l'émotion est également déterminée par d'autres facteurs propres à l'individu, selon son histoire et sa personnalité.

Les théories sociales

Les théories sociales insistent sur l'idée que l'émotion éprouvée par un individu ne peut être étudiée indépendamment du contexte social dans lequel celle-ci apparaît, et dont elle dépend (Kemper 1981). Ainsi, les émotions sont des évènements relationnels, le plus souvent déterminés par l'issue de relations sociales. Leur survenue, comme leur expression, font ainsi intervenir la classe sociale, la profession, le genre, les groupes ethniques, sociaux, familiaux, les communautés, les nations... Mais les émotions ne sont pas seulement modulées par le contexte social, elles participent à l'élaboration des traits distinctifs d'une culture, d'une époque (Shweder et al. 1993).

Les émotions sont ressenties dans et à travers le corps, mais sont constituées par des cadres relationnels et des cultures affectives ; on parle alors de conventions et dispositions culturelles partagées, publiques et collectives (Goodwin, Jasper et Polletta 2009). Comme le soutient Hochschild, « *il existe des modèles sociaux pour se sentir soi-même* », basés sur des « *règles de sentiment* » qui « *définissent ce que nous imaginons que nous devrions et ne devrions pas ressentir et que nous aimerions ressentir dans diverses circonstances ; ils montrent comment nous jugeons le sentiment* » (Hochschild 2003). Les émotions, dans cette perspective, ne sont pas simplement ressenties et exprimées, mais plutôt suscitées, invoquées.

Cette première partie nous a permis de rendre compte des principales approches et théories liées aux émotions, chacune donnant un éclairage particulier à ces phénomènes complexes. Nous tenons également compte du fait qu'en marge de ces courants théoriques, la classification des émotions fait l'objet de divergences.

2.1.2 Structure et composition des émotions

Il est courant d'analyser les émotions en se référant à une liste limitée de termes. Comme nous l'avons vu, les théories psychoévolutionnistes proposent une organisation hiérarchique des émotions parmi lesquelles certaines seront considérées comme primaires, et seraient en ce sens fondamentales (Izard 1992 ; Plutchik 1991). Cette approche catégorielle des émotions se distingue d'une approche dimensionnelle qui postule que les émotions sont à considérer sous l'angle de deux dimensions élémentaires pour pouvoir être décrites (Scherer 1984 a ; Ortony, Clore, et Collins 1990).

2.1.2.1 La perspective catégorielle

Les émotions de base, primaires ou fondamentales sont de simples réactions à un événement extérieur réel ou imaginaire, partagées à travers les cultures, et associées à des états physiques et biologiques spécifiques (Darwin 1877 ; Izard 1992 ; Plutchik 1991 ; Ekman 1992). Ekman énumère les neuf caractéristiques des émotions de base : l'universalité des expressions émotionnelles¹⁹, la présence d'expressions comparables chez l'homme et chez les autres primates, l'existence pour chaque émotion d'un contexte physiologique spécifique, l'universalité des événements déclencheurs, la cohérence de l'expérience émotionnelle et de son mode d'expression, le déclenchement rapide, la durée limitée, la perception automatique (ni volontaire, ni raisonnée) et la survenue spontanée.

Cependant, la nature et le nombre des émotions de base varient selon les auteurs : Ortony et Turner (1990) ont référencé plusieurs recherches concernant leur identification (Tableau 3).

Auteurs	Liste des émotions de bases
Plutchik	Acceptation, colère, anticipation, dégoût, joie, peur, tristesse, surprise

¹⁹ Pour Ekman, les expressions faciales correspondant au dégoût, à la peur, la tristesse, la joie, la colère, et la surprise sont interculturelles.

Arnold	Colère, aversion, courage, découragement, désir, désespoir, peur, haine, espoir, amour, tristesse
Ekman, Friesen, et Ellsworth	Colère, dégoût, peur, joie, tristesse, surprise
Frijda	Désir, bonheur, intérêt, surprise, émerveillement, peine
Gray	Rage et terreur, anxiété, joie
Izard	Colère, mépris, dégoût, détresse, peur, culpabilité, intérêt, joie, honte, surprise
James	Peur, peine, amour, rage
McDougall	Colère, dégoût, euphorie, peur, soumission, sensibilité, émerveillement
Mowrer	Douleur, plaisir
Oatley et Johnson-Laird	Colère, dégoût, anxiété, bonheur, tristesse
Panksepp	Espoir, peur, rage, terreur
Tomkins	Colère, intérêt, mépris, dégoût, détresse, peur, joie, honte, surprise
Watson	Peur, amour, rage
Weiner et Graham	Bonheur, tristesse

Tableau 3 : liste des émotions de base selon plusieurs théoriciens

Certains auteurs proposent une classification complémentaire distinguant les émotions primaires et secondaires, ces dernières étant les résultantes d'un mélange d'émotions primaires — à la manière des couleurs primaires dont l'association aboutit sur des couleurs secondaires. Le Circumplex de Plutchik (1991) est très représentatif de cette théorie : chaque « pétale » est l'illustration d'une catégorie d'émotion dont l'intensité diminue selon l'éloignement du centre de la figure. La proximité de deux émotions génère une émotion secondaire (par exemple, le dégoût et la tristesse donnent forme au remord (Figure 6)).

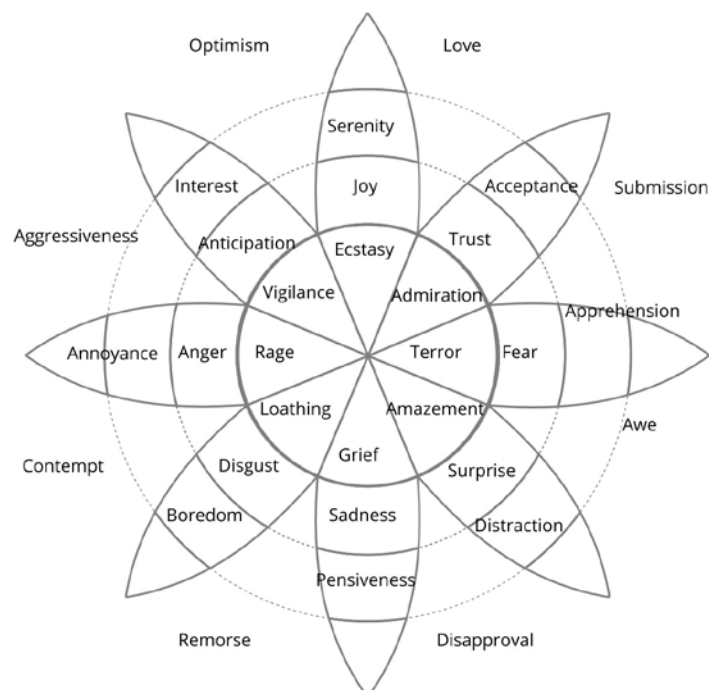


Figure 6 : Le Circumplex de Plutchik (1991)

2.1.2.2 La perspective dimensionnelle

La perspective dimensionnelle s'éloigne du principe d'absence/présence des émotions de l'approche catégorielle, en proposant d'évaluer les phénomènes émotionnels selon leur intensité (Scherer 2000). Elle décompose ceux-ci selon l'intersection entre deux dimensions indépendantes qui seraient des propriétés phénoménologiques basiques de l'expérience affective (Russell et Barrett 1999). Dans cette perspective, rien ne sépare fondamentalement les émotions des autres phénomènes affectifs : elles se situent dans le continuum de la vie affective.

Le modèle Circumplex de Russell (Figure 7) représente ainsi les émotions autour d'un cercle, selon deux axes : la valence (axe horizontal) correspond au plaisir éprouvé : l'activation (axe vertical) correspond au niveau d'éveil²⁰.

Cette approche est probablement la plus commune pour mesurer l'expérience subjective émotionnelle (Fontaine 2009).

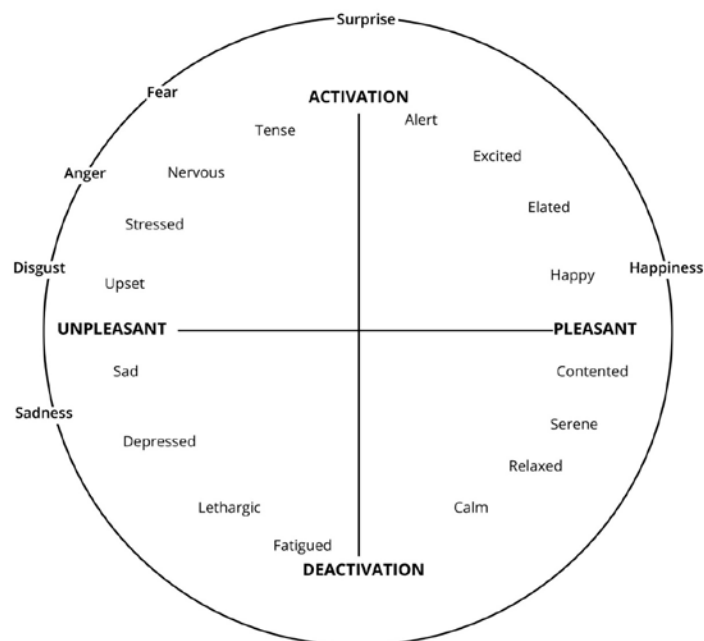


Figure 7 : Représentation du modèle du Circumplex de Russell, avec la dimension horizontale de valence et la dimension verticale d'activation

Une troisième dimension, controversée, peut être ajoutée à ce schéma. La dominance, indépendante des deux premières dimensions, exprime l'intensité selon laquelle l'individu se sent entravé ou libre de ses actes dans une situation donnée (Mehrabian et Russell 1974).

L'opposition entre l'approche discrète envisageant les émotions comme des catégories primaires et secondaires, et l'approche dimensionnelle, mettant en évidence la bi-

²⁰ La littérature anglo-saxonne parle respectivement d'appraisal et d'arousal pour qualifier ces dimensions.

dimensionnalité de la structure des émotions, offre différents angles d'étude pour évaluer les émotions.

2.1.3 La mesure des émotions

La majorité des travaux actuels portant sur le recueil des émotions distinguent trois approches : la mesure des paramètres physiologiques des sujets, l'étude de leurs comportements expressifs, et l'étude de leur jugement affectif (Cahour et al. 2007). Les deux premières sont centrées sur des mesures objectives (le sujet n'a pas forcément conscience de son état émotionnel), tandis que la troisième s'oriente sur des mesures subjectives. Elles répondent à des besoins différents : il peut s'agir par exemple d'isoler les caractéristiques d'une émotion, d'en mesurer les conséquences comportementales dans une situation donnée, ou bien encore d'en examiner l'impact sur un processus cognitif particulier (mémoire, prise de décision, perception, attention...) (Gil 2009). Nous différencions les méthodes non déclaratives, pour lesquelles l'état émotionnel est directement inféré des comportements et expressions du sujet, et les méthodes déclaratives pour lesquelles il est demandé au sujet de rendre compte de son état émotionnel. L'une sera préférée à l'autre selon les moyens techniques à disposition du chercheur et des objectifs qu'il poursuit.

Les méthodes d'évaluation des émotions non déclaratives

La composante physiologique

La composante physiologique permet d'inférer la dynamique objective des émotions à l'aide plusieurs indicateurs comportementaux : la fréquence cardiaque, la réponse électrodermale, la fréquence respiratoire et l'électroencéphalographie sont les quatre principaux indices physiologiques témoins de la manifestation d'une émotion (Cacioppo, Berntson, Larsen, Poehlmann, et Ito, 2000). La collecte et l'analyse de données physiologiques, notamment la conductivité de la peau, peuvent par exemple être utilisées pour déterminer le niveau de stress d'un conducteur (Healey et Picard 2005).

Si les mesures physiologiques déterminent les émotions de manière non invasive (sans pénétration dans l'organisme) et ne permettent pas au sujet d'intervenir directement sur celles-ci, elles restent complexes dans leur mise en place, surtout en termes d'équipement. Elles risquent également de provoquer des réactions parasites du sujet, par exemple du stress lorsqu'il est confronté une première fois à des dispositifs d'évaluation de l'émotion. Pour finir, les mesures physiologiques sont pertinentes pour mesurer les émotions en termes de valence (approche dimensionnelle), mais pas pour déterminer leur nature et les distinguer entre elles.

La composante expressive

L'expression faciale est la manifestation émotionnelle expressive la plus souvent étudiée, tant elle constitue un élément fondamental de nos interactions quotidiennes. Plusieurs chercheurs ont développé des méthodes de mesure de l'expression faciale, notamment le *Facial Action Coding* (FACS) (Ekman et Friesen 1978), qui permet de coder une expression faciale sur la base d'action de plusieurs muscles du visage précis, ou l'électromyographie (EMG), qui mesure la tension musculaire du visage en enregistrant le courant électrique causé par chaque activité musculaire. Cependant, ces deux méthodes nécessitent un entraînement (et même une certification pour le FACS), ainsi qu'un appareillage coûteux.

Aujourd'hui, de nombreuses alternatives plus simples comme *FaceReader*® permettent la mesure en temps réels des émotions révélées sur le visage d'un sujet, en spécifiant même le niveau d'émotion ressentie selon les six émotions de base (Ekman 1992).

Les mesures expressives du visage sont souvent utilisées, car elles présentent l'avantage d'évaluer un phénomène physique spontané. Néanmoins, elles ne tiennent pas compte d'autres indices comportementaux, comme le timbre de la voix. Par ailleurs, si les émotions de base correspondent à un patron musculaire précis du visage, d'autres émotions, comme la honte ou la fierté, nécessitent de prendre en compte un patron comportemental plus large (Johnstone et Scherer 2000). Accessoirement, le fait que le sujet contrôle ses expressions peut fausser les résultats des mesures.

Les méthodes d'évaluation des émotions non déclaratives ont l'avantage d'être indépendantes de la volonté du sujet qui les éprouve (et potentiellement opérante à son insu), mais elles dépendent souvent de ressources matérielles parfois complexes à utiliser. Elles ne tiennent pas non plus compte de la synthèse que le sujet fait de son expérience globale, ni de la manière dont il vit l'expérience de son émotion (par exemple, la peur suscitée par un train fantôme est recherchée, et n'est pas vécue négativement (Fokkinga, Desmet et Hoonhout 2010)). Il faut donc rester prudent quant aux interprétations faites de ces données. En complément, d'autres méthodes peuvent être mobilisées comme les méthodes d'évaluation des émotions déclaratives.

Les méthodes d'évaluation des émotions déclaratives

La composante cognitive

La composante cognitive d'une émotion renvoie à l'évaluation que le sujet fait de son propre état émotionnel, ce qui implique une prise de conscience de sa part sur celui-ci. Cette évaluation est plus simple à mettre en place que les autres méthodes passées en revue à l'instant, car elle ne nécessite qu'un questionnaire. Cette simplicité se retrouve également dans le traitement des données pour l'expérimentateur, qui peut les traiter statistiquement (en se basant sur les occurrences des réponses).

Les méthodes déclaratives peuvent être non-verbales, à l'image du *Self Assessment Manikin* (SAM) (Bradley et Lang 1994) ou d'une de ses déclinaisons plus évoluées, le *PrEmo* (Desmet, Porcelijn, et Van Dijk, 2007) (Figure 8).

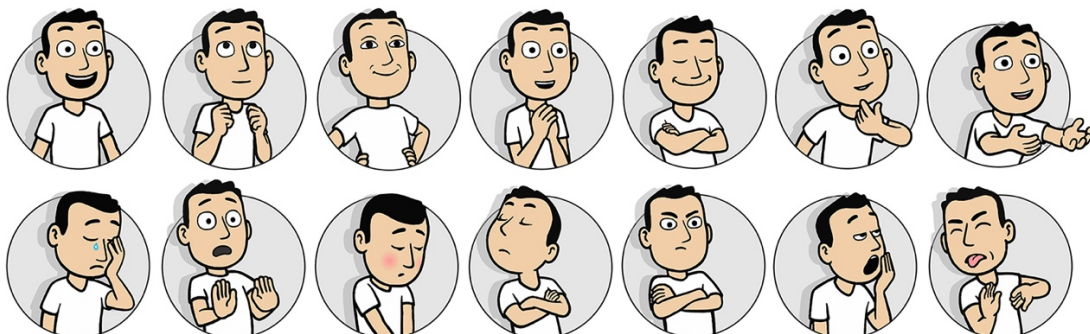


Figure 8 : *PrEmo* est un instrument d'auto-évaluation non verbale qui mesure sept émotions positives et sept émotions négatives.

Cette méthode peut par exemple donner des informations sur la relation entre les caractéristiques d'un produit et son impact émotionnel sur son utilisateur, qui sont précieuses dès les premières étapes de conception (Aggarwal et McGill 2007). Elle autorise également la

synthèse d'une expérience émotionnelle vécue d'un sujet mais dépend de l'honnêteté de ce dernier, l'expérimentateur n'ayant pas de moyen de vérifier les réponses qui lui sont données. Le consensus des réponses apportées permet toutefois de vérifier la véracité des propos d'un répondant.

Les méthodes déclaratives peuvent également être verbales ; le sujet met des mots sur ce qu'il ressent. Certains questionnaires ont pour objectifs de mesurer des émotions de base. C'est le cas du *Differential Emotions Scale* (Izard, Dougherty, Bloxom, et Kotsch 1974) qui présente des termes issus du registre émotionnel sur la base desquels le sujet évalue son degré de ressenti. D'autres mesurent les dimensions émotionnelles, comme le *Pleasure-Arousal-Dominance* (PAD) qui appréhende les émotions par le plaisir, l'activation et la dominance (Mehrabian et Russell 1974).

En raison de leur simplicité, les questionnaires sont très utilisés pour obtenir le ressenti global d'une situation à valeur émotionnelle. Il n'est cependant pas suffisant de se contenter d'une réponse synthétique : pour capturer et comprendre le processus d'une l'expérience affective, il est conseillé d'utiliser des techniques d'entretien mis en regard des observables externes de situations spécifiques.

La composante expérientielle

La composante expérientielle permet d'investiguer le rapport de l'utilisateur à un stimulus qui a provoqué une réaction émotionnelle. Elle se focalise sur l'expérience vécue qui amène un sujet à décrire son activité telle qu'elle s'est déroulée en situation, soit ce qu'il a fait, perçu, pensé et ressenti, par exemple pendant une situation de conduite (Cahour 2006a). La « *prise de parole incarnée* » (Varela, Thompson, et Rosch 1993) ne vise pas la reconstruction ou la rationalisation d'une situation décrite par le sujet, mais bien l'évocation de la dynamique et la dimension subjective des affects, qui peuvent par ailleurs être mis en regard d'observables recueillis lors d'une expérience.

L'entretien d'autoconfrontation

L'autoconfrontation est une première méthode qui permet de regarder « au-delà » du comportement apparent d'un sujet (Von Cranach et Harré 1982). Comme nous l'avons constaté lors de son emploi pour notre premier terrain d'observation, elle consiste à faire verbaliser les sujets en les confrontant à des traces de leur activité (dans notre cas, un enregistrement vidéo intégrant plusieurs points de vue simultanés, d'une situation). Nous accédons ainsi à leur conscience préréflexive grâce à un revécu qui permet d'obtenir des données sur leur activité et une distanciation des sujets par rapport à leur activité.

Comme l'entretien d'autoconfrontation vise à remettre le sujet en situation, il est préférable de lui montrer l'angle de vue qu'il avait lors de l'activité²¹. Il a l'avantage de fournir un support mnésique — généralement audiovisuel — pour l'ensemble des événements observables, ce qui produit, à partir d'indices auditifs ou visuels, une reconnaissance de certains événements qui, sans cela, ne reviendraient pas en mémoire pendant l'entretien.

²¹ La situation de conduite de notre terrain d'observation étant complexe, nous avons agrémenté la vision subjective du conducteur avec trois autres angles de vue pour contextualiser son activité. Montrer sa propre image au sujet pouvait le détourner de l'évocation, mais nous a permis d'avoir plus d'explication sur la manière dont certains participants intériorisaient leurs émotions (ou les exprimaient).

L'entretien d'explicitation

Le but de l'entretien d'explicitation est d'aider le sujet à rendre explicite ce qui était implicite dans sa description ou ce qui était implicitement présent dans son expérience (Vermersch 1994). Ceci implique alors d'accéder à une conscience réfléchie, une certaine appréhension d'un contenu qui était présent dans l'expérience mais de façon intégrée aux actes, et resté ainsi implicite pour les sujets eux-mêmes (Cahour et al. 2007).

L'entretien d'explicitation consiste donc à aider le sujet à se mettre en évocation de la situation qu'il a vécue, c'est-à-dire à en recontacter un souvenir vivace, en l'amenant progressivement à en retrouver le contexte sensoriel (ce qu'il voyait, entendait, sentait, peut-être une lumière ou une chaleur particulière...) et en le questionnant sans induire un contenu spécifique. Une fois en évocation, le sujet est plus à même de décrire son activité dans le détail, voire de retrouver des processus qui étaient préréfléchis (Cahour 2006b).

La stimulation mémorielle (REMIND)

REMIND (*Reviviscence, Experience, Emotions, sEnse MakINg micro Dynamics*) stimule la mémoire d'un sujet avec des traces de son activité (image ou sons) pour aborder la question de l'expérience en tant que construction de sens et de vécu émotionnel. Cette méthode d'enquête instrumentée s'inspire de l'entretien d'autoconfrontation et de l'entretien d'explicitation en mobilisant plusieurs apports théoriques d'inspiration post-cognitiviste (Francisco J Varela, Thompson et Rosch 1993 ; Theureau 1992). L'entretien se base la trace de l'activité d'un sujet (par exemple sur une vidéo prise en vue subjective avec un oculomètre, qui peut être augmentée d'autres informations – la mesure du rythme cardiaque, la focalisation du regard, etc.). Le sujet raconte ensuite son expérience à partir de la lecture qu'il fait de son activité. REMIND vise à identifier les modalités de construction de sens et permet au sujet de décrire avec soin l'articulation de son vécu dans ses dimensions émotionnelles, perceptuelles et cognitives. L'expérimentateur a alors accès à la construction du sens de l'activité du sujet (la signification d'une activité est inaccessible sans le commentaire du sujet qui l'a vécu : par exemple, le point de focalisation du regard indique sa direction mais n'est pas un indicateur de ce que le sujet a véritablement pris en compte. La stimulation mémorielle permet ainsi de comprendre comment un visiteur construit du sens et des décisions, de connaître ses états émotionnels en relation avec cette activité (Schmitt et Aubert 2017).

Le fait d'observer une personne dans le cours d'une activité ne nous permet pas d'inférer son expérience cognitive et affective. Les entretiens sont un moyen d'accès au point de vue du sujet pour saisir la micro-dynamique des enchaînements, des concaténations des perceptions, des attentes, des pensées, des savoirs mobilisés, des émotions qui participent à la construction de sens pour lui.

En contrepartie, la composante expérientielle nécessite une certaine expertise de la part de l'utilisateur pour amener le sujet à évoquer son ressenti de manière sincère et non artificielle. L'expérience vécue est imparfaitement accessible, même si l'on peut néanmoins créer les conditions les plus favorables pour s'en approcher et en entrevoir l'essentiel. (Cahour 2006a) Elle est par ailleurs consommatrice de ressource puisque les entretiens doivent être retranscrits et analysés à posteriori.

Conclusion

La mesure d'une émotion est complexe, c'est pourquoi les chercheurs utilisent plusieurs outils et méthodes adaptés à leur besoin. Notre revue synthétique des méthodes d'évaluation des émotions souligne leur complémentarité. Il n'y a pas de méthode idéale pour mesurer l'émotion, mais des processus plus ou moins adéquats aux objectifs visés par les chercheurs et aux moyens dont ils disposent. **L'identification des émotions concerne la majorité des recherches. Dans notre cas, nos intérêts vont au-delà même du principe d'émotion individuelle, pour s'attacher à l'expérience vécue d'un sujet en interaction avec un environnement et d'autres personnes.** Il n'est pas suffisant de simplement leur demander s'ils sont satisfaits ou non de leur expérience, dans la mesure où des points aussi importants que la dynamique de l'activité, les antécédents des affects et leurs conséquences sur l'action et la décision ne peuvent être documentés avec ce type de questionnaire synthétique. **Il y a ici nécessité à développer une approche qui nous permette non pas de mesurer une émotion liée à une interaction mais de comprendre la signification émotionnelle de l'activité d'un individu tournée vers autrui.**

Dans le cadre de notre travail de recherche portant sur les interactions inter-conducteurs à valeur émotionnelle, nous privilégierons donc les méthodes d'évaluation des émotions qui permettent l'étude de l'expérience vécue d'un sujet. Nous associerons les observables (trace de l'activité, comportement des sujets — actions tournées vers autrui —) avec le ressenti intime des participants de nos études, construites dans ce but. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux interactions interindividuelles desquelles émerge la construction de relations sociales.

2.1.4 La fonction des émotions

Depuis Darwin, la fonction des émotions est très souvent associée à leur caractère adaptatif. Cependant, le rôle que continuent à jouer les émotions n'est pas clair dans notre société. La question de la survie de l'espèce humaine ne se pose plus ; nous interrogeons maintenant la place que tiennent les émotions dans le développement d'un individu, et la valeur fonctionnelle des différentes composantes psychologiques et physiologiques.

Il s'agit là d'un champ de recherche très développé, qui commence avec Tomasello (1993 ; 1995) qui souligne le rôle primordial des expériences émotionnelles dans le développement cognitif et social du sujet, de la première enfance à l'adolescence. Au-delà de ces considérations, les fonctions des émotions peuvent être envisagées selon leur rôle dans les rapports de l'individu avec le monde (fonctions intra-individuelles) et dans les relations entre sujets (fonctions inter-individuelles).

2.1.4.1 Les fonctions intra-individuelles

Pour Descartes (1728), les émotions sont ce qu'il y a de plus privé en nous. Dans la mesure où elles se rattachent au corps, elles appartiennent à ce que l'individu a de plus fermé sur lui-même. Les émotions sont le corps dans ce qu'il a d'indissociable de l'identité personnelle (Dumouchel 1995). Damasio (2006) situe le rôle des émotions dans le raisonnement et la prise de décision. Le rôle attribué aux émotions a très largement évolué dans les dernières années. Il devient courant de considérer que les émotions sont au cœur des structures et des

processus de la cognition, qu'elles participent aux processus d'évaluation, au-delà de critères purement intellectuels.

En réaction à un stimulus, l'émotion d'un individu permet de lui faire prendre conscience des conséquences potentielles à attendre, et de mettre l'organisme en action en mobilisant ses ressources (Levenson 1999). L'émotion joue également un rôle dans la réaction de l'individu : en substituant une évaluation prolongée de la situation à une réponse réflexe immédiate et stéréotypée, elle permet une régulation de la réponse et de ses conséquences ; elle donne la priorité au traitement de certains stimuli, permettant notamment une facilitation de traitements perceptifs, mnésiques, ou moteurs (Scherer 1994). À long terme, la mémorisation des réactions émotionnelles joue un rôle fondamental dans la régulation de l'activité du sujet comme base de la motivation, mais aussi dans le fonctionnement cognitif en influençant les processus de prise de décision (Damasio 1999).

Cependant, nous noterons que les règles sociales et la complexité des relations inter-individuelles ne sont pas au centre des préoccupations de ces auteurs ; au mieux, elles interviennent à la fin du processus émotionnel (Derouesne 2011). En effet, les facteurs sociaux stimulent et génèrent des émotions imprégnées d'influences sociales. Les émotions ne se limitent pas à un aspect biologique apparent, comme un tremblement lorsqu'on a peur (Hochschild 2002). Goffman (1963) met d'ailleurs en avant l'importance de la négociation entre l'individu, son environnement et les conventions sociales.

2.1.4.2 Les fonctions inter-individuelles

Si, à un niveau individuel, les émotions peuvent informer le sujet de la survenue d'évènements sociaux nécessitant une modification d'un comportement (soit une adaptation à la situation), la relation inter-individuelle est à envisager selon un autre degré d'analyse (Keltner et Haidt 1999). En effet, une relation dyadique permet aux deux individus concernés d'établir un lien reposant sur une compréhension mutuelle des émotions d'autrui.

La reconnaissance des émotions ou de leur expression ne se comprend pas seulement en référence à un système linguistique. Elle constitue une pratique sociale ou une modalité d'action spécifique qui participe d'un système de sens et de valeur, relatifs à des enjeux sociaux, de pouvoir notamment, dans le jeu des interactions sociales (Abu-Lughod et Lutz 1990). Dans cette reconnaissance mutuelle des émotions d'autrui, ces émotions sont un processus, construit dans l'interaction (Höök 2009). Ce processus fait intervenir deux mécanismes complémentaires : l'un de nature cognitive, la capacité d'attribuer des inférences à la pensée d'autrui ; l'autre, la capacité de reconnaître l'existence d'émotions chez les autres et de les identifier, qui repose sur les capacités intuitives d'identification-projection de ses propres sentiments et émotions (Derouesne 2011).

L'utilité des émotions pour les individus qui les expriment est ainsi liée à la coordination intraspécifique. Prenons en exemple un groupe au sein duquel le partage des mêmes expériences émotionnelles constitue un facteur de regroupement des individus. Les émotions aident à définir et à négocier les rôles et les statuts des membres du groupe, jouant ainsi un rôle fondamental dans la régulation sociale (Eisenberg et Fabes 1992). Le partage et la coordination des émotions constituent une manière d'être avec autrui, nécessaire pour mieux comprendre la nature du « nous » (Zahavi 2015).

*« Les émotions sont relationnelles dans un sens fonctionnel. Elles jouent un rôle dans un processus continu de coordination entre agents où elles correspondent à des points fixes de coordination ou à des équilibres de coordination. Ce que nous appelons les émotions sont des moments saillants de ce processus de coordination »
(Dumouchel 1995).*

Ces coordinations —ou émotions — ne sont pas des caractéristiques du sujet qui déterminent le succès ou l'échec de la coordination, mais le résultat de la coordination pour le sujet.

*

Au regard des rôles prêtés aux émotions (source d'information, facilitateur de l'action, support à la décision et à l'adaptation, etc.), le concept apparaît une nouvelle fois comme polysémique. Nous proposons un examen de la définition des émotions dans le champ des sciences sociales, en nous intéressant prioritairement à l'expérience émotionnelle d'un individu et à ses modes particuliers de compréhension du monde.

2.2 La relation émotionnelle avec autrui

Analyser les émotions selon une visée sociologique ou phénoménologique ne va pas de soi. Éprouvée corporellement, produite d'une perception ou d'une appréciation subjective d'un objet ou d'une situation, limitée dans le temps, changeante, « l'émotion » est à définir selon le contexte qui l'élicite et l'intérêt du chercheur. Au vu de notre sujet de recherche et des soutiens théoriques présentés dans ce chapitre, nous proposons de prendre le mot « émotion » pour désigner certains moments marquants du processus de coordination affective plutôt que des événements mentaux ou physiologiques subjectifs qui ne concernent qu'un individu. De notre point de vue, ce ne sont pas les caractéristiques intrinsèques d'un état mental ou d'un modèle spécifique de changements physiologiques qui déterminent ce qui est ou n'est pas une émotion, mais le rôle que cet événement joue dans un contexte relationnel comme un moment saillant de la coordination affective.

*

2.2.1 La dimension sociale des émotions

En ne considérant pas uniquement l'émotion en tant que description de l'état interne d'un individu, nous nous détachons des classifications les plus classiques des émotions, conçues comme des ensembles d'états internes ou de dispositions à agir rassemblés en fonction de leurs traits caractéristiques communs. Comme l'explique Dumouchel (1995), l'émotion n'est pas une propriété (physique et psychique) d'un sujet, mais bien une propriété d'un sujet dans un contexte précis, soit une propriété relationnelle.

Pour faire la différence entre deux émotions, on ne fait pas appel aux sentiments intérieurs du sujet, ni même aux gestes extérieurs, dont on croit souvent qu'ils le manifestent, mais aux circonstances qui furent l'occasion de l'émotion, au rapport social qui la détermine. La conception sociale des émotions suggère que les émotions sont, pour une large part, constitutives des rapports sociaux très complexes, caractéristiques de notre espèce. La théorie des jeux nomme jeux de coordination ceux où les intérêts des agents convergent, c'est-à-dire ceux où la coopération est la norme (Dumouchel 1995).

Les émotions ne dépendent plus d'un seul individu, mais de chaque individu pris dans une relation inter-individuelle (Hanne De Jaegher et Froese 2009 ; Hochschild 2003). Les émotions sont donc construites dans l'interaction, ou l'expérience vécue de manière dynamique (Sundström, Ståhl, et Höök 2005; Boehner et al. 2005). Issue de l'interaction entre plusieurs sujets, l'émotion d'un individu est dépendante d'autrui : « L'autre participe avec moi à cette expérience ». Hobson (2008) illustre ce fait avec le cas d'une joie partagée, qui n'est pas ressentie par un sujet comme la sienne, mais comme la leur. RoCHAT (2014) soutient que « *l'écho des affects, des sentiments et des émotions qui se produisent dans une interaction réciproque des jeunes nourrissons et de leurs gardiens* » et est un « *élément nécessaire au développement d'une cognition sociale plus avancée* ». De manière plus générale, **l'expérience de la relation sociale est constituée par la modification attentionnelle d'autrui tournée vers soi** (A. Schutz 1967).

Il s'agit ici de ne pas présenter l'expérience d'autrui définie selon un caractère observatoire qui serait en contradiction avec la vision phénoménologique pour laquelle cette typologie d'expérience émerge dans l'interaction (Szanto et Moran 2015) : les émotions ne sont pas simplement réactives, mais constitutivement impliquées dans la formation de liens sociaux. L'une des contributions de la phénoménologie est précisément de viser l'exploration des relations basées sur la compréhension interpersonnelle et de la reconnaissance réciproque (Zahavi 2015).

2.2.1.1 La communication des émotions

Communication et collaboration

Si les théoriciens de l'approche psychoévolutive voient l'expression des émotions comme la manifestation d'un état interne constituant une disposition à agir, nous considérons l'émotion comme une expression affective. Elle est un moyen de communication partagé dont la signification est dépendante du déroulé de l'échange émotionnel qui peut devancer ou accompagner le comportement. L'expression émotionnelle est comme un langage, ou un système de communication (Dumouchel 1995). **Elle est une propriété visible de l'action sociale, soit une manière de rendre des actions interprétables et significatives. En cela, elle constitue un support à la collaboration.** La question de l'interprétation dynamique du comportement émotionnel est cruciale (Boehner et al. 2005) ; Picard (1995) note que si nous ne pouvons pas connaître l'état émotionnel d'un individu, nous l'inférons sur ce qu'il donne à voir.

L'expression émotionnelle, de la même manière que la communication verbale, n'est pas — seulement — une transmission d'informations, mais plutôt une forme d'action sociale permettant d'atteindre des objectifs collectifs et façonnant l'expérience inter-individuelle. Elle est l'aboutissement coordonné d'une forme de participation active de deux interactants, s'appuie sur leur présence sociale commune et renforce le sentiment d'être ensemble (Mundy et Newell 2007).

L'intentionnalité partagée

Lorsque des individus qui se comprennent en tant qu'agents intentionnels interagissent socialement, une *intentionnalité partagée* peut émerger. Elle fait référence à la capacité de participer avec d'autres à des activités de collaboration ayant des objectifs et des intentions communes, et des rôles d'action coordonnés pour atteindre cet objectif commun (Tuomela 1995 ; Gilbert 1992). Tomasello et al. (1993) ont démontré que la capacité à interpréter les intentions d'autrui et celle d'interagir culturellement avec les autres sont intimement liées ; autrement dit, la propension d'un individu à comprendre les intentions d'autrui crée des formes uniques d'engagement, propres à chaque culture. On observera d'ailleurs que l'aptitude d'un conducteur français à interpréter le comportement d'un autre conducteur (qui enclenche par exemple ses warnings pour le remercier de l'avoir laissé s'insérer) est comprise autrement par un américain (qui l'entendra probablement comme l'expression d'un problème ou d'un danger). Ce type d'interaction requiert non seulement une compréhension des objectifs, des intentions et des perceptions d'autrui, mais aussi une motivation pour les partager en interaction avec les autres.

En nous préoccupant de la manière dont cette compréhension émerge et fait sens, nous observons que la répétition d'une interaction dans un contexte particulier résulte en des pratiques sociales et des rôles — par exemple de nature hiérarchique — coordonnés. Kraut et al. (1990) ont décrit comment la proximité physique permet une communication fréquente, peu coûteuse permettant de développer des relations satisfaisantes dans un contexte professionnel. Toujours dans ce contexte, Whittaker et al. (1994) ont montré comment les collaborateurs se basent sur des indices sociaux contextuels pour être au courant des événements pertinents et pour négocier le moment d'interrompre les autres pour établir un contact. Ces comportements font écho au principe de transmission d'émotion par le biais d'expressions spécifiques interprétées communément (Ekman, Friesen, et Ellsworth 2013). Cela justifie que la négociation de contact en face à face repose sur de nombreux indices subtils et non verbaux (par exemple, le regard, la tête, les gestes). Le contact visuel réciproque, le positionnement du corps et les gestes sont autant d'indices permettant de faire émerger un sens et une coordination relationnelle. Par exemple, dans le cadre d'une conversation qui débute, la conscience mutuelle de tous les indices sociaux et contextuels permet aux individus de négocier naturellement en initiant (ou en évitant) une prise de parole, etc. (Tang 2007 ; Gallagher et Hutto 2008).

La compréhension des actions intentionnelles et la motivation pour partager des états psychologiques avec autrui impliquent des formes uniques d'engagement social, de communication symbolique. Les symboles sont intrinsèquement collaboratifs ; ce sont des dispositifs de coordination bidirectionnels, comprenant des manières d'agir implicites.

Interactions implicites

Les interactions implicites sous-entendent une communication non verbale et souvent tacite, dans le sens où nous adaptons nos actions à des situations changeantes sans en avoir conscience (nous parlons plus lentement à un étranger, nous réduisons le volume de notre voix dans un lieu intimiste). Elles s'illustrent notamment au travers des rôles communiqués implicitement par le comportement — ou encore la tenue vestimentaire. Les interactions implicites sont ainsi déterminées par un cadre commun à deux interactants qui pourront plus facilement anticiper leur relation. Le rapport au corps est fondamental et engagé dans la formation tacite du sens, puisqu'il incarne une intention plutôt que la verbaliser (Merleau-Ponty 1945). Les interactants gèrent ainsi l'incertitude en déduisant les intentions d'autrui et en menant des actions communes (Ju 2015).

Nous venons de voir que dans la plupart des situations intersubjectives, la compréhension directe des intentions d'une autre personne est exprimée dans ses actions incarnées et ses comportements expressifs. Cette compréhension ne nous oblige pas à déduire une croyance ou un désir caché dans l'esprit de l'autre personne. Nous avons une compréhension de leurs intentions et émotions, qui sous-tendent nos actions : je m'écarterai du chemin d'un individu qui semble pressé dans un bureau où il est le seul à courir. Dans cet exemple, nous percevons cet individu comme un agent intentionnel dont les actions sont encadrées dans un contexte spécifique. Cette compréhension pragmatique nous amène à interpréter les actions d'autrui en termes d'objectifs et d'intentions définis dans des situations contextualisées. Autre exemple, une situation de conduite impliquant un autre conducteur au comportement erratique nous amènera à anticiper de potentiels écarts de trajectoire en inférant que celui-ci ne nous a pas vus. Nous projetons les intentions d'autrui dans le cadre d'un scénario que nous partageons avec eux (Gallagher et Hutto 2008). C'est à cette tendance universelle à rechercher des intentions et des motifs dans les comportements humains que se rattachent des narrations fondées sur l'intention, indispensables à la compréhension du monde social.

2.2.2 La prise en compte des émotions d'autrui

2.2.2.1 L'empathie

Tout comme l'émotion, l'empathie est un terme controversé qui stimule les débats sur sa nature, sa définition ou encore sa mesure (Marti et Stienstra 2013). Si l'empathie est le plus communément abordée par la saisie de l'état d'esprit d'un individu directement dans les phénomènes expressifs qu'il rend disponibles (Scheler 2017), Husserl (1973) oppose ce type d'empathie fondamentale à une forme plus active qui vise à comprendre ce qui est exprimé dans des expressions corporelles, à savoir des croyances, des décisions et des attitudes. Il est clair également qu'une même expression pourra exprimer plusieurs émotions et n'aura pas le même sens d'un sujet à l'autre. Schütz (1958) a clairement énoncé ce qu'il nomme « *l'illusion de la réciprocité des points de vue* » qui est cette illusion très forte de pouvoir aisément se mettre à la place de l'autre et percevoir le monde tel qu'il le perçoit (Cahour 2010). Une des rares idées faisant l'unanimité est que l'empathie est un processus par lequel un individu partage son expérience affective. Ainsi, l'affect partagé entre soi et autrui constitue le noyau expérientiel de l'empathie (Decety et Ickes 2009; Nickerson, Butler, et Carlin 2009). Darwall (1998) et Preston (2007) insistent tous deux sur le partage de cette expérience

émotionnelle qui se produit « quand une personne (le sujet) en vient à ressentir une émotion semblable à un autre (l'objet) à la suite de la perception de l'état de l'autre » (Preston 2007). En adoptant une approche phénoménologique de l'action et de la perception, nous adhérons à la vision de Marti (2013) selon laquelle l'empathie ne résulte pas d'un jugement interne ni d'une simple activité cognitive. Elle est un produit social qui émerge de l'interaction par laquelle les actions et les perceptions des individus entrent en synergie.

Les bénéfices de l'empathie observés sur les attitudes et les comportements sociaux ont été largement reconnus, ce qui a conduit à l'exploitation du concept dans différents domaines, des interactions hommes-machine (Bickmore 2003) à la recherche sur le design (Koskinen, Battarbee, et Mattelmäki 2003) afin de comprendre la façon dont les humains donnent un sens aux émotions. Également, Di Paolo, Froese et de Jaegher utilisent l'empathie pour leur notion de prise de décision participative (Hanne De Jaegher et Di Paolo 2007 ; Tom Froese et Di Paolo 2010).

L'empathie étant tournée vers autrui, la notion est donc intéressante à exploiter dans le contexte de recherche de la relation humain/monde. Elle est une projection vers le point de vue de l'autre. L'attention est tournée non pas sur autrui, mais sur la situation qu'il expérimente (telle qu'on imagine qu'il l'expérimente). L'empathie a un rôle d'instrument de connaissance des émotions d'autrui (comme instrument de connaissance de soi en tant qu'être social prit dans un réseau de norme), et ne s'y limite pas. Elle peut endosser le rôle de référence sociale ; en effet, nous interprétons les émotions d'autrui comme des commentaires sur des situations ou événements. L'empathie peut ainsi être un vecteur de transmission de connaissances sur le monde. Elle nous informe qu'un événement est surprenant. Elle nous permet de savoir si une chose est dangereuse ou non sans que nous ayons à en faire nous-mêmes l'épreuve (Pacherie 2004). Resituée dans le contexte automobile, elle peut par exemple s'illustrer comme une voiture qui se déplace plus ou moins brusquement, reflétant certains états émotionnels de son conducteur.

2.2.2.2 La contagion émotionnelle

Nous définissions précédemment l'empathie comme la capacité que nous avons à nous mettre à la place d'autrui afin de comprendre ce qu'il éprouve. Elle se distingue de la contagion émotionnelle, qui désigne le phénomène de propagation d'une émotion d'un individu à d'autres, et qui se caractérise comme une sorte d'indifférenciation entre soi et autrui — abolition momentanée de la distinction des moi individuels confondus en un moi collectif. Darwall (1998) considère cependant la contagion émotionnelle comme la forme la plus primitive d'empathie, où le mimétisme constitue le mécanisme central du phénomène. De Vignemont et al. (2006) marquent cependant une distinction entre les deux en considérant l'empathie comme tournée vers autrui et la contagion émotionnelle comme centrée sur soi. La contagion émotionnelle peut s'expliquer par un mécanisme neuronal — les neurones miroirs —, impliquant que l'on reproduit ce que l'on perçoit (Gallese 2001; Rizzolatti, Fogassi, et Gallese 2001). En enregistrant l'information visuelle de l'action d'autrui, les neurones miroirs nous font expérimenter autrui « *comme si nous exécutions la même action ou ressentions la même émotion sans avoir besoin de l'imiter* ». (Damasio 1999; Gallese 2001; Stern et al. 2004). Cette résonance avec les émotions d'autrui sous-entend que l'observateur partagerait alors des émotions qui ne sont pas les siennes. La contagion émotionnelle est « *fondée sur la*

culture, expérimentée de manière dynamique et, dans une certaine mesure, construite en action et en interaction » (Boehner et al. 2005; Höök 2009). Mais sans prise de conscience d'autrui, elle ne constitue pas une expérience partagée, dans le sens où elle implique une transmission d'émotions préexistantes qui ne s'intègrent pas dans notre approche relationnelle des émotions (« je ressens ta joie comme la mienne et pas comme la nôtre » lors d'un événement heureux). Le partage implique plus que la simple agrégation de sujets et la similitude de plusieurs expériences émotionnelles. Zahavi (2015) illustre ce principe avec l'exemple suivant : « *Si, par coïncidence, deux personnes avaient le même type d'expérience, cela ne constituerait pas une expérience partagée. [...]. Comparez cela à une situation où un couple apprécie un film ensemble. Non seulement ils perçoivent et apprécient le film, mais ils se rendent également compte que l'autre s'occupe du film et l'apprécie, ce qui affecte la structure et la qualité de leur propre plaisir. En bref, ce que les individus ressentent quand ils le font ensemble n'est pas indépendant de la relation qu'ils entretiennent les uns avec les autres. Nous avons affaire à des expériences émotionnelles qui, plutôt que d'être indépendantes les unes des autres, sont co-réglées et interdépendantes de manière constitutive* ».

Si les émotions ont des cibles ou des objets qu'elles visent, la contagion émotionnelle n'interpelle personne en particulier, n'a pas de destinataire précis, mais s'adresse à tous et atteint tous ceux qui peuvent l'entendre, la voir ou la ressentir d'une manière ou d'une autre. C'est par la perception des expressions (notamment faciales) que nous appréhendons immédiatement les émotions exprimées par autrui. Les expressions corporelles, en particulier faciales chez autrui, produisent le même type d'expression chez soi, ce qui semble susciter l'état émotionnel correspondant.

2.2.2.3 La régulation des émotions

Contagion émotionnelle, crise de colère, etc., les émotions nous échappent. Elles sont souvent associées à l'irrationalité humaine : sous l'effet des émotions, nous agissons à l'encontre de nos intérêts. Notre réaction affective aux autres est spontanée et généralement inconsciente jusqu'à ce qu'elle atteigne un certain niveau d'intensité, que nous identifions habituellement à une émotion. C'est par rapport à une expression première et spontanée que nous apprenons — avec plus ou moins de succès — à dissimuler nos émotions (Dumouchel 1995).

Nous savons que les émotions ont un aspect communicatif qui se compose de signaux verbaux, d'expressions faciales, de regard et autres mouvements corporels et expressions non verbales. La régulation émotionnelle implique la modification de ces réponses émotionnelles par l'intervention de processus de régulation, comportemental et somatique (par exemple la simulation de la joie), ou cognitif (par exemple l'interprétation d'un événement de façon à pouvoir atténuer les émotions qui s'y rattachent) (Hochschild 2003). Alors, nous refoulons nos larmes, cachons notre crainte ou exagérons notre joie. Les émotions, lorsque soumises à des actes de gestion, deviennent alors des processus biologiques obéissant à une expérience sociale et personnelle. Nous régulons nos émotions afin de réduire leur impact, leur intensité ou leur évolution temporelle et ainsi les rendre « socialement acceptables » dans la mesure où elles mettent en jeu un rapport au monde et un rapport aux autres.

Krauth et Gruber (2009) soulignent deux modes de régulation des émotions dont la différence est temporelle : la régulation centrée sur les antécédents émotionnels et la régulation centrée sur les réponses émotionnelles (Figure 9). La régulation centrée sur les antécédents est une stratégie préventive qui apparaît très tôt dans le processus émotionnel, c'est-à-dire avant

même que l'émotion elle-même soit complètement activée. La régulation centrée sur les réponses émotionnelles intervient plus tard dans le processus émotionnel, une fois que l'individu a conféré une signification émotionnelle à la situation. Elle vise à modifier les réponses émotionnelles spécifiques qui se situent au niveau du ressenti, physiologique, ou expressif.

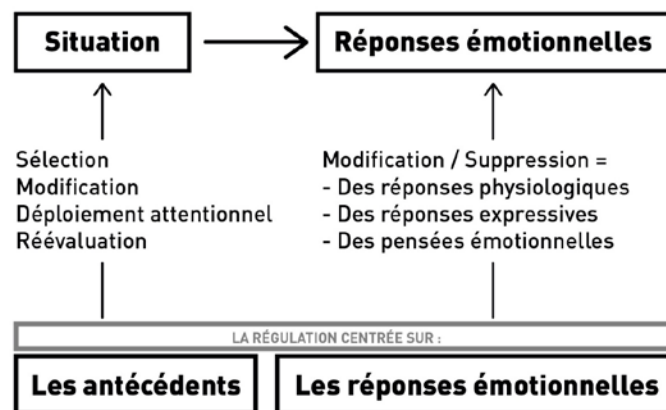


Figure 9 : Modèle processuel de la régulation émotionnelle

Les motivations de la régulation peuvent être de nature personnelle et/ou sociale. Les individus s'en servent pour réduire leur impact ou encore pour les adapter aux normes sociales et culturelles. Pour ce faire, ils se servent de toute une gamme de stratégies de régulation que nous venons de détailler.

Les émotions ne sont pas sociales en fonction de leur objet, mais parce qu'elles sont exprimées. De nature publique, elles sont parfois régies par des règles culturelles sur la conduite des individus, et organisent socialement le comportement de ceux engagés dans une situation. La régulation émotionnelle fait donc partie des règles formelles ou informelles d'interaction sociale et organisationnelle, et ce, afin d'exprimer, supprimer ou simuler certaines émotions qui sont considérées acceptables ou non (Hochschild 1979 ; Goffman 1963).

*

Les émotions ne peuvent être limitées à des processus biologiques centrés sur l'individu : elles nous constituent en tant qu'êtres sociaux, car elles nous mettent en rapport et nous rendent sensibles à autrui. Dans ce processus relationnel, la coordination implique que tout choix comprend l'autre. Les actions déterminées ne doivent pas être considérées comme des états internes privés d'agents indépendants les uns des autres, mais comme le résultat d'un processus d'interaction entre eux. En effet, l'action d'un individu prend forme selon celle d'autrui —ce qui peut expliquer pourquoi certaines des émotions ressenties le sont comme des états subis.

La coordination affective est donc le processus par lequel nous déterminons les intentions et les dispositions des uns et des autres, pour collaborer autour d'une tâche ou d'un but commun. Les émotions en tant que processus de coordination sont une manière d'être ensemble et le moyen d'influence réciproque entre des personnes et par lequel elles acquièrent une certaine autonomie. En somme, les

émotions sont le fruit d'interactions sociales, qu'elles soient dyadiques, groupales ou culturelles (Keltner et Haidt 1999).

2.3 La relation émotionnelle à l'objet

Ce chapitre questionne le rapport émotionnel d'un individu à un objet et fait état de trois paradigmes relationnels : la vision contemplative, la vision utilitaire et la vision interactionnelle. Le premier concerne la relation indirecte avec un objet. Le deuxième s'inscrit dans une vision utilitaire de l'objet, répondant à des objectifs et ouvrant sur des possibilités d'actions nouvelles. Le troisième considère l'objet comme un médium, rendant possible la rencontre inter-individuelle. Cette distinction nous permet de préciser notre orientation conceptuelle : nous envisageons l'objet comme constitutif de la relation d'un individu avec son environnement, en nous détachant des indicateurs de satisfaction d'un utilisateur dans l'expérience qu'il a d'un objet lorsque ceux-ci sont axés sur des considérations stylistiques et ergonomiques. L'interaction homme-objet n'est pas nécessairement limitée à une perception passive (souvent visuelle) avec un produit, mais peut également consister en une action physique instrumentale ou non instrumentale.

*

2.3.1 L'émotion dans la conception

« Les produits qui évoquent des émotions positives sont achetés plus souvent, utilisés plus souvent, et sont plus plaisants à utiliser. Il est donc indispensable de concevoir des produits qui évoquent des émotions positives » (Desmet 2012).

La conception d'un objet²² dont les caractéristiques génèrent de l'attrait, du plaisir ou encore de la satisfaction peut fortement influencer le succès dudit dispositif (Spillers 2004). L'affection pour un produit varie fortement selon les individus, car liée à leurs attitudes et attentes individuelles, mais joue un rôle important dans l'acte d'achat. Pour cette raison, la question de l'aspect émotionnel d'un produit est de plus en plus présente au sein de la conception industrielle. Le marketing l'associe à la satisfaction des besoins des consommateurs : la composante émotionnelle apparaît alors comme un prérequis dans l'appréciation d'un produit et en facilite la vente.

²² , Les termes d'« objet » ou de « produits » sont ici entendus comme des dispositifs techniques, manipulables par leur utilisateur, et dont l'utilisation répond à un objectif et peut découler sur une expérience émotionnelle.

2.3.1.1 Le design émotionnel

Les dimensions du design émotionnel

Éloigné de ces considérations mercantiles, le design émotionnel trouve ses origines dans le *User Centered Design* (Design Centré sur l'Utilisateur) vers la fin des années 1980. En opposition aux approches ergonomiques et technocentrées, Norman (1988) intègre et développe la dimension psychoémotionnelle de l'interaction avec les objets. La méthode vise à comprendre les désirs et besoins des individus en les sollicitant directement, plutôt que de créer artificiellement ce besoin au travers de stratégies persuasives (Norman parle d'ailleurs de « *person* » et pas de « *consumer* »). Dès lors, la mission du design n'est plus la production d'objets techniquement avancés ou performants, mais celle d'objets susceptibles de répondre aux besoins humains et d'engendrer un usage sans obstacle, c'est-à-dire satisfaisants et agréables. Dans ses contributions plus récentes, Norman s'est intéressé à l'impact émotionnel du design – au sens de conception- et, plus spécifiquement, sur la capacité des objets à influencer positivement la compréhension et l'usage de leurs utilisateurs (D. A. Norman 2004). Il distingue trois niveaux de design émotionnel : le design viscéral, comportemental et réflexif :

– Au niveau viscéral (*visceral level of design*), les dispositifs dominants sont d'ordre physique : la vision, l'odorat et l'ouïe. Étant donné que la conception viscérale se réfère essentiellement à des réactions premières, il est possible de l'étudier très simplement en confrontant des individus à un produit en attendant leur réaction. Cette confrontation doit produire un impact émotionnel immédiat. Elle se focalise sur les appréciations comme bon/mauvais ou sûr/dangereux que nous activons spontanément face à l'objet, lorsque nous sommes stimulés, par exemple par la couleur, les effets lumineux, les textures translucides ou la ligne d'une voiture sportive.

– Le design comportemental (*behavioral level of design*) concerne essentiellement l'utilisation du produit ; c'est la facilité d'exécution qui est déterminante. Il existe quatre aspects du design comportemental : fonction, compréhensibilité, facilité d'utilisation et rendu physique. Ainsi, dans la plupart des design comportementaux, la fonction vient en premier. Le point de départ d'un bon design comportemental est la compréhension de la façon dont les gens utilisent un produit, le véritable défi pour les concepteurs étant de saisir les nécessités insatisfaites et inexprimées des utilisateurs.

– Le niveau réflexif (*reflective level of design*), qui couvre de nombreux domaines. C'est à ce niveau que se déterminent le message, la culture et la signification d'un produit ou de son utilisation. D'une part, le design réflexif va déterminer la signification d'une chose et les souvenirs personnels qu'elle éveille. D'autre part, il détermine également l'image de soi et le message que le produit renvoie aux autres. En effet, les produits peuvent être plus que la somme de leurs fonctions. Leur valeur réelle peut se trouver dans le besoin émotionnel des personnes qui les font fonctionner, mais un des besoins parmi les plus importants consiste à affirmer son individualité. Par exemple, la valeur d'un tableau dépasse son niveau esthétique : elle implique le niveau réflexif induit dans le fait de posséder l'original ou de l'avoir en permanence sous les yeux.

On retrouve des considérations similaires chez Jordan (2002) qui introduit la notion de plaisir dans l'interaction d'un individu avec un produit, en catégorisant le terme :

– « plaisir physiologique » (*Physio-Pleasure*), qui dérive des sensations du corps et de la perception sensorielle ; le physio-plaisir combine plusieurs aspects du niveau viscéral avec le niveau comportemental de Norman

– « plaisir sociologique » (*Socio-Pleasure*), qui est lié à la relation avec les autres (amis, famille, collègues, société en général) ;

– « plaisir idéologique » (*Ideo-Pleasure*), qui concerne les goûts, les valeurs et les aspirations individuelles ; le plaisir social dérive de l'interaction avec les autres. Beaucoup de produits jouent un rôle social important (téléphone, mail...). Parfois, ce rôle est lié à l'utilisation de l'objet, destiné à une fonction basique : c'est le cas de la machine à café, point de rassemblement impromptu. Le socio-plaisir regroupe donc divers aspects du design comportemental et réflexif.

– « plaisir psychologique » (*Psycho-Pleasure*), qui sollicite des réactions mentales ou émotionnelles. Cet aspect du plaisir traite des réactions des personnes et leur état psychologique au moment d'utiliser les produits. Nous le rattachons au niveau comportemental.

Selon Jordan, pour obtenir un produit capable d'engendrer une interaction satisfaisante, c'est-à-dire capable d'engendrer du plaisir pour l'utilisateur, il faut croiser ces quatre niveaux : l'objet doit à la fois être agréable aux sens, faciliter l'interaction sociale, représenter l'image réelle et désirée de l'utilisateur dans le contexte public, répondre à certains idéaux stylistiques, à certaines valeurs (par exemple philosophiques, religieuses ou éthiques) pour finalement susciter un attachement émotionnel.

D'autres auteurs ont également ouvert de nouvelles perspectives dans la recherche sur les émotions dans la conception. Leurs travaux préconisent de mettre davantage l'accent sur l'expérience utilisateur d'un produit. Par exemple, Desmet et Hekkert (2002) rattachent les concepts de plaisir et d'émotion, et introduisent un modèle structurel qui distingue les différents types d'émotions attachées à un produit sur la base des états qu'ils suscitent. Le modèle adhère à la vision cognitive (fonctionnelle) des émotions et clarifie la relation entre le concept de plaisir et d'émotion. Nous pouvons également aborder le modèle de Desmet (2012) des approches de design, de par sa proximité à la notion-cadre d'expérience utilisateur (Figure 10).

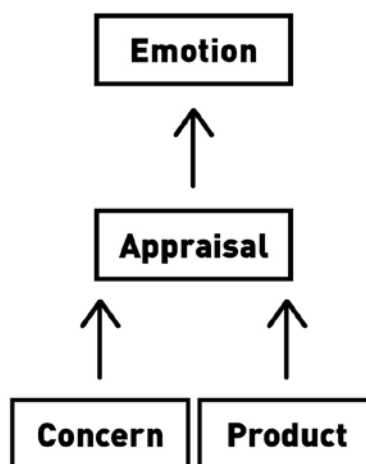


Figure 10 : Modèle de Desmet, 2012

Ce modèle a également été mis en œuvre pour interroger les situations « d'intérêts contradictoires » (*conflicting concern*) dans lesquelles les intérêts de l'utilisateur entrent en conflit, comme dans cet exemple : « Je comprends que les économies d'énergie soient bénéfiques pour l'environnement, mais je n'aime pas avoir à m'en préoccuper chez moi. » (Ozkaramanli, Desmet, et Hekkert 2012).

Le Kansei

Le design émotionnel renvoie à son origine à la théorie Kansei, qui a donné lieu à l'ingénierie Kansei (l'intégration dans la conception de caractéristiques subjectives relatives aux utilisateurs telles que les émotions ou l'affectivité). Le *Kansei Engineering* est introduit au Japon au début des années 1970 (Nagamachi 1995 ; Nagasawa 2002). La multiplicité des disciplines qui se sont intéressées au Kansei est grande, et aborde le terme comme une méthodologie de développement de produits qui fait le lien entre les attentes, sentiments et émotions des utilisateurs et les paramètres concrets de design (Hekkert et Schifferstein 2008; Lévy 2018). En japonais, le terme Kansei lui-même n'a pas d'équivalent français ou anglais, malgré quelques propositions (Schütte 2005). Dans le contexte de la conception de produits, le Kansei peut être défini comme « *l'impression que l'on obtient d'un certain objet, environnement ou situation, tous ses sens de visions, d'ouïe, de sensations, d'odeurs et de goûts, ainsi que ses facultés cognitives* »²³ (Hekkert et Schifferstein 2008).

La méthodologie Kansei peut être utilisée dans le cadre de la conception d'un dispositif pour s'assurer de l'adéquation entre les caractéristiques de ce dernier et les attentes de son utilisateur, en permettant de transférer la valeur émotionnelle dans des paramètres concrets de design. Sur la base d'outils qualitatifs (par exemple, le *Semantic Differential Scale* (SD-Scales), le Kansei mesure la perception d'un utilisateur vis-à-vis d'un objet et est ensuite utilisé pour améliorer cette perception. En entreprenant une étude psychophysique et holistique sur la perception, les processus mentaux et le comportement humain dans le but d'améliorer les processus de conception, il est devenu une question majeure pour le développement de nouvelles techniques de conception de produits. Il est donc important dans certains cas de pouvoir évaluer les émotions ressenties par les utilisateurs durant leur(s) interaction(s) avec un artefact interactif. La méthode est souvent utilisée pour évaluer des produits existants, d'où certaines critiques à son égard liées à son manque d'innovation. Dans la plupart des cas, le développement de produit n'est pas associé à de l'innovation de rupture, mais plutôt incrémentale (Kano 1984).

L'utilisabilité

Le design émotionnel semble se focaliser sur la perspective holistique de l'expérience — ou comment l'individu développe ses processus cognitifs, perceptifs et émotionnels dans l'interaction avec un objet, davantage sur les valeurs perçues, « ressenties », que sur l'utilisabilité de l'outil²⁴. Même si les aspects fonctionnels des produits ne sont pas toujours écartés de l'analyse, ils jouent un rôle secondaire dans le processus explicatif des usages, comme l'indique Jordan (1998, 2002) : « *Les produits ne sont pas uniquement des outils. Les produits sont des objets vivants avec lesquels les personnes ont des relations. Les produits sont des objets qui peuvent rendre l'individu heureux ou furieux, orgueilleux ou honteux, sécurisé ou anxieux... Ils ont une personnalité* ». Ces aspects non fonctionnels des produits sont abordés à partir d'approches conceptuelles hétéroclites : celles du plaisir (William S Green et Jordan 2003; Jordan 2002) ; d'émotion (D. A. Norman 2004) ; de valeur ou qualité hédonique (Lenz, Diefenbach, et Hassenzahl 2013; Diefenbach et Hassenzahl 2011; Diefenbach et al. 2014; Hassenzahl et al. 2000).

²³ Traduction originale : « *The impression somebody gets from a certain artifact, environment or situation all her senses of visions, hearing, feeling, smell and taste, as well as her cognition* ».

²⁴ Une grande partie du design émotionnel développé dans les années 1990-2010 est principalement une tentative d'extension de la notion d'utilisabilité.

Il est difficile de trouver une définition unique de la notion d'utilisabilité. Nous disposons de multiples définitions, dépendantes de la manière d'opérationnaliser (mesurer) cette notion. (Shackel 1991) définira l'utilisabilité d'un objet comme « *sa capacité, en termes fonctionnels humains, à permettre une utilisation facile et effective par une catégorie donnée d'utilisateurs, avec une formation et un support adapté, pour accomplir une catégorie donnée de tâches, à l'intérieur d'une catégorie spécifique de contextes* ». C'est en partie sur cette définition que s'appuieront par la suite les rédacteurs des normes ISO²⁵, pour définir l'utilisabilité, et dont l'usage a été plus ou moins standardisé. Nous retiendrons surtout les trois composantes initiales de l'utilisabilité (efficacité, efficacité, satisfaction), même si le contour de cette notion a évolué. Il nous semble important de souligner trois aspects de l'utilisabilité : la volonté de placer l'utilisateur au centre du processus de conception, la volonté d'inclure au niveau des objectifs de conception des populations à besoins spécifiques qui étaient exclues auparavant (conception universelle, conception inclusive), et la prise en compte des avancées de la recherche à travers un processus de standardisation et de normalisation.

Certaines approches de l'utilisabilité mettent au cœur de l'analyse cette notion de besoin, qui peut être défini comme un manque de quelque chose, dont la présence ou l'obtention est indispensable pour le sujet. Utiliser un produit, c'est d'abord satisfaire un certain besoin dont l'assouvissement permet d'atteindre un certain plaisir. Ainsi pour Green et Jordan (1999), l'utilisation d'un produit vise à satisfaire trois types de besoins organisés hiérarchiquement (recherche de fonctionnalités, recherche d'utilisabilité, recherche de plaisir). D'autres, comme Foxal et al. (1998) ont essayé encore de distinguer différents types de besoins : besoins fonctionnels, besoins sociaux, besoins symboliques (succès, statut social, réalisation, etc.), besoins hédoniques (stimulation des cinq sens), besoins émotionnels, besoins cognitifs. De même, il est difficile d'envisager de détacher l'émotion des autres qualités des produits comme l'efficacité, la sécurité ou la fiabilité. Hassenzahl (2004), pour sa part, estime qu'étant donné le caractère éphémère des émotions, il n'est pas d'une grande utilité pour la recherche de s'intéresser à celles-ci lors de la conception des produits, sauf éventuellement pour les produits destinés exclusivement à un usage ludique. Pourtant, l'émotion joue sans doute un rôle important dans l'interaction avec les produits et les objets car on ne peut pas réduire cette interaction aux seuls phénomènes affectifs (Palen et Bødker 2008). Comme le souligne Lockner (2015), il nous apparaît également nécessaire de considérer la notion d'émotion non pas comme une plus-value supplémentaire à un produit préalablement étudié pour une utilisabilité optimale, mais bien comme une donnée de départ d'une conception englobant plus largement les nombreuses facettes de l'expérience avec le produit.

Hancock et al. (2005), en s'inspirant de la pyramide de Maslow, propose de conceptualiser la dualité fonction/émotion à travers la notion d'hédonomie. Bien que hiérarchique, cette structure amène cependant moins de critiques que dans le cas de la pyramide de Maslow (Figure 11) : elle reflète ici plus un choix qu'une structuration a priori des besoins des individus, comme on le verra ci-après. Certains éléments des « couches inférieures » sont constitutifs des niveaux plus élevés, mettant en évidence une dimension « collective/individuelle » qui se réfère aux variabilités inter (voire intra) individuelles.

²⁵ Traduction de la norme ISO 9241-11 (ISO, 1998): "The extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use".

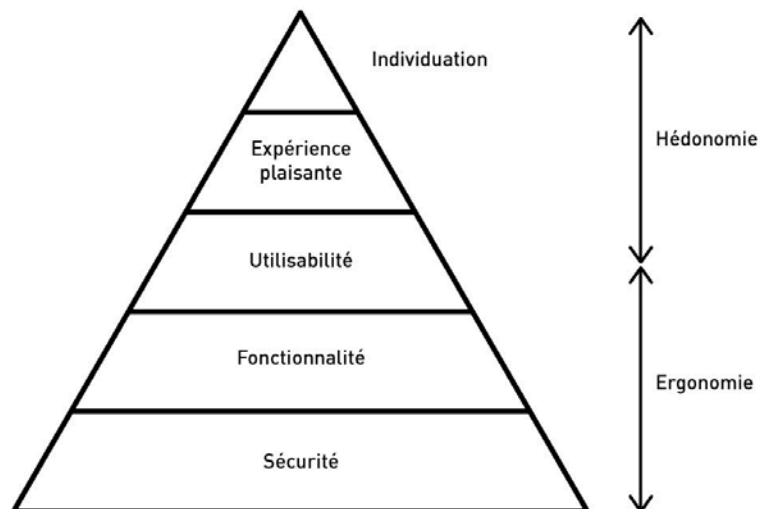


Figure 11 : Hiérarchie des besoins hédonomiques et ergonomiques dérivés de la pyramide de Maslow.

Depuis plusieurs années, les équipes de conception ont adopté une approche centrée utilisateur selon des recommandations ou des critères ergonomiques. Ces recommandations visent à minimiser l'effort cognitif nécessaire à l'utilisation de certains produits ou dispositifs. Ainsi, l'interaction homme-machine est souvent considérée en fonction de l'utilisabilité, plutôt qu'en fonction de l'expérience de l'utilisateur. En introduisant la notion de design émotionnel comme nouveau paradigme vis-à-vis de la notion d'utilisabilité, les équipes de conception prennent en compte des considérations autres que la stricte utilisabilité. La notion d'*expérience utilisateur* explicite la balance entre l'utilisabilité et autre besoin satisfaisant l'expérience que l'utilisateur a d'un produit.

2.3.1.2 L'expérience utilisateur

Plusieurs chercheurs ont critiqué l'approche du design émotionnel en tant que perspective un peu simpliste visant à considérer les aspects émotionnels comme des propriétés intrinsèques des objets, et oubliant le rôle que jouent le contexte et l'expérience de l'individu sur les réactions affectives (Hassenzahl 2004 ; Mahlke et Lindgaard 2007). La première critique tient à l'état actuel de la recherche sur les émotions elles-mêmes, et à la diversité des approches théoriques et méthodologiques utilisées pour les identifier et rendre compte de leurs composantes. La deuxième critique touche les aspects liés à la conception et aux usages à proprement parler. En effet, ces approches qui se sont développées à la fois comme un effet de mode et comme une réaction à l'approche classique de l'utilisabilité ont pour conséquence d'oublier l'étude de l'interaction elle-même. Ces mêmes auteurs se réfèrent donc à la notion d'expérience utilisateur, envisagée comme un cadre intégrateur, inclusif et holistique des différentes composantes relatives à l'interaction utilisateur/produit qui constituent autant de variables permettant de rendre compte de l'expérience subjective de l'utilisateur. Cependant, il n'y a pas une approche « expérience de l'utilisateur », mais des approches, étant donné la diversité de points de vue disciplinaires, méthodologiques et conceptuels sur le sujet. Il est donc difficile de trouver un consensus permettant d'arriver à une définition unique de ce qu'on peut entendre par « expérience de l'utilisateur ». Dans ce sens, un des apports éventuels de ce concept serait de servir de « concept parapluie » (Instone 2005) permettant d'intégrer les apports des différents champs disciplinaires et professionnels participant au processus de

conception. Pour Kankainen (2002), « l'expérience de l'utilisateur est le résultat d'une action motivée dans un certain contexte. L'expérience antérieure de l'utilisateur et ses attentes influencent l'expérience actuelle, et celle-ci conduit à de nouvelles expériences et de nouvelles attentes ». Pour Arhippainen et al. (2003), l'expérience de l'utilisateur est le résultat de l'interaction de cinq catégories de facteurs : sociaux, culturels, ceux liés aux caractéristiques de l'utilisateur, ceux liés au contexte et ceux liés aux caractéristiques du produit. Enfin, Hassenzahl et al. (2006) définissent cette notion comme la conséquence de l'état interne de l'utilisateur (prédispositions, attentes, besoins, motivations, humeur, etc.), des caractéristiques du produit (par ex. complexité, objectif, utilisabilité, fonctionnalité, etc.) et du contexte (ou environnement) dans lequel ont lieu les interactions. Communément à toutes les définitions, nous retrouvons l'expérience de l'utilisateur comme résultante de l'interaction d'un ensemble de facteurs.

Hassenzahl vient définir la relation entre l'utilisateur et le produit selon deux perspectives complémentaires ; celle de l'utilisateur et celle du concepteur. Selon ce modèle (Figure 12), les utilisateurs perçoivent les produits interactifs selon deux dimensions, ou caractères apparents du produit : les qualités pragmatiques et les qualités hédoniques, dépendantes des attentes et standards de chaque utilisateur.

- Les attributs hédoniques sont liés au plaisir ; ils mettent l'accent sur le bien-être psychologique des individus. Le plaisir est mis en avant, ainsi un produit perçu comme hédonique sera par définition original, stimulant, de bon goût. Les attributs hédoniques mettent l'accent sur le bien-être psychologique des individus, et la capacité du produit à procurer un certain plaisir. L'aspect hédonique d'un produit, tourné vers soi, n'est pas sans rappeler les niveaux viscéral et réflexif abordés précédemment à travers la théorie de Norman ; si le niveau viscéral concerne l'aspect d'un produit, le niveau réflexif s'oriente sur l'image de ce produit, et le statut qu'il confère à son possesseur.
- Les attributs pragmatiques portent sur l'utilité du produit, présentant ou non des fonctionnalités pertinentes et faciles d'accès dans une situation donnée. Un produit pragmatique est principalement instrumental, c'est-à-dire qu'il soutient l'accomplissement de buts ou tâches à réaliser — répondant donc aux mêmes problématiques que le niveau comportemental de Norman. Contrairement aux attributs hédoniques, les attributs pragmatiques sont focalisés sur le produit (utilité, utilisabilité, réalisation des tâches).

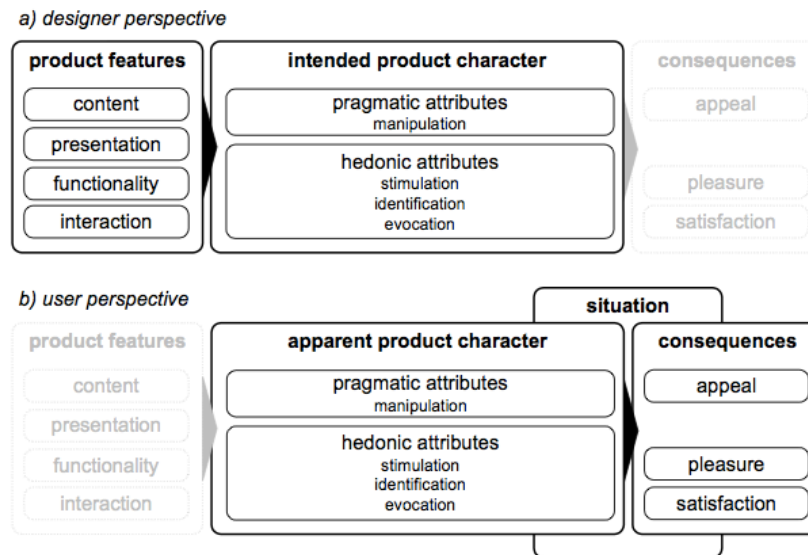


Figure 12 : Éléments clés du modèle de l'expérience utilisateur du point de vue du designer (a) et de l'utilisateur (b).

Nous évoquons à l'instant les choix que les constructeurs s'imposent en termes de facilité d'utilisation, ou d'illustration de statut social, en privilégiant dans la conception de leur véhicule les attributs hédoniques ou pragmatiques de ce dernier, donnant l'impression d'une incompatibilité de ces attributs pourtant complémentaires. Ce fait s'illustre à travers les véhicules *low cost* Dacia, qui misent sur la frugalité des options et du design pour offrir une expérience de conduite simple. À l'inverse, une voiture tout-terrain mettra l'accent sur des fonctions plus techniques qu'offre les véhicules de ce segment, sans importance pour la majorité des utilisateurs, mais qui a un impact fort en termes d'image ; « J'ai la possibilité de contrôler et modifier la pression de mes pneus depuis mon poste de conduite ; mes possibilités d'actions sont augmentées grâce à mon véhicule au travers duquel j'interagis avec le monde ». Les possibilités d'actions participent à l'expérience hédonique, même si elles complexifient l'usage du véhicule au quotidien ou ne sont pas utilisées.

La combinaison des attributs hédoniques et pragmatiques répondant aux attentes de l'utilisateur représente la finalité d'une bonne conception. Selon la perception par l'utilisateur de ces attributs, le produit concerné satisfera plus ou moins les désirs de celui-ci, ceux-ci n'étant que rarement équilibrés (exemple : le presse-agrume de Stark, dont l'utilisation est rendue complexe par la prééminence du « beau ». Dans ce cas de figure, l'objet produit de la satisfaction dans la relation qu'il entretient avec son utilisateur, mais pas dans son utilisation). L'utilisateur va donc percevoir et interpréter suivant ses propres critères l'utilisabilité et le caractère hédonique de l'objet. En fonction des situations qu'il peut rencontrer au fil du temps, il va en tirer ou non une certaine satisfaction.

Nous notons toutefois que l'intégration de la dimension temporelle dans ce modèle de l'expérience utilisateur est traitée par très peu d'auteurs (Karapanos et al. 2009). Le degré d'acceptabilité d'un produit, sa perception subjective, les problèmes liés à l'usage varient en fonction des différents moments de la confrontation du sujet avec l'objet et de l'expérience et la connaissance que l'individu possède de celui-ci : première impression, premier usage, usage sporadique, usage quotidien. Par conséquent, la prépondérance de certains facteurs comme prédicteurs de l'activité (objective ou subjective) du sujet ne peut pas être dissociée de la dimension temporelle de l'usage. Certains facteurs, comme les propriétés esthétiques, peuvent être déterminants pour former les premières impressions et aboutir à l'acte d'achat,

mais perdre par la suite de leur force au profit de la facilité d'usage. Certains facteurs peuvent être parfois fortement corrélés, comme les propriétés esthétiques et les valeurs culturelles à un moment donné ou, au contraire, devenir complètement indépendants sous l'effet de changements dans les normes sociales (effets de mode, par exemple).

2.3.1.3 Nos orientations

Les travaux présentés à l'instant, malgré la diversité de leurs approches, ont en commun qu'ils visent à comprendre et définir comment concevoir des émotions à travers un produit. En répondant à des questions telles que « *Comment les gens utilisent-ils leurs sens pour expérimenter les produits ? Comment les gens comprennent-ils comment utiliser un produit ? Pourquoi les gens sont-ils attirés par certains produits et pas par d'autres ? Pour quels motifs les gens perçoivent-ils un produit comme intelligent, solide, stupide ou splendide ? Quels souvenirs, associations et émotions un produit évoque-t-il ? Pourquoi les gens développent-ils un lien avec un produit ?* », ils mettent l'accent sur la réponse technique aux besoins hédoniques et pragmatiques des individus pour les satisfaire. **Cependant, ces approches ne correspondent pas bien à la position subjective de la phénoménologie : nous considérons que l'expérience découle de la perception et du ressenti d'un individu dans le contexte d'une interaction avec un objet. L'expérience au sens large désigne l'ordre de ce qui peut être éprouvé par les sens et, plus généralement, de ce qui est accessible par la perception (l'expérience étant le fait de la perception).**

Dans une perspective plus phénoménologique, nous abordons la relation d'un homme à un objet selon deux modalités de l'expérience perceptive associées aux états tenus ou déposés des interfaces (Maillet 2010 ; Lenay et al. 2007). Dans la première, l'objet est constituant de l'expérience perceptive du sujet, notamment du contact avec autrui (en d'autres termes, l'interface est utilisée et devient transparente, ouvrant de nouvelles possibilités d'agir et de percevoir) tandis que dans la seconde l'objet est une chose constituée pour le sujet (en d'autres termes, l'interface lorsqu'elle est perçue mais pas utilisée). Cette dissociation souligne la dualité entre le corps percevant et le corps-image ; le premier permet au sujet de percevoir les autres sujets et l'environnement, le second permet au sujet d'être perçu par les autres.

2.3.2 La relation homme-objet

2.3.2.1 L'attachement à l'objet déposé

Qualité stylistiques/ergonomiques

En s'inspirant des fondamentaux de la littérature portant sur les émotions, les théories du design émotionnel mettent l'accent sur l'expérience affective des utilisateurs dans leur relation à un objet devant eux. L'émotion, témoignage de la satisfaction de l'utilisateur est la résultante d'une évaluation hédonique et pragmatique de l'utilisateur vis-à-vis de l'objet. Le parti de se focaliser sur l'admiration d'un objet présent — déposé, constitué — dans l'environnement a été, nous venons de le voir, critiqué par plusieurs auteurs fustigeant ce rapport prééminent à l'esthétique de la forme, le *Look & Feel* où le design se rapporte à l'objet visible, et enjolive une technique pensée par ailleurs (Hassenzahl, Diefenbach, et Gritz 2010). La relation

émotionnelle Homme-Objet n'en est pas une à proprement parler, puisque l'émotion reste unilatérale, éprouvée par un individu et stimulée par un objet constitué à distance dans son environnement qu'il perçoit. Le statut déposé d'un produit, ainsi perceptible et signifiant dans l'environnement de son utilisateur, marque un retour aux considérations stylistiques et ergonomiques dont nous souhaitons nous détacher.

Herbeth et al. (2016) mettent en évidence que différentes acceptions de la notion d'émotion coexistent, notamment dans les pratiques de conception automobile. Ainsi, le terme « émotion » est utilisé pour désigner soit des types d'émotions tels que le plaisir, la peur ou la fierté, soit une sorte de charge émotionnelle globale portée par le véhicule, non spécifiquement définie. Les besoins émotionnels sont des besoins en sensations (sensations d'agilité ou de réactivité), des besoins liés à la relation émotionnelle à la voiture (besoin de réassurance ou d'un sentiment de sécurité) et à la relation émotionnelle à l'environnement (besoin d'afficher son statut social, besoin de dominer l'environnement).

Ce dernier point met en avant le fait que l'émotion passe également par les qualités statutaires d'un objet constitué dans l'environnement. Le véhicule devient ainsi un moyen de communiquer et partager des valeurs.

Le système de valeur des objets

La voiture est une projection de nous même. « *Projection phallique et narcissique à la fois, puissance médusée et notre propre image [...] la voiture se prête aussi bien à un investissement de puissance qu'à un investissement refuge — selon qu'elle est projectile ou demeure* » (Baudrillard 1978).

L'automobile est un produit émotionnel, dans le sens où elle représente un emblème de liberté, de puissance ou encore de réussite sociale. Elle devient, pour certains, le prolongement d'eux même et l'occasion de manifester les valeurs qui les motivent (prestige, virilité, propriété, liberté). On peut observer que les usagers de la route essaient de créer un sentiment de soi entre autres grâce à des plaques d'immatriculation personnalisées, des autocollants, des citations drôles et des images, etc. Le choix du modèle de voiture participe également à la création de l'identité de son conducteur. Ces « artefacts » forgent une identité pour le soi et encouragent en outre à partager une croyance. Si le véhicule est sportif, on assumera que son propriétaire aime la vitesse et est un sportif. Les objets peuvent donc être caractérisés par des attributs concrets, comme leur forme, couleur, matériaux, textures de nature objective ; et des attributs abstraits, basés sur les caractéristiques de l'objet qui renvoient à une signification particulière, dont la perception pourra provoquer différentes émotions selon leurs utilisateurs (Snelders et Schoormans 2004; Crilly, Moultrie, et Clarkson 2004; Desmet et Hekkert 2007). La dualité est forte entre l'interface déposée, constituée dans le milieu perceptif de l'utilisateur, et l'interface tenue, constituante d'une expérience perceptive pour le sujet qui la manipule. Ce double niveau d'analyse nous permet de marquer la différence entre la perception de l'objet, et la perception à travers l'objet offrant de nouvelles possibilités d'action.

2.3.2.2 L'expérience du produit saisi

Lorsque l'objet est saisi, il devient alors invisible. L'expérience à laquelle il donne accès ouvre un horizon d'actions et de perceptions inédites relatives à un environnement et aux caractéristiques de l'objet saisi (par exemple, nous ne pouvons pas voir ce qui nous donne à

voir, comme nos lunettes)²⁶ (Maillet 2010). La dimension du saisi invite à l'étude de la dynamique d'interaction entre un sujet et son monde au travers d'un système technique, et à l'expérience vécue qui en résulte.

Heidegger (1988) distingue la situation où l'individu est cognitivement conscient de l'utilisation possible d'un système présent dans son environnement, et la situation où l'emploi du système est vécu comme un prolongement du corps. Ihde (1990) poursuit cette distinction en insistant sur la manière dont les artefacts technologiques révèlent le monde de manière non neutre. « *Loin d'être transparent, l'objet technique s'interpose. Il oblige les participants de l'interaction à se soumettre à des contraintes techniques et introduit des distorsions importantes de la communication* » (De Fornel 1988). L'utilisateur adapte en permanence son comportement en fonction de la façon dont il interprète les réactions de la machine avec laquelle il interagit et de la perception qu'il a de la situation. Latour (1994) introduit le concept de « script » marquant également la séparation de fonctionnalité et contexte d'utilisation.

Maillet (2010), en s'appuyant sur l'approche sensori-motrice de la perception, place l'appropriabilité comme résultante de la distinction entre interface tenue et interface déposée. Le processus d'appropriation, par lequel les utilisateurs attribuent progressivement du sens aux interfaces qu'ils manipulent, est envisagé comme une série de cycles de saisie et de lâcher. En offrant à l'utilisateur des opportunités pour agir, et s'engager physiquement dans l'interaction, les interfaces gestuelles et tangibles deviennent des entités signifiantes. L'appropriation renvoie à la façon dont l'individu investit personnellement l'objet et dans quelle mesure celui-ci est en adéquation avec ses valeurs personnelles et culturelles, lui donnant envie d'agir sur ou avec celui-ci (Barcenilla et Bastien 2010). L'important n'est plus l'objet en tant qu'interface, mais l'expérience vécue à laquelle sa saisie donne accès et les opportunités d'actions qu'il permet.

2.3.3 Designer les interactions émotionnelles

Les théories présentées ont en commun qu'elles élicitent des émotions via certaines stratégies de design. L'intérêt de placer les théories de Desmet, Norman et Hassenzahl au centre de la théorie de l'émotion dans la conception s'explique par leur application concrète aux produits. En s'y attachant, nous prenons en compte tous les processus et actions (tels que les actions physiques et les processus perceptifs et cognitifs) contribuant à l'expérience émotionnelle d'un utilisateur, en interaction avec un produit. L'expérience qui découle de la relation à l'objet renvoie au vécu interne d'un individu face à un dispositif technique constitué dans son environnement, mais également au couplage techniquement médiatisé entre un organisme et son environnement, le dispositif technique devenant ici un opérateur fondamental de cette expérience située.

Comme Wensveen et al. (2004) et Jensen et al. (2005), nous sommes convaincus que ce sont les possibilités d'actions (physiques, organiques) qui doivent déterminer l'apparence d'un produit, et non des choix arbitraires ou uniquement liés au style et à l'esthétique. Il faut donc déterminer ces modalités d'actions avant de spécifier l'architecture et l'aspect de l'objet : « *designing actions before products* ». Gibson (1966) utilise l'exemple d'une poignée de porte

²⁶ L'objet tenu perd d'ailleurs ce caractère transparent en cas de dysfonctionnement ou de rupture de l'expérience perceptive, comme dans le cas de lunettes sales qui laisse prendre conscience leur porteur de la présence de l'objet.

pour expliquer le concept d'*affordance* ; nous percevons une poignée de porte comme saisissable parce que nous avons des mains qui peuvent la saisir. Pour un nourrisson, cette poignée de porte n'est pas perçue comme telle, car elle est trop grosse pour la sienne — et très probablement hors de sa portée. En appliquant ces principes à la conception, la psychologie écologique soutient que **la fonctionnalité se révèle à travers l'interaction et s'appuie sur la correspondance entre nos capacités humaines et celles de l'artefact. Il faut donc concevoir des opportunités pour l'action, mais aussi rendre ces opportunités perceptibles. En résumé, un produit ne doit donc pas seulement être considéré comme un dispositif avec lequel on interagit, mais également via lequel on interagit.**

Nous percevons le monde en fonction de ce que nous pouvons faire dans et avec lui — et avec les produits étendant nos capacités. Cette extériorisation d'une partie de nous-mêmes est qualifiée de symbiotique lorsque le couplage entre l'individu et l'objet atteint son paroxysme (Licklider 1960; Griffith et Greitzer 2007).

Comment ces outils transforment les modes de coopération et les relations sociales qui se construisent pendant l'interaction ? La façon de communiquer, le support technique de la communication n'est pas neutre vis-à-vis de ce qui est communiqué quand il s'agit d'un contenu émotionnel, alors qu'il est relativement neutre pour la transmission d'une l'information qui peut être codée de diverses façons. Certains supports semblent plus propices à l'échange émotionnel et au sentiment de présence (Cahour, Lorant et Sanchiz 2002).

*

Ce recul nous amène à nous demander si nous devons obligatoirement réduire le champ de recherche de l'expérience émotionnelle en la limitant à l'homme et au dispositif technique ; au fur et à mesure que notre relation à autrui est médiatisée, nous devons nous concentrer sur la conception d'artefacts prenant en charge les pratiques relationnelles et le contexte dans lequel elles s'implantent. Battarbee et Koskinen (2005) utilisent le point de vue d'un concepteur sur l'expérience du produit et appuient l'importance de l'interaction sociale dans la formation des expériences. Akrich (1993) souligne que la technologie n'est pas acceptée, mais façonnée par un groupe en fonction des usages qu'elle permet de développer. Verbeek (2006) analyse la même influence en termes de médiation sous deux angles : la médiation de la perception et la médiation de l'action. Les objets, d'une part, peuvent transformer notre perception du monde ; d'autre part, ils peuvent traduire notre capacité d'agir dans le monde, individuellement ou collectivement. La relation émotionnelle ne se constitue pas avec l'objet, mais dans la dynamique de son utilisation. Nous avons étendu notre travail de recherche à la dynamique de la relation médiatisée par un objet.

2.4 La relation émotionnelle à autrui, médiatisée par l'objet

Nous abordons dans ce chapitre l'émotion d'un point de vue social et interactionniste, où la perception de l'autre est constitutive de l'implication de soi dans la relation émotionnelle avec autrui. Nous étudions d'abord le rôle de

la perception active dans les rapports à autrui, c'est-à-dire sur la façon dont la saisie d'un outil participe à la constitution de l'expérience vécue. Nous étudions ensuite les dynamiques d'interactions inter-individuelles permettant l'établissement d'une relation émotionnelle médiatisée. Ces apports théoriques nous permettent de définir deux modalités d'interaction perceptive avec autrui.

*

2.4.1 Percevoir et agir par l'objet

Comme nous avons pu le constater, l'expérience découle du ressenti d'un individu dans le contexte d'une interaction avec un système. De manière plus large, l'expérience désigne l'ordre de ce qui peut être éprouvé par les sens et, plus généralement, de ce qui est accessible par la perception. L'approche écologique de la perception (Gibson 1966), la phénoménologie (Merleau-Ponty 1945) ou encore l'approche énaïve (Froese 2012 ; Varela, Thompson et Rosch 1993) sont autant de courants développant la théorie de la perception. Lenay et al. (2007) ont proposé un schéma de couplage sensori-moteur pour illustrer la relation sujet-environnement lorsque celle-ci est médiée par un système (Figure 13).

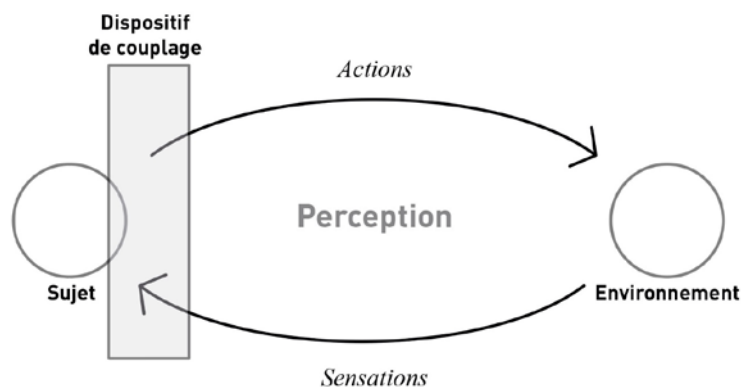


Figure 13. Schéma de couplage sensori-moteur (C. Lenay et al, 2007)

Le système de perception est un « dispositif de couplage » qui définit les répertoires d'actions et de sensations disponibles au sujet. Les actions donnent lieu à un retour sensoriel qui provoquera une autre action, et la boucle d'action-sensation se poursuit au fur et à mesure que la perception se manifeste. Dans ce cadre, le système devient un instrument de couplage qui modifie le corps percevant du sujet. La perception est le résultat d'un couplage dynamique entre le sujet et l'objet : par exemple, nous utilisons la souris pour manipuler le curseur à l'écran, et nous regardons l'écran en bougeant et en cliquant sur la souris avec nos doigts. Alors que nous nous concentrons sur l'écran, nous ne regardons plus la souris ; cet objet disparaît de notre conscience puisqu'il est devenu partie intégrante de notre expérience perceptive en tant qu'objet saisi.

Les systèmes liés à l'expérience perceptive sont donc amenés à évoluer au fur et à mesure que leur utilisateur découvre les fonctionnalités et les couplages sensori-moteurs qu'ils permettent. Si on ajoute un sujet dans cet environnement, il y aura perception mutuelle des deux sujets à travers un objet (ils percevront l'objet en plus de se percevoir l'un l'autre). Ils se perçoivent mutuellement selon les actions tournées vers autrui et les retours sensoriels qui en

résultent (E. J. L. Deckers et al. 2009; Auvray, Lenay, et Stewart 2009). **La perception est active : le sujet, par son action, cherche et construit des règles de liaisons constantes entre action et sensation. L'environnement dans lequel se situent les objets, autrui et les mouvements du sujet est constitué par cette activité de perception, constamment construit et reconstruit par le biais d'interactions dynamiques avec le monde. Le sens émerge ainsi dans l'action située** (Nagel et al. 2005; Lenay et Sebbah 2001). Notre état naturel *d'être au monde* (Heidegger, Macquarrie et Robinson 1962) n'est pas contemplatif. L'expérience perceptive est la résultante subjective d'une action par laquelle la conscience appréhende un contenu, c'est à dire lui confère un sens. Barbaras (2009) lie mouvement et épreuve affective. Dans *l'e-motion*²⁷, la dimension « cognitive » de la perception est indissociable de sa dimension « pythique » ou affective : il n'y a pas d'épreuve de l'autre qui ne soit épreuve de soi, et inversement. Lenay (2010) souligne également que les compétences émotionnelles ont beaucoup à voir avec le mouvement. Être pris par une émotion pourrait en ce sens se caractériser par le fait d'être emporté par une forme de mouvement intérieur dont nous ne sommes pas l'initiateur (Declerck, Lenay, et Khatchatourov 2009). Cela se recoupe d'ailleurs avec les théories de Dumouchel sur la coordination affective (Dumouchel 1995). Ce lien au mouvement lie les compétences émotionnelles aux compétences perceptuelles/motrices (Lévy, Deckers, et Restrepo 2012).

La perspective énative

L'énavation désigne le processus en vertu duquel un organisme vivant couplé à son environnement fait advenir, fait émerger, ou énavte un monde signifiant. Tout comme organisme vivant, l'homme est ainsi couplé à son environnement. Ce couplage à la base sensori-moteur est infiniment complexifié par l'apparition de la médiation technique. Cette dernière fait alors exploser le champ des possibles du couplage sensori-moteur, mais aussi du couplage communicationnel entre organismes. L'énavation ne considère pas la perception comme uniquement une représentation dans notre esprit du monde extérieur, mais lie représentation et action. (Gilroy 2001) illustre ces propos : « *À bien des égards, les voitures ont redéfini le mouvement et prolongé l'expérience sensorielle. La voiture est profondément investie dans la façon dont nous habitons le monde physique. Non seulement elle fait appel à un sens esthétique et kinesthésique apparemment "instinctuel", mais transforme la façon dont nous sentons le monde et les capacités des corps humains à interagir avec ce monde à travers les sens visuel, phonétique, olfactif, intéroceptif et proprioceptif* ». ²⁸

Il n'est pas question de déterminisme matériel, spatial et technologique, dans lequel nos actions sont façonnées par la structure matérielle du monde physique. La compréhension et la signification du monde sont créées à travers les actions réalisées. L'objet, nous l'avons également vu, se pose en tant que système de couplage entre l'individu et son environnement et incarne la connexion directe avec son utilisateur. Il peut être considéré comme un système prothétique de perception, un dispositif qui modifie l'organisme en définissant les répertoires des actions et des sensations qui lui sont accessibles (Guénand et Berdillon 2011). **L'intégration d'une médiation technique dans l'interaction perceptive d'un sujet avec**

²⁷ L'étymologie même du terme « émotion » en appelle à l'idée de motion, soit de transformation et de mouvement.

²⁸ Citation originale : « *Cars in many ways have redefined movement and extended sensory experience. The car is deeply invested in the ways in which we inhabit the physical world. It not only appeals to an apparently 'instinctual' aesthetic and kinaesthetic sense, but it transforms the way we sense the world and the capacities of human bodies to interact with that world through the visual, aural, olfactory, interoceptive and proprioceptive senses* ».

son environnement donnera lieu à une modulation correspondante de cette expérience. S'engager dans le monde via ces outils est associé à l'émergence de nouvelles façons d'être au monde et de le vivre. Certains changements phénoménologiques, tels que ceux induits par la maîtrise des systèmes de suppléance perceptive, illustrent cela (Lenay et al. 2003 ; Auvray et Myin 2009).

La suppléance perceptive

Les systèmes dits de suppléance perceptive pallient une déficience des fonctions d'un organe sensoriel grâce à un autre organe sensoriel²⁹. S'ils sont également qualifiés de dispositifs de substitution sensorielle, nous nous en tenons à notre première appellation, car il ne s'agit pas à travers eux de remplacer une fonction sensorielle défaillante, mais de la suppléer par un dispositif artificiel qui ouvre sur des possibles inédits, c'est-à-dire sur l'invention d'une nouvelle manière d'exercer cette faculté — la canne de l'aveugle n'est pas un substitut de l'œil ou un « œil artificiel », mais l'instrument d'une façon neuve de percevoir le monde extérieur (Lenay 2006). Ces dispositifs matérialisent ainsi une forme de perception nouvelle, une addition sensorielle en ouvrant un nouvel espace de couplage de l'homme avec le monde.

Les dispositifs les plus connus concernent principalement les personnes non voyantes. Leur fonctionnement est le suivant : les stimuli sensoriels sont reçus par un capteur artificiel pour être traités par un organe qui n'est pas habituellement utilisé pour recevoir ces stimuli. On peut par exemple transformer un stimulus visuel pour qu'il soit traité par le système auditif ou grâce au toucher. Bach-y-Rita a été un pionnier dans la transformation des stimuli visuels en informations haptiques chez des sujets voyants et aveugles (Bach-y-Rita 1972 ; Bach-y-Rita et al. 1969) en concevant un système transformant des images capturées par une caméra vidéo en informations vibrotactiles transmises à une matrice d'électrodes placées sur la langue du sujet (Bach-y-Rita et Kerckel 2003) (Figure 14).

²⁹ Un dispositif de suppléance perceptive peut par exemple permettre de percevoir une image (habituellement perçue par les yeux) par l'ouïe (donc avec ses oreilles). Dans ce cas, un codage peut être nécessaire pour que l'information visuelle soit traitée par les oreilles : on utilise un récepteur artificiel (caméra), puis l'information est convertie en son et transmise à l'utilisateur grâce à des écouteurs.

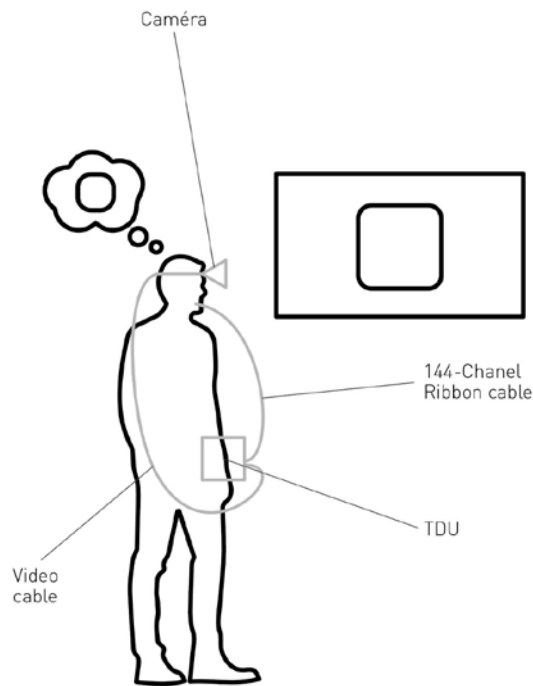


Figure 14 : Schéma d'un système de « substitution sensorielle » par vision tactile (TVSS). Les stimuli électro-tactiles sont transmis sur la langue via des réseaux d'électrodes flexibles placés dans la bouche, connectée à l'unité d'affichage de la langue (TDU). Une image est capturée par une caméra fixée sur la tête du sujet. Les données vidéo sont transmises à la TDU qui les convertit en impulsions correspondant chacune à une électrode. Les électrodes stimulent des capteurs tactiles situés sur la langue. Le sujet ressent alors le flot de sensations lui permettant d'appréhender l'image devant lui.

Cette étude soutient le fait que la sensation ne suffit pas à la perception, et que l'action est nécessaire. En effet, sans la possibilité de manipuler directement la caméra, les utilisateurs du dispositif de Bach y Rita ne parviennent pas à établir des liens indispensables entre leurs actions et les sensations résultantes de ces actions (Hardy et al. 2007 ; Bach-y-Rita et Kerckel 2003). La localisation spatiale d'un objet ou bien la reconnaissance d'une forme correspondent en fait à une succession de sensations liées à une action, une mobilité de nos organes sensoriels (James Jerome Gibson 1966). Percevoir implique de savoir que les sensations reçues le seront en fonction de nos actions sur l'objet. Par ce couplage, ce que sent l'organisme est une fonction de ce qu'il fait ; ce qu'il fait est une fonction de ce qu'il sent (Bihan 2014).

Un autre résultat fondamental de l'étude s'attache au *qualia*, soit l'émergence de l'émotion de ces interactions médiatisées et l'expérience vécue des utilisateurs (Bach-y-Rita et Kerckel 2003). En dépit des possibilités perceptives des systèmes de suppléance perceptive, ceux-ci ne se sont pas généralisés dans les communautés de personnes non voyantes. Au-delà d'une complexité d'appropriation du dispositif nécessitant un apprentissage relativement long³⁰, l'absence d'émotions ressentie avec le TVSS est similaire à l'acquisition d'une seconde langue qui, pour être comprise, nécessite une longue expérience. En effet, si un enfant utilisait un dispositif de suppléance perceptive dès sa naissance, il grandirait en incluant ce nouveau concept de perception dans un contexte affectif. Le développement émotionnel de l'enfant se ferait en fonction de ces informations perceptives liées au dispositif. Dans notre cadre, l'utilisateur se trouvant brutalement isolé dans son mode perceptif particulier ne peut pas

³⁰ Environ 15 heures sont nécessaires pour qu'un aveugle prenne en main le TVSS de Bach Y Rita.

constituer des valeurs perceptives communes et ainsi partager un monde commun doué de sens et susceptible d'affect (Lenay, Canu, et Villon 1997). On soulignera par ailleurs que la communication faite de ces dispositifs par leurs concepteurs a pu laisser entrevoir un espoir pour les aveugles d'accéder au « monde des voyants ». En restreignant leur prétention à celle d'outils perceptifs, ces prothèses seraient plus facilement employées afin de réaliser des tâches perceptives spécifiques. De plus, l'aspect grossier des premiers systèmes les rendait particulièrement inconfortables, tant physiquement que psychologiquement³¹ (Declerck, Lenay, et Khatchatourov 2009).

L'expérience sensorielle et émotionnelle de la perception

Le dernier résultat fondamental de l'étude de la suppléance perceptive par Bach-y-Rita concerne la mise en extériorité des percepts, soit le fait qu'un utilisateur de dispositif de suppléance perceptive oublie la modalité sensorielle produite par le système et perçoit simplement un objet dans l'espace à distance devant lui (Hurley et Noë 2003). Un apprentissage perceptif permet ainsi d'oublier les sensations reçues — quelle que soit la nature de l'input : tactile, sonore, etc. — suite à un agissement dans l'environnement (Lenay et Sebbah 2001). La vision et la suppléance tactile ou auditive de la vision contiennent un nombre significatif d'informations fonctionnellement équivalentes : percevoir via un dispositif de suppléance perceptive revient à voir puisque les deux cas de figure nous donnent accès aux mêmes informations perceptives. Nos sens se modifient et se redéfinissent à chaque fois que nous utilisons un nouveau mode de couplage de notre corps avec l'environnement. Les dispositifs de suppléance perceptive peuvent ainsi être considérés à la fois comme des outils et comme des organes de perception nous offrant une infinité de modalités perceptives nouvelles (Auvray 2006).

Nous possédons des organes sensoriels grâce auxquels nous accédons au monde extérieur. Ces organes des sens donnent naissance à des sensations, dont la perception sera alors constituée (Barbaras 2009). Dourish (2001) parle d'interaction incarnée (*embodied interaction*) pour rendre compte de la primauté du corps dans l'interaction au monde. **Nous percevons par la potentialité de nos actions, permises par notre corps et comprises dans ses limites, à moins que celles-ci ne soient repoussées par la médiation d'un système technique dans notre corps.** Merleau-Ponty place également le corps à l'émergence du sens : « *Le corps est le véhicule de l'être au monde, et avoir un corps c'est pour un vivant se joindre à un milieu défini, se confondre avec certains projets et s'y engager continuellement [...]. S'il est vrai que j'ai conscience de mon corps à travers le monde, qu'il est, au centre du monde, le terme inaperçu vers lequel tous les objets tournent leur face, il est vrai pour la même raison que mon corps est le pivot du monde : je sais que les objets ont plusieurs faces parce que je pourrais en faire le tour, et en ce sens, j'ai conscience du monde par le moyen de mon corps.* » (Merleau-Ponty 1945).

Husserl (1963) fait la distinction entre un corps objet (*Körper*), le corps comme objet physique, et le corps que nous vivons comme notre propre corps, notre chair (*Leib*). Cette distinction fondamentale marque la tradition phénoménologique. Lenay s'appuie sur cette distinction entre corps percevant et corps perçu, et insiste sur la transparence de notre corps : « *Si je devais percevoir ce qui me donne à percevoir, je ne percevrai plus que ça, je ne percevrais plus rien du tout. C'est parce que mon doigt ne se touche pas lui-même qu'il peut toucher autre*

³¹ Les personnes souffrant de handicap sensoriel avaient peur d'être discriminée par le port de ces dispositifs.

chose ». En effet, **nous ne voyons pas ce qui nous donne à voir, mais nous ne voyons pas non plus ce que nous donnons à voir.**

Husserl a toujours accordé au toucher une place privilégiée, avec l'idée que c'est le toucher qui constitue le corps comme chair. En étendant la réflexion de Husserl sur le toucher comme sens constitutif, il propose : « *Si ma chair se constitue originellement dans le tact (...), cela vaut à fortiori pour l'autre chair. Aussi la relation charnelle, la référence d'une chair à l'autre, est-elle premièrement contact* » (Husserl 1963).

Ce n'est pas seulement le contexte social qui affecte les émotions, mais aussi notre expérience corporelle : impliquer le corps dans l'interaction permet de créer des expériences affectives (Moussette et Fallman 2009). La modalité tactile — le toucher — implique une dualité : pour toucher, il faut aussi être touché. Pour sentir ce que je touche — du côté de l'objet —, il faut que je sente — moi-même — que je suis touché. Une autre dualité se manifeste dans le sens même du terme : je suis touché connote aussi un état, mental ou corporel, un sentiment, autant qu'un fait physiologique (Le Breton 2003; Austry 2007). Ce fait même nous incite à dépasser l'étude physiologique, l'analyse de données objectives, pour nous tourner vers l'appréhension des vécus subjectifs.

Si le corps est indispensable pour faire l'expérience du monde, il faut donc faire corps avec les systèmes médiatisant notre relation à l'environnement — soit saisir le système. L'immersion produite par la saisie d'un objet — par exemple, un individu qui tient un bâton — implique une transparence des sensations tactile — l'individu, en touchant quelque chose avec son bâton, ressent le bout du bâton et non sa main. Les sensations de la main, à proprement parler, ne sont plus importantes (Lenay 2010).

Conclusion

Nous nous sommes appuyés sur le rôle des dispositifs de suppléance perceptive comme support technique des liens sociaux, où le système technique apparaît alors comme constitutif d'une expérience nouvelle dans un milieu technique pensé d'abord comme un milieu d'interactions. Les dispositifs de suppléance perceptive, en tant que *système prothétique de perception*, permettent une réflexion sur la perception naturelle et la perception via un outil³² et modifient le corps propre en définissant le répertoire des actions et des sensations qui sont accessibles au sujet. Ils transforment le système des actions possibles et contraignent les liaisons de ces actions avec les sensations. Ainsi, les dispositifs techniques peuvent être constitutifs d'espaces perceptifs nouveaux, c'est-à-dire d'espace d'orientation et de manipulation dans lequel se distinguent le sujet et les objets sur lesquels il peut agir.

Nous posons maintenant la question des conditions à la constitution collective de valeurs lorsqu'une relation impliquant plusieurs individus est médiatisée par un système. La condition principale à l'origine de l'émergence de sens et de valeurs émotionnelles est la reconnaissance, par le moyen de la médiation technique, de la présence d'une autre intention, d'un autre sujet percevant : je peux percevoir un autre sujet intentionnel, non seulement à travers un modèle de mouvement déterminé, mais aussi directement comme une activité de

³² Les dispositifs de suppléance perceptive sont souvent séparés en deux catégories : on distingue les dispositifs invasifs et non-invasifs. Les premiers sont implantés dans le corps du patient de façon durable. Ces systèmes reposent sur une stimulation des structures neurales. Un capteur externe enregistre un stimulus qui est converti en signal électrique transmis au cerveau grâce aux électrodes qui sont implantées chez le patient. Ils concernent le plus souvent les aveugles ou les sourds ou malentendants. Ce type de dispositif n'est ici pas traité car il ne s'inscrit pas dans le cadre de notre recherche.

perception orientée vers ma propre activité (Lenay et al. 2003). Nous étudions ce paradigme dans la partie suivante.

2.4.2 La relation perceptive à autrui

2.4.2.1 Le paradigme perceptif de la reconnaissance d'autrui

« *Parce que c'était lui ; parce que c'était moi* ». La célèbre citation empruntée à Montaigne (1836) illustre en une phrase l'indicible d'une relation à l'autre, d'une singularité absolue avec une autre singularité absolue, n'ayant besoin que d'elles-mêmes et ne renvoyant qu'à elles-mêmes. Avec l'autre, nous enrichissons notre expérience du monde et de l'existence. De la rencontre avec autrui peut naître des liens, de natures différentes, pérennes ou non. L'amitié — une des nombreuses formes de relations inter-individuelles envisageables — est parlante : elle nous révèle face à l'autre. Il devient possible d'échanger, de partager, etc. Bien sûr, cette amitié n'est pas immuable : elle se complique, se brise, s'atténue. Tous ces paramètres relationnels diffèrent selon la nature de la relation qui se crée entre deux personnes. Cependant, deux invariants constituent le fondement d'une relation : sa singularité, et sa réciprocité.

Les théories portant sur les interactions inter-individuelles sont nombreuses (Tom Froese et Gallagher 2012 ; Wensveen, Overbeeke, et Djajadiningrat 2002 ; Reynolds et Picard 2001 ; Ju 2015). Dans le cadre de notre recherche, nous nous attachons à la perception mutuelle de deux sujets dans un environnement qui leur est commun, les indices qui la motivent et la qualité perceptive des interactions inter-individuelles médiatisées. L'environnement partagé forme un monde commun dans lequel les sujets viennent construire des significations sur la base de leur interaction. Ces significations partagées sont le fondement essentiel qui rend cohérente la perception individuelle dans une organisation socialement organisée. Ces processus relationnels prennent différentes formes selon la qualité de l'interaction inter-individuelle. De manière factuelle, lorsque deux personnes interagissent, leurs mouvements corporels, leurs expressions faciales, le timbre de leurs voix ou encore leurs contacts physiques ont un impact sur leur manière de communiquer. Mais si soutenir un échange par des gestes et des mimiques spécifiques pour appuyer son propos est intuitif — et génère une communication riche —, **certaines situations ne permettent pas d'associer un discours verbal à un discours non verbal. Dans le cas d'une relation à distance médiée par un dispositif technique** (par exemple un téléphone, une messagerie instantanée, un écran de visioconférence), les interactants présentent des difficultés, voire sont dans l'impossibilité d'interpréter ces signaux complémentaires à la communication verbale. La richesse de l'interaction, caractérisée par ses indices comportementaux, est alors réduite voire supprimée selon l'objet qui médiatise la relation, empêchant la reconnaissance d'autrui.

Dans certains cas, cette perte d'information peut impacter négativement notre capacité à interagir. Cependant, même réduit à un input sensoriel minimum, l'interaction avec autrui semble toujours se singulariser.

Le croisement perceptif

Nous étudions les réflexions fondamentales sur les interactions perceptives, introduites dans les travaux précédemment cités, notamment les théories de la suppléance perceptives

(Deschamps et al. 2015 ; Bihan 2014 ; Auvray et Fuchs 2007). Le croisement perceptif est une théorie étudiée par Lenay et al. (2006), prenant la forme d'une expérimentation portant sur les processus de reconnaissance d'autrui en contexte expérimental. Les deux sujets interagissent à travers un dispositif technique appelé Intertact qui est le seul moyen de se percevoir mutuellement. Chaque sujet est représenté par un curseur sur l'écran (Figure 15).

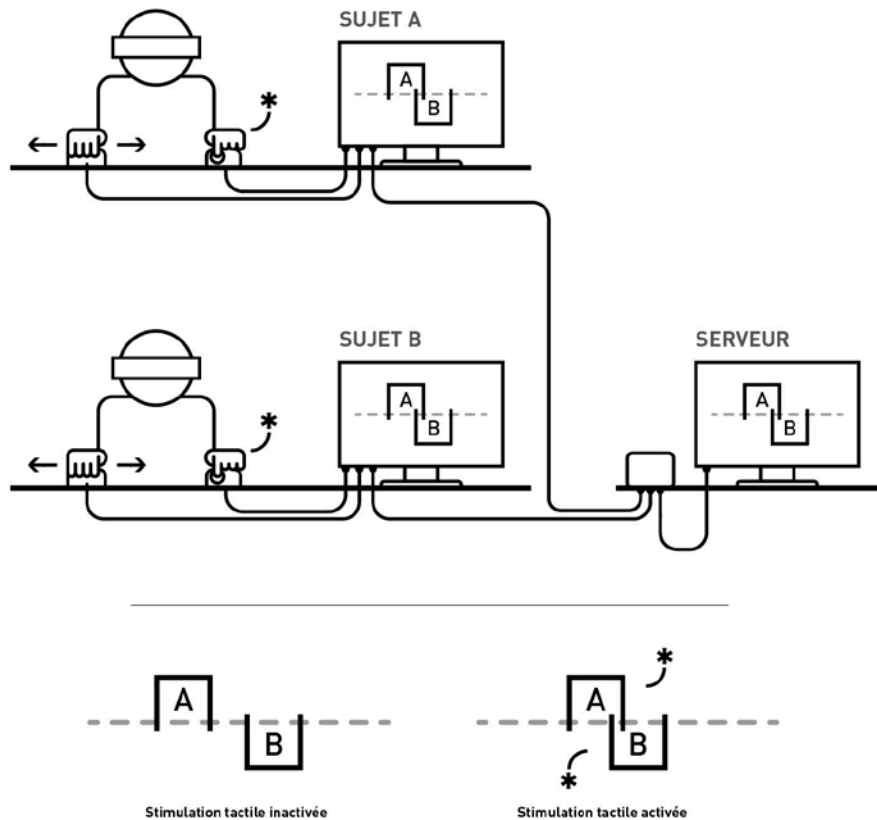


Figure 15 : perception tactile inter-individuelle médiatisée par deux « intertact » connectés, au sein d'un espace numérique commun. Les sujets ont les yeux bandés. Dans leur main droite, une souris leur permet de déplacer latéralement leur avatar dans l'espace partagé. Dans leur main gauche, un dispositif à retour haptique s'active lorsque les avatars des deux participants se croisent.

Intertact est constitué d'un espace numérique commun unidimensionnel en tore dans lequel deux participants déplacent leur avatar (corps-image) lié à une matrice tactile placée sous leur doigt (corps percevant) procurant un signal haptique en tout ou rien (le répertoire de sensation est limité à un seul input tactile). Les deux participants déplacent leurs avatars, via des mouvements horizontaux de leur souris, dans cet environnement dans lequel se trouve l'avatar de l'autre sujet doté des mêmes conditions techniques. Chacun des deux sujets n'a pas de visibilité sur son propre avatar. Dès que l'avatar d'un des participants rencontre celui de son partenaire, sa matrice tactile s'active : il en résulte que lorsqu'un participant en « touche » un autre, il est en même temps « touché » par cet autre : une forme de croisement perceptif émerge. Une étude annexe ajoute, pour chaque participant, un objet mobile dont les mouvements sont identiques à ceux du partenaire mais qui est insensible à sa présence : quand un participant rencontre cet objet mobile il reçoit un signal haptique alors que l'autre participant ne reçoit pas de sensation.

Ce contexte expérimental permet d'étudier les processus d'engagement mutuels dans les interactions. **Une dynamique singulière pour chaque type d'interaction semble permettre de discriminer les types d'objet rencontrés.** En effet, la donnée sensorielle correspondant à la rencontre avec l'objet mobile ou avec l'avatar du partenaire est identique, mais la dynamique d'interaction diffère ; seul l'avatar d'un participant réagit à la présence de l'autre, contrairement à l'objet dont la trajectoire est indépendante du fait qu'il soit perçu. Les sujets vont et viennent autour des singularités qui provoquent un retour sensoriel. Dans le cas du croisement perceptif c'est-à-dire la rencontre avec l'avatar du partenaire, les activités perceptives s'attirent l'une l'autre, exactement comme dans le domaine visuel les regards s'attirent entre eux (Lenay 2010). **La sensibilité à la présence d'autrui est liée à une intentionnalité perceptive cherchant à se stabiliser à travers une dynamique collective** (chaque sujet inverse son mouvement lorsqu'il croise l'autre — et inversement —). Bihan (2014), en s'inspirant de ce paradigme, a expérimenté le principe du test de Turing, soit la possibilité de faire la différence entre la présence d'autrui et celle d'un enregistrement effectué lors d'une expérimentation précédente, au sein de l'application *Touch Through* : les observations qui en découlent permettent d'affirmer que la dynamique des croisements perceptifs des deux interactants permet la discrimination entre un robot et un être humain. Autrui est perçu comme une chose qui me perçoit. **Cette réciprocité est en même temps pour chacun liée à une forme d'asymétrie de l'engagement dans la relation : chacun agit dans l'ignorance de ce qu'il fait pour autrui. Mais, cette asymétrie est réciproque : j'ignore ce qu'autrui rencontre de moi, tandis qu'autrui ignore ce que je rencontre de lui. C'est là que se situe la possibilité d'un contact émotionnel, touchant. C'est précisément parce que tout n'incombe pas aux individus que le cours de l'interaction leur échappe et peut les amener à réaliser (explicitement ou implicitement) de nouvelles intentions** — ou anciennes, mais latentes — qui peuvent devenir importantes selon le développement de l'interaction (De Jaegher et Froese 2009; Kojima et al. 2017).

La situation de croisement perceptif met autrui au centre de notre perception, tandis qu'autrui nous met au centre de la sienne. La reconnaissance émerge du processus d'interaction entre les sujets et non pas d'un jugement individuel unilatéral (E. Deckers et al. 2011). « *Je reconnais autrui comme ce qui me concerne* » (Levinas et Nemo 1984) : nous savons également si et quand nous sommes perçus par autrui grâce à l'adéquation entre mes actions et ses réactions. La reconnaissance de se caractèrè repose donc sur la capacité mutuelle des participants à faire sens de leurs actions respectives en fonction des objets présents (Deschamps et al. 2015). Parlant de création de sens participative (*participatory sense-making*), De Jaegher et Di Paolo (2007) reconnaissent que l'émergence du sens (ou de la maîtrise des moyens) se fait par l'apprentissage avec les autres. Illustrons cela avec l'exemple d'un couplage interindividuel lors d'une rencontre. Si deux individus se croisent dans un couloir, ils se décalent pour se laisser mutuellement la place de passer. Dès lors que chacun marche du même côté au même moment, les processus d'interaction et de coordination se mettent en place. Les deux individus interagissent, bien qu'aucun des deux n'ait l'intention de le faire. **Cet engagement est caractérisé par l'autonomie du processus d'interaction, établi dans la co-régulation du processus par les deux individus, qui conservent chacun leur propre autonomie. Ainsi, les interactions sociales peuvent suivre leur cours sans qu'aucun des individus impliqués dans celui-ci n'exerce un contrôle strict sur le processus, bien que les individus puissent à tout moment (essayer de) le réguler.** Il peut également y avoir des facteurs externes qui contribuent à la régulation de l'interaction, par exemple les médiations technologiques.

Plusieurs auteurs (Declerck, Lenay, et Khatchatourov 2009; Hardy et al. 2007; Auvray, Lenay, et Stewart 2009 ; Lenay 2010) étudient l'impact de la technique dans notre rapport à l'autre, et montrent que la situation de croisement perceptif équivaut au croisement de regard ou au toucher mutuel, permet aux sujets de s'engager dans un « dialogue ». Ceux-ci se reconnaissent et partagent un point de vue et une expérience dépendante d'un dispositif devenu le support de significations sociales.

2.4.2.2 L'établissement d'une relation émotionnelle médiatisée

Les systèmes techniques ne sont pas que de simples moyens matériels nous permettant d'améliorer nos capacités de calcul, de mémorisation ou nos capacités perceptives ; elles jouent un rôle déterminant dans la constitution de notre expérience (Lenay, Canu, et Villon 1997). Ce dont nous faisons l'expérience ne sont pas des objets neutres, mais des objets définis à partir de leurs usages et de leurs potentiels d'usages et d'actions (Wensveen, Djajadiningrat, et Overbeeke 2004). Ils sont des dispositifs phénoménotechniques à partir desquels le monde nous apparaît.

En adoptant une approche éactive, nous avons vu qu'une conscience intersubjective émergeait lors d'un croisement perceptif (Froese et Ikegami 2014; Auvray et Rohde 2012). Pour Schütz (1967), agir socialement implique de comprendre les intentions d'autrui. Comprendre les possibilités d'action de l'autre permet de faire émerger des formes tacites de sens partagé. C'est le paradigme de l'éaction : nous découvrons le monde et autrui en fonction de nos interactions avec ceux-ci.

L'élément clé dans la constitution des valeurs émotionnelles est la dimension collective, impliquant des communautés qui partagent des moyens de perception et d'interaction. C'est ainsi que, impactant la sensibilité de l'autre, nous sommes impliqués dans la situation (Lenay fait par ailleurs le parallèle entre la manipulation d'un objet commun et une poignée de main, dont les sensations procurées seraient similaires). L'expérience commune est partagée (« nous avons apprécié le film », « nous avons vu une voiture nous doubler ») : la présence de l'autre et la réciprocité marque ce qui ne ressemble en rien à une expérience que l'on pourrait vivre par soi-même. La dépendance à autrui fait de la relation affective un acte dont autrui est partie prenante, donnant sens à l'émotion même si elle n'est cependant pas entièrement son fait. « *Mes émotions indiquent non seulement que je suis un être dont certaines actions ne peuvent jamais être mené à bien sans l'appui de l'autre, mais encore que je suis un être en qui l'autre peut agir et qui en retour peut agir en l'autre* » (Dumouchel 1995).

Proposition de deux modalités d'interaction perceptives

La compréhension du monde et d'autrui émerge des actions entreprises envers ceux-ci. En nous appuyant sur notre revue de littérature, nous avons rejeté l'idée que la perception soit une réception passive de stimuli. Nous avons également acté que les interactions inter-individuelles (dans le cas d'un face-à-face) reposent sur plusieurs indices comportementaux et contextuels, mais que ce type d'interaction est modifié et perd sa richesse lorsqu'il est techniquement constitué. La « perte » est principalement celle de la réciprocité perceptive (ou « je perçois quand tu me perçois »), réduite ou simplement supprimée dans certains rapports médiatisés. Ainsi, les conducteurs de véhicules ont peu de moyen de vérifier si les autres usagers de la route les ont bien perçus avant d'entreprendre une manœuvre (cette

reconnaissance était d'ailleurs clé dans notre premier terrain d'observation). Des médiations techniques supplémentaires offrant de nouveaux champs de possibles permettent cependant de comprendre les intentions d'autrui (les mouvements du véhicule, l'utilisation des clignotants...). Par ailleurs, nous avons vu l'intérêt de distinguer corps percevant et corps perçu. Cette distinction reflète pour chacun une asymétrie fondamentale dans toute interaction : nous ne percevons pas la face que nous présentons à autrui. C'est probablement pour cela que nous ne percevons pas ce qui sert à l'expression de nos émotions. Une expression est un changement des relations entre corps percevant et corps perçu que je ne perçois pas moi-même. Elle correspond à différentes façons de s'engager dans les interactions. C'est la nudité du visage : offert sans être perçu. Je suis touché par une expression quand je perçois qu'elle est donnée dans l'ignorance, sans contrôle. C'est le sentiment de sincérité (et la possibilité de honte).

A partir de ces considérations et en nous rapportant aux situations courantes, nous définissons deux modalités d'interaction perceptive :

« *L'information perceptive* » correspond à la possibilité de percevoir autrui et l'ensemble des informations qui lui sont accessibles, mais sans savoir précisément où il porte son attention. L'information perceptive peut être illustrée par le cas de quelqu'un que l'on voit dans son environnement, mais qui porte des lunettes teintées ne montrant pas la direction de ses yeux. Au contraire, « *L'activité perceptive* » correspond ainsi à la possibilité de percevoir uniquement dans quelle direction autrui porte son attention. Dans le cadre d'une rencontre entre deux agents, l'activité perceptive correspond à la possibilité pour un individu de percevoir l'orientation du regard d'autrui, et par conséquent de comprendre dans quelle direction celui-ci porte son attention, même si on ne voit pas ce qu'il voit. Cet exemple peut aussi être incarné par la canne d'un aveugle, donnant à percevoir où cet individu fait attention.

Dans le cadre de l'information perceptive et de l'activité perceptive, nous sommes dans un rapport à autrui médiatisé par la technique qui, respectivement, cache ou révèle ses intentions. Nous souhaitons étudier ce rôle de la technique dans l'interaction inter-individuelle et son aboutissement affectif. C'est le fait de la donner à voir (techniquement) qui nous intéresse.

*

Selon la perspective énaïve, la perception implique un engagement d'un sujet dans le monde. Plus précisément, son action est une condition nécessaire à sa perception. Nos organes sensoriels ne sont pas de simples capteurs passifs produisant des sensations visuelles, auditives, tactiles, olfactives ou gustatives, mais doivent être couplés à nos actions pour percevoir le monde qui nous entoure. Dans le cas de la reconnaissance d'autrui, il est possible — sous certaines conditions d'accessibilité — de s'appuyer sur des indices comportementaux et contextuels structurant la dynamique d'interaction entre deux agents. Cependant, cette typologie d'interaction perd en richesse lorsque l'accès à autrui est conditionné par un système technique. L'utilisateur adapte donc son comportement selon sa perception de la situation et la façon dont il interprète les réactions de la personne observée. Il s'engage ainsi dans une boucle d'actions et d'interprétations, et fait entrer en jeu de nouvelles lois de

contingences sensori-motrices, jouant un rôle déterminant dans la constitution de son expérience de la présence d'autrui (Lenay, Canu et Villon 1997; Lenay 2006). Apprendre à percevoir et agir dans notre monde via de nouveaux outils et systèmes médiateurs est associé à l'émergence de nouvelles manières d'être et de vivre le monde : la technologie est donc anthropologiquement constitutive (Havelange 2010). Nous avons observé cela lors de l'étude des travaux de Bach-y-Rita sur la suppléance perceptive et l'impact des dispositifs de perception de l'environnement sur les aveugles utilisateurs de ces systèmes (Bach-y-Rita et Kerckel 2003; Hardy et al. 2007; Lenay et al. 2003). Cela nous donne l'occasion d'investiguer de nouveaux modes d'expériences perceptives, à savoir l'activité perceptive et l'information perceptive ; ces deux modalités d'interactions perceptives font l'objet d'une étude expérimentale détaillée dans la partie suivante.

3 La perception d'autrui comme support à la collaboration

3.1 Étude de deux modalités d'interaction perceptive

Notre revue de littérature, construite sur les observables de notre premier terrain, nous a permis d'interpréter la perception d'autrui comme une interaction à valeur et résultante émotionnelle. En complément des apports théoriques sur lesquels nous nous appuyons, nous nous sommes concentrés sur ce qui caractérise la perception d'autrui, et comment elle module le rapport entre deux individus. Pour cela, nous employons une méthodologie systématique d'observation et d'acquisition de connaissances sur les attitudes et les comportements, basée sur l'expérimentation, dite « minimaliste ». Elle distingue les paramètres perceptifs de deux variables : l'activité perceptive et l'information perceptive définie dans le chapitre précédent. Les résultats de notre étude montrent que l'activité perceptive est constitutive du processus de coordination entre deux sujets. La modalité se caractérise par ailleurs par la co-dépendance des individus qui interagissent par son biais, et met en valeur la dimension affective de la relation ainsi créée. Nos conclusions valorisent l'activité perceptive comme un levier à la relation et orientent notre cadre de conception.

*

3.1.1 Comment désigner la relation perceptive ?

Nos considérations théoriques portées par notre précédent chapitre nous ont conduits à définir deux modalités d'interactions perceptives : *l'activité perceptive*³³ et *l'information perceptive*³⁴. **Nous pensons que l'activité perceptive de l'être humain est adaptée aux activités de collaboration impliquant une action sociale coordonnée, conduisant à une compréhension mutuelle des interactants.** Une telle interaction nécessite une compréhension de ce que l'autre perçoit, et la motivation de partager cela avec lui. **Nous supposons également que l'information perceptive ne possède pas l'intentionnalité partagée qui construit les bases des relations sociales.** La littérature nous montre que l'émotion est le résultat de la perception mutuelle de l'activité d'autrui dans l'interaction que nous avons avec lui. Lenay (2010) définit comment et dans quelles conditions ce contact perceptif peut être touchant, basé sur la dynamique des croisements perceptifs. Nous supposons donc que l'activité perceptive aura une valeur émotionnelle plus grande que l'information perceptive.

Pour analyser l'influence de ces modalités d'interactions perceptives sur la coordination et le ressenti de deux interactants, nous nous sommes appuyés sur les théories du croisement perceptif qui ont permis aux chercheurs d'étudier de manière fondamentale la dynamique

³³ Soit rendre visible ce qu'on cherche à percevoir.

³⁴ Soit rendre visible ce qu'on pourrait percevoir.

perceptive et ses implications dans une interaction dyadique (Auvray, Lenay, et Stewart 2009). Les théories actuelles issues de la littérature ne traitant pas directement des modalités d'interactions perceptives que nous venons de définir, il nous est actuellement impossible de concevoir une nouvelle expérience utilisateur inter-individuelle basée sur des critères connus. Forts de ce constat, nous avons donc entrepris de construire un dispositif expérimental pour proposer un modèle intégrant nos variables et permettant d'identifier leurs caractéristiques les plus influentes dans les dynamiques interactionnelles.

Cette étude expérimentale permet de caractériser les processus d'engagements des interactions mutuelles, support d'une co-construction active de sens. Nous souhaitons observer les stratégies d'interactions entre deux sujets, et les émotions qui découlent de leur interaction médiée par un système technique. Pour nous affranchir de tout phénomène perturbateur, notre expérience a été réalisée dans un contexte *minimaliste* (Lenay et Stewart 2012), soit un environnement logiciel dans lequel les variables d'interactions sont réduites à l'extrême. Son intérêt est de démêler un processus complexe et sans doute multifactoriel, afin de pouvoir en faire varier les paramètres de manière contrôlée.

3.1.1.1 Le minimalisme comme paradigme expérimental

Notre expérimentation est réalisée en laboratoire. Son objectif est d'étudier, en respectant des critères de scientificité, l'influence des médiations techniques sur les phénomènes de perception et d'interaction dyadique. Le minimalisme, en tant que méthodologie expérimentale, vise la construction d'un outil de travail conceptuel, qui aboutit sur un éclaircissement théorique. Elle consiste pour l'expérimentateur à altérer un élément, ou variable, afin d'observer si cela entraîne un effet sur une autre variable, dans une situation standard et répétable (Bihan 2014). Autrement dit, cette méthode, par la réduction des paramètres d'expérimentation, nous permet de contrôler au maximum les variables d'une situation pour en évaluer, de façon systématique, l'impact sur les attitudes et comportements. Le minimalisme offre une opportunité originale d'étudier la constitution des rencontres interpersonnelles au sein d'espaces de couplages sensori-moteurs inédits. Nous visons la construction d'une situation artificielle qui permet un dialogue entre psychologie expérimentale et phénoménologie et qui prend pour objet d'étude les dimensions techniquement constitutives de l'expérience. Pour ces raisons, nous proposons une étude selon ce schéma méthodologique, de façon à caractériser les processus d'engagement mutuel dans les interactions perceptives.

L'étude disciplinée de l'expérience humaine via un système minimaliste vient reconfigurer des comportements pour outiller des situations favorables à la prise en compte d'autrui. La conception, qui est la finalité de notre recherche appliquée, ne peut faire l'économie d'une réflexion fondamentale sur l'expérience perceptive d'un artefact.

3.1.2 Étude expérimentale : L'activité et l'information perceptive

3.1.2.1 Enjeux théoriques

Nous souhaitons montrer, d'un point de vue expérimental, la distinction entre la perception de l'orientation de l'activité perceptive d'autrui et la perception de ce qu'autrui perçoit (l'information perceptive). **La question fondamentale est de montrer qu'il y a un intérêt propre à percevoir l'orientation perceptive distinctement de l'intérêt à percevoir l'information perceptive d'autrui.** Pour cela, il nous faut montrer que le simple fait de mettre à disposition d'un utilisateur l'information accessible pour autrui a un impact limité sur la qualité émotionnelle de son interaction, comparé au fait de mettre à sa disposition l'activité perceptive d'autrui. **Il y a une différence entre percevoir ce à quoi l'autre fait attention (c'est-à-dire ce que l'autre cherche à percevoir) et ce qu'il peut percevoir. La différence est subtile, et dans celle-ci réside l'émotion.**

L'intérêt pour notre recherche est de montrer que l'activité perceptive permet de déduire que le conducteur nous a vus puisqu'il nous a cherchés, et que son attention s'est attachée à notre position (c'est tout l'intérêt d'un tel système par rapport aux ADAS actuelles). Notre objectif est d'identifier des principes explicatifs généraux en analysant une différence essentielle entre deux types de dynamiques d'interactions. **Notre question de recherche est donc la suivante : l'activité perceptive est-elle source d'interactions plus riches que l'information perceptive ? Peut-on, au niveau de l'expérience vécue des utilisateurs, retrouver des dynamiques causales de constitution de la rencontre d'autrui à travers son activité perceptive ?**

Hypothèses théoriques

Il s'agit pour nous de comprendre comment deux sujets en interaction parviennent à se reconnaître, à discriminer leur présence mutuelle et à collaborer, selon les deux conditions que sont l'activité perceptive et l'information perceptive.

Ce qui est essentiel dans les interactions perceptives inter-conducteurs, c'est la perception de l'attention perceptive du partenaire, plus que la perception du « contenu perceptif », ou ce que le conducteur cherche à voir (où il porte son attention) plutôt que ce qu'il pourrait voir. Nous considérons comme plus intéressant de percevoir l'activité perceptive d'autrui plutôt que de connaître l'information dont il dispose. L'information ne doit pas être forcément riche, mais ciblée.

3.1.2.2 Mise en place de l'expérimentation

Matériel

Inspirés par les précédentes études utilisant le paradigme minimaliste pour comprendre les phénomènes perceptifs médiés par les interfaces (Auvray, Lenay et Stewart 2009; Declerck, Lenay, et Khatchatourov 2009; Hardy et al. 2007; Lenay 2010), nous avons conçu un système qui limite considérablement les paramètres impliqués dans les couplages humain/environnement et humain/humain. Nous avons développé et utilisé le logiciel *Dotyk* basé sur ce principe minimaliste (Figure 16).

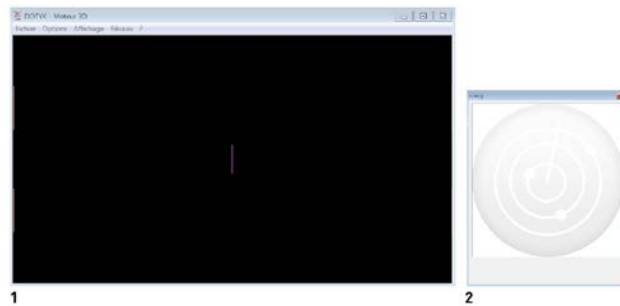


Figure 16 : Interface Dotyk. /1 : Espace numérique partagé. /2 : Stimulus visuel déporté

Dotyk est un espace numérique partagé à une dimension auquel est attaché un stimulus visuel. Chaque agent interagissant sur *Dotyk* est représenté par un avatar qui peut être déplacé sur une ligne de gauche à droite avec une souris. L'espace unidimensionnel ainsi constitué est un tore géométrique : le passage d'un bord à l'écran entraîne une réapparition simultanée sur l'autre bord.

Participants

Quarante personnes (participation équivalente d'hommes et de femmes), réparties en vingt binômes ont pris part à cette expérimentation. Les sujets, âgés de 19 à 24 ans, étaient tous étudiants à l'Université de Technologie de Compiègne et leur participation était intégrée dans le suivi d'un cours sur les technologies, la perception et la cognition.

Pour chacune des sessions d'interactions dyadiques, les sujets étaient placés dans deux pièces adjacentes, équipées d'un ordinateur, d'une souris et d'un casque audio nécessaires à la passation de l'expérience. Les deux ordinateurs étaient reliés à un réseau local, lui-même relié à un serveur sur lequel les expérimentateurs ont pu s'assurer du bon déroulement des sessions (Figure 17).

Lors de leur installation, un premier document de 2 pages (Annexe B.1) regroupant des consignes d'apprentissage était distribué aux sujets, détaillant succinctement les étapes de prise en main du logiciel *Dotyk*.

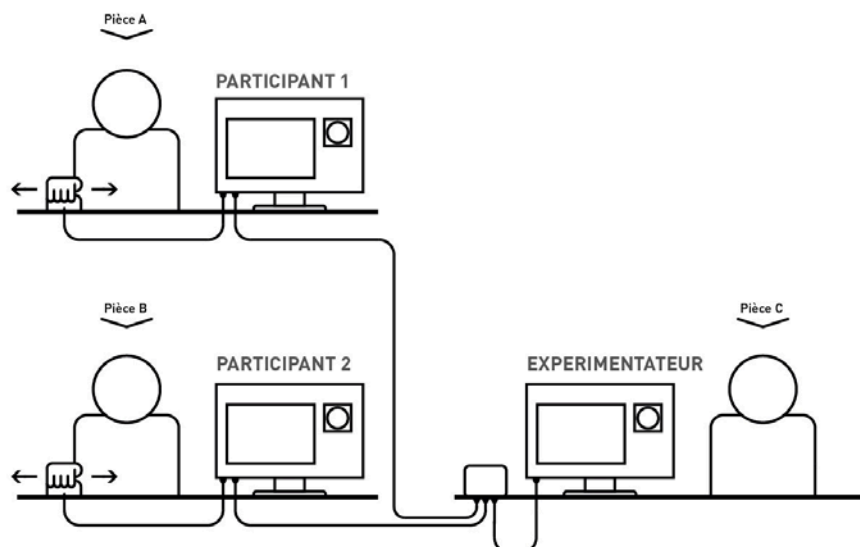


Figure 17 : Configuration expérimentale pour l'étude des interactions perceptives. Le dispositif expérimental comporte trois ordinateurs : deux ordinateurs sont destinés à la passation des tests, et le troisième sert de serveur qui gère les connexions entre les participants.

Procédure

L'expérience consiste en deux acteurs (J1 et J2) interagissant dans l'environnement partagé minimaliste de *Dotyk*. Leur but est d'interagir avec l'autre selon des consignes données par l'expérimentateur. Comme nous l'avons dit, leurs seules actions possibles sont des déplacements horizontaux de leur avatar dans cet espace unidimensionnel. Ces mouvements sont contrôlés par la souris de l'ordinateur (seuls les mouvements droite-gauche sont pris en compte). Pour chaque joueur, trois autres objets sont présents : l'avatar du partenaire, un leurre fixe (Lf) et un leurre mobile (Lm) dont les mouvements correspondent à l'enregistrement antérieur d'un joueur³⁵. Tous les objets ont la même forme (Figure 18) et peuvent se croiser sur l'axe longitudinal qui contraint leurs déplacements.

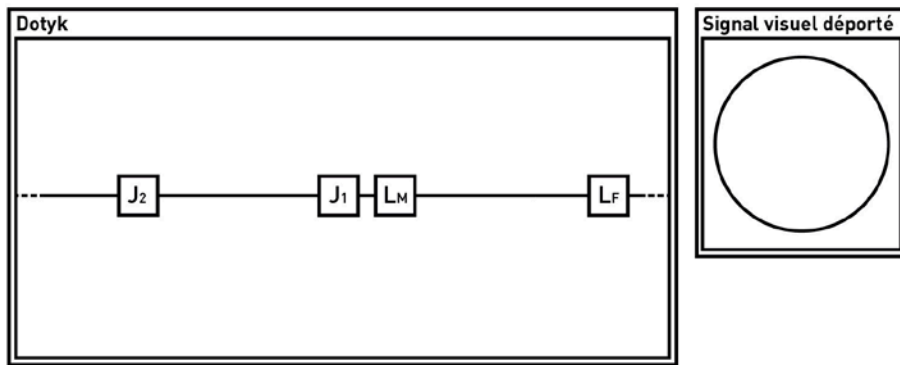
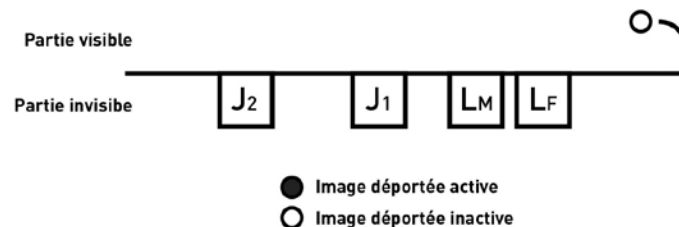


Figure 18 : Schématisation de *Dotyk*, l'espace numérique partagé à travers lequel les deux joueurs et les deux leurres se déplacent. Un stimulus visuel déporté dans une autre fenêtre s'active selon certaines conditions.

J1 et J2 partagent ainsi un environnement commun, mais leur accès est différent et dépend des conditions que nous avons définies et mises en place.

J2

J2 est « aveugle ». Il ne perçoit visuellement aucun objet dans la fenêtre de l'espace numérique partagé (Figure 19). Sa tâche est d'abord de discriminer l'avatar du partenaire J1 vis-à-vis des leurres fixe ou mobile, puis de le suivre. Pour cela, chaque fois que son avatar rencontre un objet, il déclenche un stimulus visuel dans la fenêtre déportée sur le côté.



³⁵ Lm est un enregistrement de ce que le joueur P2 a effectué lors de l'interaction précédente. Le leurre aura ainsi un comportement aussi complexe que celui du joueur, mais sans être sensible à P1 (il ne réagit pas en fonction de lui). Notons que pour la première session, un enregistrement réalisé par les expérimentateurs est proposé.

Figure 19 : environnement perçu du point de vue de J2. Dans cette figure, l'avatar de J2 n'est pas en contact avec un autre objet dans l'environnement. De fait, le stimulus visuel déporté n'est pas activé.

J2 doit donc activement explorer son environnement pour rencontrer les trois objets possibles, ce qui produit chaque fois le même stimulus visuel via la fenêtre déportée sur le côté (Figure 20).

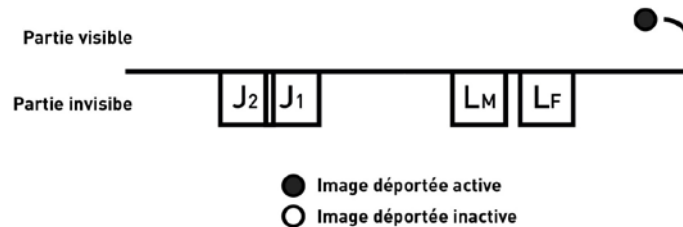


Figure 20 : environnement perçu du point de vue de J2. Dans cette figure, l'avatar de J2 est en contact avec un autre objet de l'environnement, J1. Un stimulus visuel décalé est activé.

Il est important de noter que J1 et J2 ont le même retour visuel déporté dans leur fenêtre déportée respective : le stimulus distant n'est activé que lorsque J2 rencontre un objet de son environnement. Par exemple, si J2 traverse un objet, les deux joueurs reçoivent une stimulation visuelle. Si J1 croise l'un des leurres (Lm ou Lf), le retour visuel ne se déclenche pas (Figure 21, Figure 22).

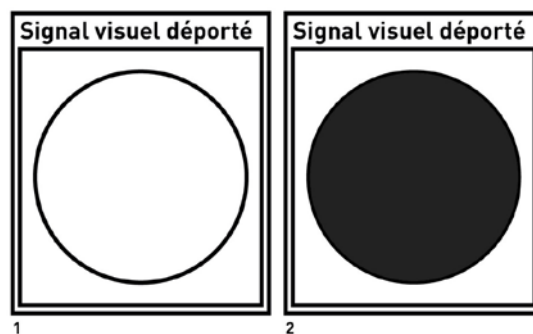


Figure 21 : 1 : l'avatar de J2 n'est pas en contact avec un objet dans l'environnement/ 2 : l'avatar de J2 est en contact avec un objet dans l'environnement. L'activation du stimulus est identique, quelle que soit la nature de l'objet rencontré par J2.

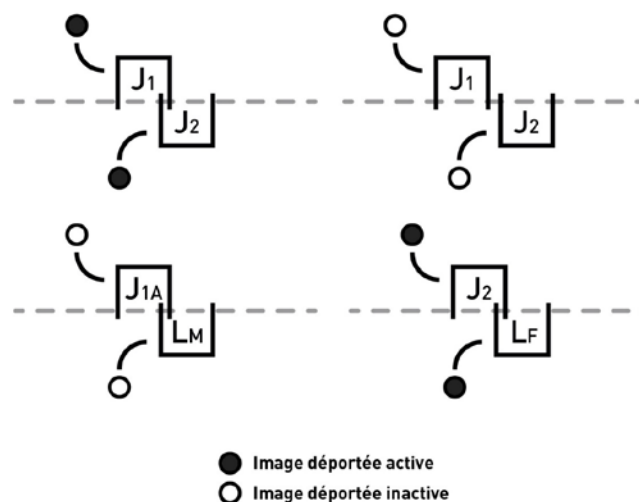


Figure 22 : Exemple d'interactions entre les avatars des joueurs et des objets, résultant ou non sur l'activation du stimulus visuel déporté

Pour J2, la modalité d'interaction est la même dans les deux conditions A et B, décrites dans le paragraphe suivant. J1 alterne ces deux modalités d'interactions perceptives (correspondant à l'information perceptive ou l'activité perceptive).

J1

CONDITION A – Information perceptive

Dans la condition A (information perceptive), J1 peut voir directement sur la fenêtre principale de l'interface *Dotyk* différents objets, à savoir les positions du leurre fixe et du leurre mobile, ainsi que la position de son propre avatar. Il ne peut pas voir l'autre joueur J2 (Figure 23), mais perçoit cependant le stimulus déporté dont l'activité (actif ou inactif) lui indique si J2 est en contact avec un autre objet dans l'environnement.

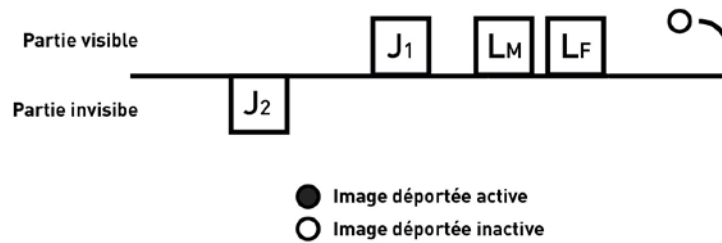


Figure 23 : environnement perçu du point de vue de J1 en condition A. Dans cette figure, l'avatar de J1 n'est pas en contact avec un autre objet de l'environnement. Le stimulus visuel déporté est inactif.

La tâche de J1 est de trouver J2 puis de le guider vers la droite ou vers la gauche selon les instructions qui lui sont données dans un casque audio. Cette condition vise à représenter la situation où une personne à l'extérieur du véhicule perçoit toute la scène, mais ne perçoit pas les yeux du conducteur (vitres teintées).

CONDITION B —Activité perceptive

Dans la condition B (activité perceptive), J1 peut voir directement sur la fenêtre principale de l'interface *Dotyk* un seul objet, à savoir la position de l'avatar de J2. Il ne peut pas voir son propre avatar, ni celui des leurres Lm et Lf (Figure 24), mais il perçoit cependant le stimulus déporté dont l'activité (actif ou inactif) lui indique si J2 est en contact avec un autre objet dans l'environnement.

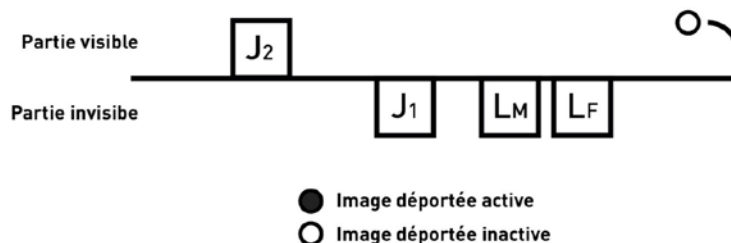


Figure 24 : environnement perçu du point de vue de J1 en condition B. Dans cette figure, l'avatar de J1 n'est pas en contact avec un autre objet de l'environnement. Le stimulus visuel déporté est inactif.

Ici encore, la tâche de J1 est de trouver J2 puis de le guider vers la droite ou vers la gauche selon les instructions données dans le casque audio de J1. Ce n'est pas si facile puisque J1 ne perçoit pas son propre avatar. Cette condition vise à représenter la situation où une personne à l'extérieur du véhicule verrait seulement la direction de l'attention du conducteur.

3.1.2.3 Instructions

Phase d'apprentissage

Les participants, en binôme, sont accueillis et directement invités à s'installer dans deux pièces séparées, où sont respectivement mis à leur disposition un ordinateur équipé du logiciel *Dotyk*, une souris et un casque audio. En raison de la complexité de l'expérimentation, nous proposons aux participants un processus de familiarisation avec le logiciel, sous forme de six exercices qui permettent aux sujets :

- 1/De déplacer un avatar visible dans un espace numérique isolé et d'entrer en contact avec des objets fixe et mobile apparaissant sur l'écran, pour comprendre la corrélation entre le contact entre leur avatar et un des objets, ainsi que le déclenchement du retour visuel déporté
- 2/De déplacer un avatar invisible dans un espace numérique isolé et d'entrer en contact avec des objets fixe et mobile apparaissant sur l'écran, ce qui déclenche le retour visuel déporté.
- 3/De déplacer un avatar visible dans un espace numérique isolé et d'entrer en contact avec des objets fixe et mobile n'apparaissant pas sur l'écran
- 4/De déplacer un avatar invisible dans un espace numérique isolé et d'entrer en contact avec des objets fixe et mobile n'apparaissant pas sur l'écran
- 5/De déplacer un avatar invisible dans un espace numérique commun à celui de l'autre sujet constituant le binôme et d'entrer en contact avec des objets fixe, mobile ainsi que l'avatar de l'autre sujet n'apparaissant pas sur l'écran. La particularité de cette consigne consiste à déclencher le stimulus visuel déporté dès lors que le premier sujet croise un élément avec son avatar. Ce stimulus visuel est visible par les deux sujets.
- 6/De déplacer un avatar invisible dans un espace numérique commun à celui de l'autre sujet constituant le binôme et d'entrer en contact avec des objets fixe, mobile ainsi que l'avatar de l'autre sujet n'apparaissant pas sur l'écran. La particularité de cette consigne consiste à déclencher le stimulus visuel déporté dès lors que le second sujet croise un élément avec son avatar. Ce stimulus visuel est visible par les deux sujets.

Pendant cette phase de découverte, les sujets prennent graduellement connaissance de la typologie de mouvement permise par le logiciel (balayage de droite à gauche) en fonction du retour obtenu par le croisement de leur avatar avec les objets présents dans leur environnement. La typologie des dynamiques (obtenues selon l'objet fixe, mobile, et l'avatar de l'autre sujet) permet aux sujets d'apprendre à se repérer dans l'espace et discriminer lesdits objets selon la nature de l'interaction entretenue avec chacun d'entre eux.

Par l'exécution de ces exercices préliminaires, les participants comprennent qu'ils ne peuvent pas percevoir autrui autrement que par la dynamique de ses actions corrélées aux siennes. Ils apprennent à distinguer les sensations générées par leurs propres actions de celles générées par le mouvement des objets externes. Ils apprennent également à distinguer les mouvements externes qui expriment une intention sensible à leur présence de ceux qui ne le sont pas. Ce dernier défi implique non seulement de trouver un objet réactif en tant que tel (le problème de la détection de la contingence sociale), mais aussi d'apprendre à différencier les

mouvements de déplacements et les mouvements réalisés avec une intention sensible spécifique. Une fois ces acquis intégrés, les participants prennent connaissance de l'exercice et des consignes du protocole détaillant les modalités de chacune des conditions à tester (Annexe B.2).

Déroulé des sessions

Chaque joueur participe à 8 sessions en binôme, pendant lesquelles il est amené à interagir dans l'environnement logiciel *Dotyk*, selon les rôles détaillés en amont de ce chapitre : J1A (joueur 1 en condition A), J1B (joueur 1 en condition B), et J2 (joueur 2). Chaque binôme, quels que soient les rôles accordés aux participants, est constitué par J1 (condition A ou B) et J2, afin d'observer l'impact de chacune des conditions sur les deux sujets.

Deux groupes de binômes ont été constitués afin de contrôler un potentiel effet d'apprentissage des conditions, et pour éviter la reproduction identique des consignes de direction audio. Ainsi, les deux groupes réalisent l'alternance des conditions A et B et des rôles des participants³⁶, pour permettre l'observation d'un potentiel effet d'apprentissage sur les interactions dyadiques (Tableau 4).

G1	Participant 1	Participant 2	G2	Participant 1	Participant 2
Session 1	J2	J1A	Session 1	J2	J1B
Session 2	J1A	J2	Session 2	J1B	J2
Session 3	J2	J1A	Session 3	J2	J1B
Session 4	J1A	J2	Session 4	J1B	J2
Session 5	J2	J1B	Session 5	J2	J1A
Session 6	J1B	J2	Session 6	J1A	J2
Session 7	J2	J1B	Session 7	J2	J1A
Session 8	J1B	J2	Session 8	J1A	J2

Tableau 4 : Ordre de passage des conditions selon les groupes 1 et 2

Les deux sujets sont placés face à un ordinateur sur lequel se trouve l'application. Ils sont installés dans des pièces séparées, de manière à les isoler et éviter tout indice perceptif autre que ceux reçus via *Dotyk* (par exemple, les exclamations des participants, les bruits de souris, etc.). Une consigne papier identique est donnée aux deux sujets, indiquant le but de l'expérimentation, la description de l'espace en tore, l'utilisation de l'application, l'explication et la description des objets dans l'environnement, et la tâche de chacun des sujets. Lorsque les sujets sont installés devant leur ordinateur respectif, il leur est demandé de placer leur casque audio sur leur tête de façon à recevoir les consignes vocales qui leur seront communiquées ultérieurement via ce biais.

L'expérimentateur affecte alors un rôle (J1A, J1B, ou J2) à chacun des participants selon son groupe. Les rôles sont intervertis pendant 8 sessions. Chaque session dure 2 minutes, et se décompose de la manière suivante (Figure 25).

³⁶ Il s'agit de groupes à mesures répétées, puisque chaque participant passe toutes les conditions de l'exercice, mais dans des ordres différents.

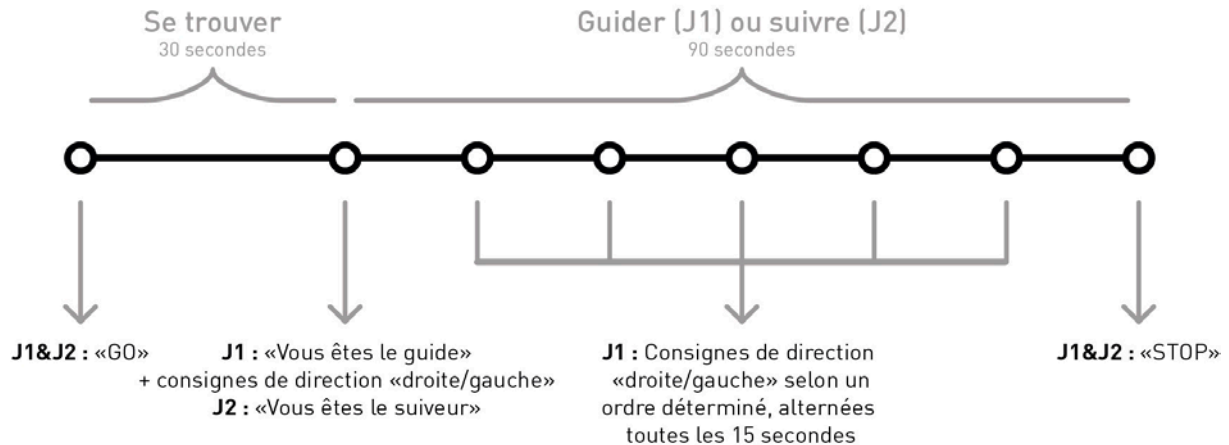


Figure 25 : représentation schématique du déroulé d'une session, intégrant les tâches des participants. Les consignes de J1 sont les mêmes, qu'il soit en condition A ou en condition B

Dans un premier temps, il est demandé à J1 et J2 de se « trouver » et de « rester en contact », soit déterminer où se trouve l'avatar de l'autre par rapport à sa propre position. Le contexte minimaliste, les conditions différentes (A et B), et les leurres fixe/mobile compliquent cette tâche, qui dure 30 secondes. Dans un second temps, les consignes divergent : il est demandé à J1 de guider J2 dans des directions (droite ou gauche) communiquées à lui seul via le casque audio. Les directions se succèdent aléatoirement³⁷ et ne sont donc connues que par J1. Son but est de réussir à faire parcourir à J2 la plus grande distance possible. Il est simultanément demandé à J2, via son casque audio, de suivre J1. La session prend fin lorsque deux minutes sont écoulées. Le Tableau 5 résume les rôles des participants et leurs modalités.

³⁷ Les consignes audios concernant la direction que doit prendre le guide (qui est toujours J1, J2 étant toujours suiveur) sont, dans les ordres suivants, tous groupes confondus :

Session 1 : D-G-G-D
 Session 2 : G-D-D-G
 Session 3 : G-D-G-D
 Session 4 : D-G-D-G
 Session 5 : G-G-D-D
 Session 6 : D-D-G-G
 Session 7 : D-G-G-D
 Session 8 : G-D-D-G

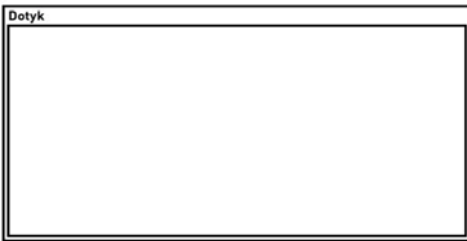
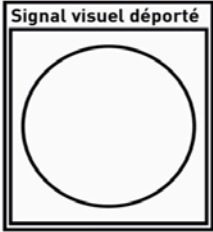
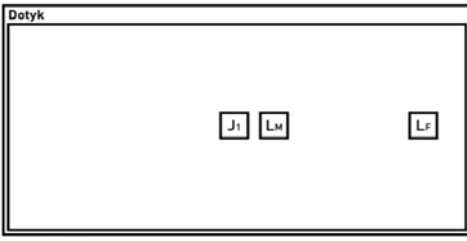
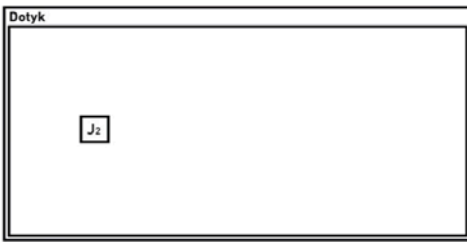
Rôle	Consigne de jeu	VISUEL	Détails	Signal déporté
J2 (suiveur)	Trouver l'autre puis le suivre		Aucun objet n'est visible.	Le retour lumineux déporté correspond à la rencontre de l'avatar du suiveur (J2) avec un objet 
J1 A (guide)	Trouver l'autre puis le guider dans une direction qui n'est indiquée qu'à vous		L'objet mobile, l'objet fixe et l'avatar de J1 sont visibles.	
J1 B (guide)			L'avatar de J2 est visible.	

Tableau 5 : Résumé explicatif des modalités d'interactions perceptives de chacune des conditions

Le but commun du binôme est de rester le plus longtemps possible en contact. Un score correspondant au nombre de millisecondes cumulées où les deux sujets sont en contact est utilisé comme indicateur de performance, et communiqué aux sujets à la fin de chaque session (deux minutes). La collaboration est la clé d'un score élevé.

Entre chaque essai, une pause de 45 secondes est proposée aux sujets. Celle-ci débutera dès la fin de chaque essai et sera définie par une consigne vocale « *Stop* ». Elle se terminera dès la reprise de l'essai suivant, définie par un « *go* ». Pendant la pause, les sujets peuvent échanger brièvement avec les expérimentateurs présents. Ceux-ci peuvent en profiter pour noter les remarques de chaque sujet sur l'essai précédent.

La combinaison d'avatars est ensuite modifiée par l'expérimentateur et une nouvelle session démarre. Remarquons que les sujets savaient qu'une modification était effectuée entre chaque session, mais ils en ignoraient la nature. En fin de séance, les sujets remplissent un questionnaire de ressenti. L'objectif est de savoir s'ils ont effectivement perçu des différences entre les sessions et de quelle manière ils ont réagi à ces changements - s'ils ont été perçus. L'expérimentation se termine ensuite par un entretien d'explicitation.

La durée de l'expérimentation était d'environ une heure à une heure et demie par binôme. Ces variations s'expliquent par la curiosité des sujets vis-à-vis de *Dotyk* et de la nature de nos expérimentations, occasionnant des discussions plus ou moins longues après la fin de l'entretien d'explicitation.

Mesures

Plusieurs informations ont été enregistrées pendant les sessions pour nous permettre de comparer les données objectives et subjectives concernant l'apport de chacune des deux conditions dans une interaction dyadique. Parmi celles-ci :

- Le score des sujets (en millisecondes, équivalent au temps de contact entre les avatars de J1 et J2), soit la réussite globale de l'exercice
- La durée moyenne des séquences de contact entre deux sujets (soit le nombre de secondes cumulées d'activité pendant laquelle les avatars de J1 et J2 ne se quittent pas plus de 1,5 seconde³⁸)
- La vitesse de déplacement des deux avatars lorsque ceux-ci sont en contact
- Les réponses apportées à un questionnaire à échelle
- Les réponses apportées par les sujets pendant un questionnaire ouvert
- L'expérience vécue des sujets, recueillie pendant un entretien d'explicitation
- La distance parcourue par les deux sujets

De manière générale, les mouvements des avatars sont enregistrés pendant l'expérience, et nous permettent d'observer une corrélation potentielle entre les actions des participants (mesure objective) et leur impression (mesure subjective).

Variables indépendantes

La variable indépendante est la nature de l'information, qui se décline en deux modalités : l'information perceptive, appelée condition A dans l'expérimentation, et l'activité perceptive, appelée condition B.

Variables dépendantes

Les variables dépendantes sont les suivantes :

- Temps nécessaire au joueur 1 pour trouver le joueur 2
- Nombre d'erreurs d'identification des deux joueurs
- Distance parcourue par le joueur 1 selon la direction indiquée au joueur 2
- Temps de contact entre les deux joueurs

Variables secondaires

La variable secondaire est l'alternance des conditions 1 et 2.

3.1.2.4 Hypothèses opérationnelles

Nous posons l'hypothèse **que le sentiment de présence d'autrui constitue un premier pas possible vers une expérience émotionnelle** : la coordination de deux agents, sur la base d'indices perceptifs, permet l'émergence d'une expérience émotionnelle positive motivée par le sentiment de reconnaissance de son partenaire.

Nous posons l'hypothèse que les sujets parviendront à distinguer leur partenaire des leurres (objets mobile et fixe), en vertu de **l'émergence d'un processus dynamique de co-ajustements et de corégulation de l'interaction**, processus qui est un indicateur du sentiment de présence.

Le taux de succès des sujets sera différent pour les différentes conditions. Nous nous attendons à ce que la condition B soit, malgré sa plus grande simplicité (moins d'informations dispensées à J1 dans cette condition), plus à même de permettre aux sujets de se reconnaître. Elle permettra donc aux binômes de collaborer plus facilement.

³⁸ La dynamique d'interaction en condition minimaliste implique une activité constante, soit des séquences de « chercher - trouver » impliquant un contact fractionné. Imposer un seuil de tolérance à 1,5 seconde nous permet de déterminer si le croisement de deux avatars est dû à la chance ou à une activité orientée vers autrui.

Du fait d'un effet d'apprentissage, les sujets seront plus efficaces et se reconnaîtront mieux lors de la seconde condition passée que lors de la première condition passée.

Les sujets vont se trouver plus facilement en condition A du fait d'une plus grande visibilité sur les objets présents dans l'environnement pour le guide (J1).

Les sujets vont préférer la condition B pour collaborer.

Le Tableau 6 résume nos attentes selon les indicateurs présentés dans le point précédent (mesures).

	Questions de recherche	Hypothèses	Indicateurs
Tests objectifs	L'ordre de passage a-t-il une influence sur les résultats (scores) des binômes ?	Il y a un effet d'apprentissage	Scores des binômes
	Quelle modalité d'interaction perceptive soutient le plus la collaboration entre deux sujets ?	La condition B permet aux binômes de collaborer plus efficacement	Distances parcourues ensemble par les deux sujets
			Durée moyenne des séquences de contact entre deux sujets
			Vitesses de déplacement communes
	Les sujets vont se trouver plus facilement en condition A du fait d'une plus grande visibilité sur les objets présents dans l'environnement	Temps de contact entre les sujets (score) pendant les 30 premières secondes de chaque session	
Tests subjectifs	Quelle modalité d'interaction perceptive est la plus appréciée ?	Les sujets vont préférer la condition B pour collaborer	Questionnaire (questions à échelle)
			Entretien d'explicitation
			Questionnaire (questions ouvertes)

Tableau 6 : résumé des attendus de l'expérimentation

3.1.2.5 Résultats

Observations préliminaires

Dans un premier temps, nous nous intéressons à la nature des interactions dyadiques sur la base de nos observables. Pour faciliter la compréhension des interactions qui vont être détaillées, nous restituons de manière illustrée un exemple d'interaction observé à plusieurs reprises, du point de vue de J1 en condition B³⁹ (Figure 26 ; Figure 27 ; Figure 28 ; Figure 29 ; Figure 30).

³⁹ Les intentions prêtées aux participants dans la description des figures 11-15 sont issues des entretiens faits avec les participants concernés (Binôme 7, session 4, condition B).

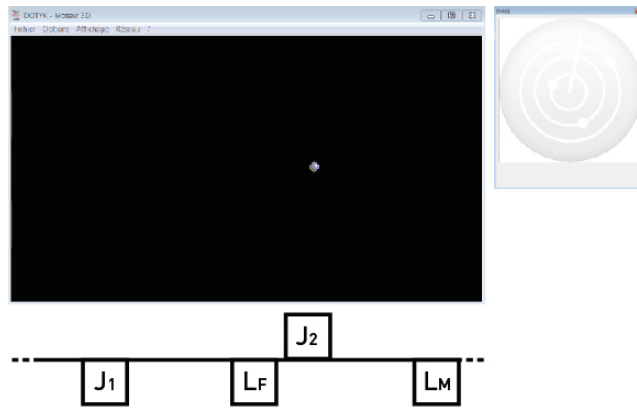


Figure 26 : Interaction du point de vue de J1B. Seul J2 est visible pour J1B. J2 n'est pas en contact avec un objet de l'environnement, le stimulus déporté est donc inactif.

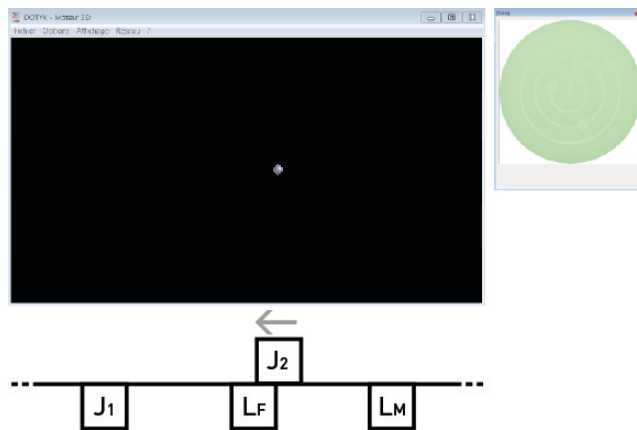


Figure 27 : Interaction du point de vue de J1B. J1B voit J2 se déplacer vers la gauche, déplacement qui a pour conséquence l'activation du stimulus déporté. J2 est donc en contact avec un objet.

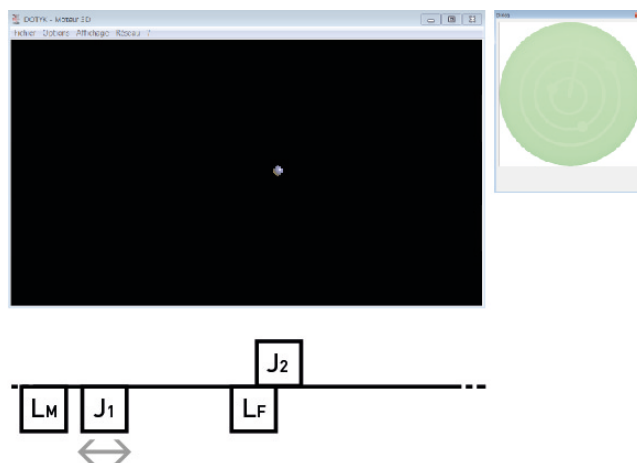


Figure 28 : Interaction du point de vue de J1B. J1B voit que J2 est arrêté. J1B se déplace en balayant son environnement proche, mais le stimulus déporté n'est pas corrélé à ses déplacements. J1B devine que J2 est en contact avec un des leurres, et probablement le leurre fixe Lf au vu du maintien constant du stimulus lumineux. On remarque que le leurre mobile Lm est passé d'une extrémité du tore à l'autre, les deux sections étant liées.

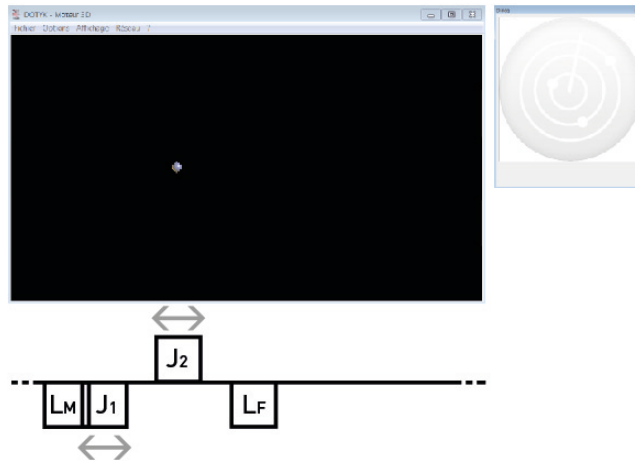


Figure 29 : Interaction du point de vue de J1B. Constatant l'absence de réaction de l'objet perçu, J2 comprend qu'il interagit avec le leurre fixe et se met « à la recherche » de son partenaire via une stratégie d'oscillation. J1B voit J2 se déplacer et continue de se déplacer de manière similaire. Entre temps, le leurre mobile entre en contact de J1B. Ce contact n'est ni visible sur la fenêtre de Dotyk du fait de la condition B, ni via le stimulus déporté qui ne concerne que les interactions de J2.

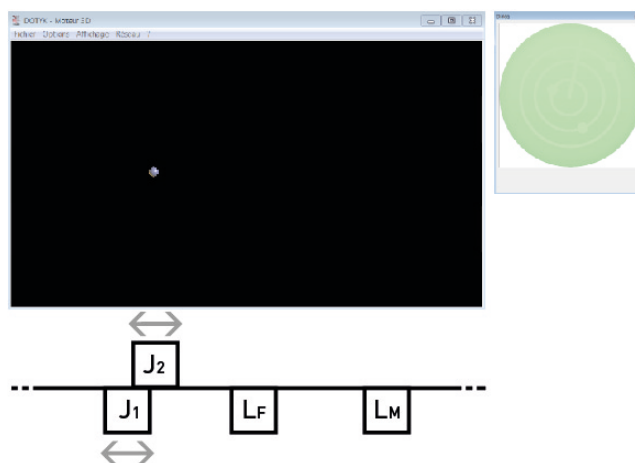


Figure 30 : Interaction du point de vue de J1B. Les dynamiques d'exploration de J1 et J2 leur permettent d'interpréter l'interaction qui se déroule comme étant la résultante d'un contact avec un objet sensible à leur présence. Les joueurs peuvent voir la corrélation de leurs mouvements avec l'activation du stimulus déporté. J2 sait qu'il n'interagit pas avec le leurre mobile puisque celui-ci ne peut pas être sensible à sa présence.

Cet exemple n'illustre qu'une des nombreuses interactions auxquelles nous avons pu assister. Nous avons également pu observer plusieurs joueurs ayant des difficultés à se coordonner avec leur partenaire, d'autres joueurs ayant confondu le leurre mobile et l'autre participant, etc. Ces comportements ont été enregistrés, et sont restitués sous forme de courbes représentant les déplacements des deux sujets dans l'environnement logiciel. Nous pouvons dès lors étudier les stratégies des activités perceptives des participants et la coordination dyadique qui en résulte.

Étude des trajectoires des participants

Les trajectoires perceptives de chaque sujet sont pour nous l'opportunité d'étudier l'activité des participants et leurs réactions aux interactions créées, pour mieux en saisir la constitution.

Cela représente pour nous la possibilité de dégager des *patterns* d'interaction pour mieux comprendre la reconnaissance et la collaboration dyadiques des sujets. Si nous reprenons l'exemple de l'interaction dyadique présenté à l'instant, la reproduction visuelle de la session donne le résultat suivant (Figure 31).

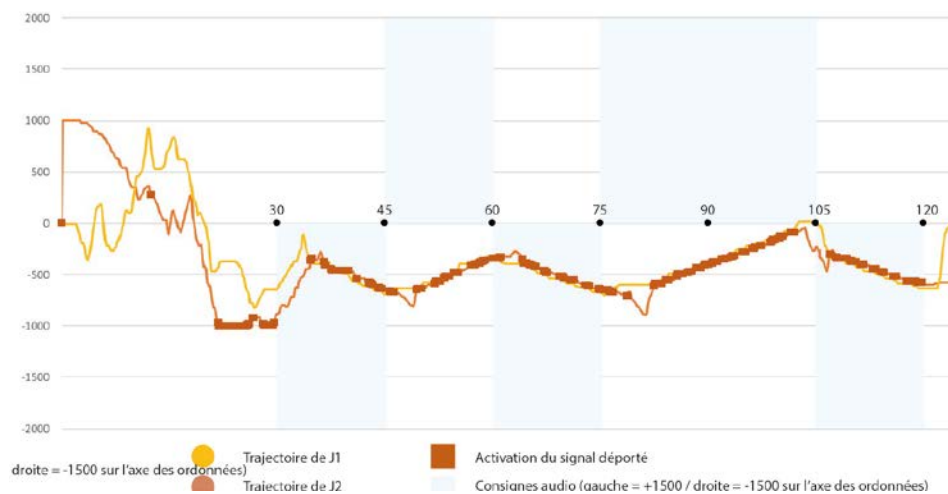


Figure 31 : Trajectoire du binôme 7, session 4, condition B

L'axe des abscisses représente le temps de session en secondes, soit 120 secondes. À partir de la trentième seconde, les consignes audio sont données au guide J1 et changent par intervalle de 15 secondes. Elles sont représentées par les zones bleues du schéma. Lorsque la zone bleue est sous l'axe des abscisses, il est demandé au guide d'aller vers la droite. Lorsque la zone bleue est au-dessus de l'axe des abscisses, il est demandé au guide d'aller vers la gauche.

L'axe des ordonnées représente l'espace du tore, dont les limites se trouvent aux niveaux -1500 (extrémité droite) et 1500 (extrémité gauche). Dans notre exemple, nous observons que les sujets n'ont pas fait de « saut » d'une extrémité à une autre.

L'exemple illustré de l'interaction de ce binôme met dans un premier temps l'accent sur la confusion de J2 qui entre en contact avec le leurre fixe et qui s'arrête ponctuellement. Cette interaction est visible sur la Figure 31, un peu avant la trentième seconde. On peut remarquer que certains des stimuli représentés sur la courbe ne correspondent pas au croisement des avatars des deux sujets. J2 étant en contact avec l'objet fixe, cela explique que le stimulus déporté soit activé à ce moment malgré l'absence de contact avec l'autre joueur. Pendant ce temps, J1 balaye son environnement à la recherche de J2, s'arrête ponctuellement lors de l'activation du stimulus puis se déplace à nouveau pour vérifier la correspondance du stimulus avec ses mouvements, constate que celle-ci n'est pas bonne et continue son exploration. On remarque cependant qu'après la trentième seconde, les sujets s'accordent et suivent les directions communiquées à J1 (ici D-G-D-G-G-D). Les sujets se perdent vers la 80^e seconde, mais se retrouvent rapidement, J2 comprenant que la direction a changé : on observe d'ailleurs qu'à ce moment J1 adopte une attitude passive en s'arrêtant afin que J2 le retrouve plus facilement. Les sujets s'accompagnent ensuite jusqu'à la fin de la session.

Ces actions nous semblent révélatrices d'une dynamique collective. La perception mutuelle nécessite un fort niveau de coordination interpersonnelle (accroche mutuelle et dynamique de l'activité perceptive autour d'autrui) comme produisant un processus continu d'engagement et de désengagement interpersonnel. Les conditions de communication minimales du système

ont permis l'émergence de stratégies d'interactions communes à la majorité des participants. Les représentations graphiques des trajectoires des autres sujets mettent en évidence les comportements récurrents des duos (Figure 32).

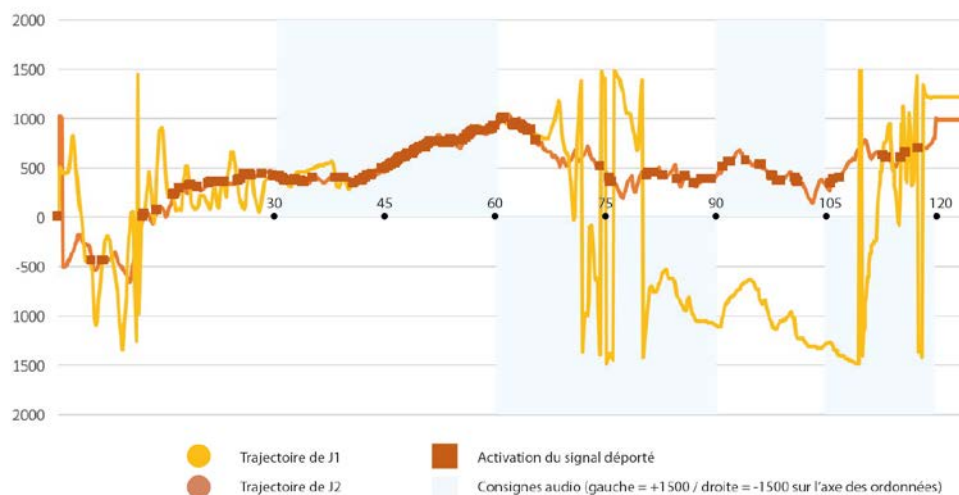


Figure 32 : Trajectoire du binôme 3, session 6, condition B

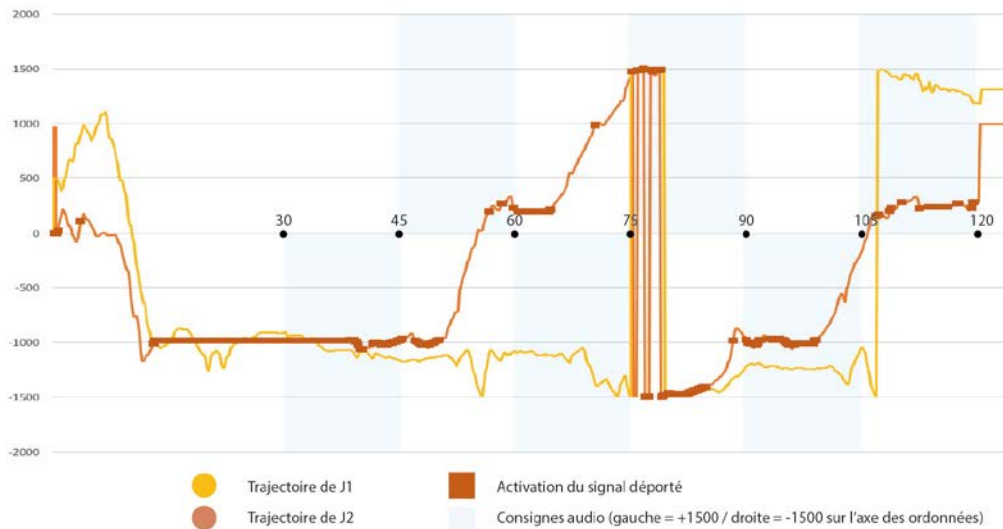
On observe une stratégie commune à la majorité des binômes : J1, qui possède plus d'informations visuelles que J2, semble s'attribuer la responsabilité de trouver J2. Il effectue donc des mouvements amples pour provoquer le déclenchement du stimulus déporté et permettre la localisation de J2. Ce dernier ne possédant aucun retour visuel autre que le stimulus déporté, il adopte une posture plus passive qui s'observe via des mouvements plus limités : on découvre un comportement plus passif de J2, qui attend d'être guidé, « pris en charge ». Le joueur J1 semble être systématiquement associé à l'idée de « responsable », car sa condition (A comme B) est plus riche que celle de J2. Sur la Figure 32, aux alentours de 15 secondes, on observe que les mouvements de J1 se font plus précis, oscillant autour de J2 et guidés par le stimulus lumineux déporté. C'est vers la 30^e seconde que le binôme entre dans une dynamique de suivi plus précise. Cependant, la 65^e seconde est l'objet d'une perte de ce suivi : J1 balaye donc l'espace afin de retrouver J2. On observe par ailleurs des sauts de courbe correspondant aux extrémités du tore faisant réapparaître l'avatar du joueur à l'autre bout de l'espace logiciel. La 80^e seconde illustre une erreur d'interaction : J1 interprète les retours du stimulus déporté comme étant en corrélation avec ses déplacements. En réalité, J2 est en contact avec le leurre mobile qu'il confond avec J1. Il résulte de cette interprétation une dynamique dyadique « cohérente » (les trajectoires des deux participants se suivent), mais non liée à un croisement perceptif entre les deux sujets.

Cependant, nous devons souligner qu'en général, les sujets font une très bonne distinction entre les leurres et leurs partenaires, même s'ils ont le même type de comportement⁴⁰. Il est extrêmement rare qu'un leurre empêche les joueurs de collaborer pendant une session entière. On observe une production d'intelligibilité mutuelle : la reconnaissance de l'autre se fait par la discrimination de son activité par rapport à celle d'un leurre. **En se « perdant » et en se « trouvant », les sujets créent une dynamique d'interaction et voient si l'autre réagit de manière logique à ses mouvements. La différence entre autrui et objet n'est pas prédonnée au sujet, elle est constituée à travers l'interaction.** Enfin, malgré les interactions courtes et la faiblesse des moyens de communication qui ne peuvent que modifier

⁴⁰ Nous rappelons que le leurre Lm est, à l'exception de la session 1, la reproduction du comportement du joueur P2 pendant la session précédente.

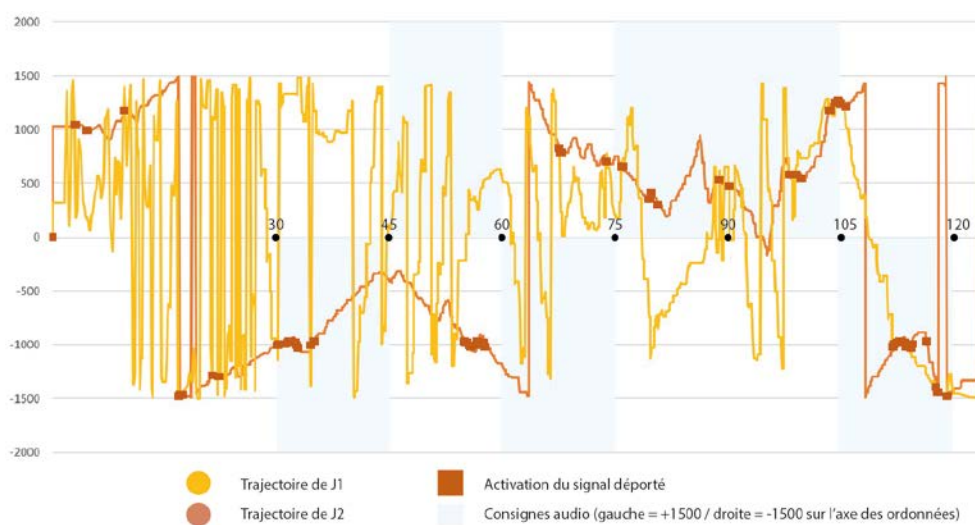
le processus de construction du référentiel commun, on observe peu de défauts dans la gestion des interactions des deux sujets.

Cependant, nous notons une qualité d'interaction très variable selon les binômes. La réussite d'une session dépend de la coordination des deux sujets. Ainsi, un comportement mal interprété par autrui amène à l'échec de l'exercice de suivi, comme illustré par la Figure 33.



Nous observons ici que le maintien de l'arrêt de J2 vers la 15^e seconde de la session provoque l'activation du stimulus déporté. J2 ne se déplace plus, pensant avoir trouvé J1. J2 n'a aucun moyen d'interagir avec J1, le stimulus déporté étant déjà activé par un des leurres. On distingue par ailleurs les deux stratégies de déplacement des participants, J1 préférant une activité de recherche localisée, et J2 privilégiant un mouvement continu vers la gauche.

À l'inverse, on observe des mouvements plus amples chez d'autres sujets (Figure 34).



Les conditions de communication relativement minimales établies par le système ont d'ailleurs été le théâtre d'attitudes communicationnelles contrastées : quelques sujets, quelle que soit la

condition jouée, préfèrent prendre systématiquement l'initiative de se déplacer. D'autres sujets sont à l'inverse plus enclins à se laisser guider et à réagir aux mouvements de leur partenaire. Dans le cas des stratégies qui ont permis l'obtention de scores élevés, les grands mouvements correspondent à des phases de recherches et les petits mouvements à la confirmation d'une position, ou encore la discrimination de la nature d'un objet perçu. À ce stade amont, nous supposons que l'incompatibilité des stratégies explique les mauvais scores. Ce point reste à confirmer par des informations supplémentaires.

L'analyse des trajectoires perceptives nous donne une base d'informations déterminante pour comprendre ce qui amène les sujets à interagir selon différentes dispositions. Les observations présentées concernent la totalité des interactions dyadiques. Cependant, ces informations soulèvent des disparités très fortes entre certains binômes dont les scores sont très variables, disparités confirmées par les scores des participants (Figure 35). Suite à une erreur logicielle, nous avons été contraints de retirer les deux premiers binômes, portant les analyses des résultats à 18 binômes, soit 36 participants.

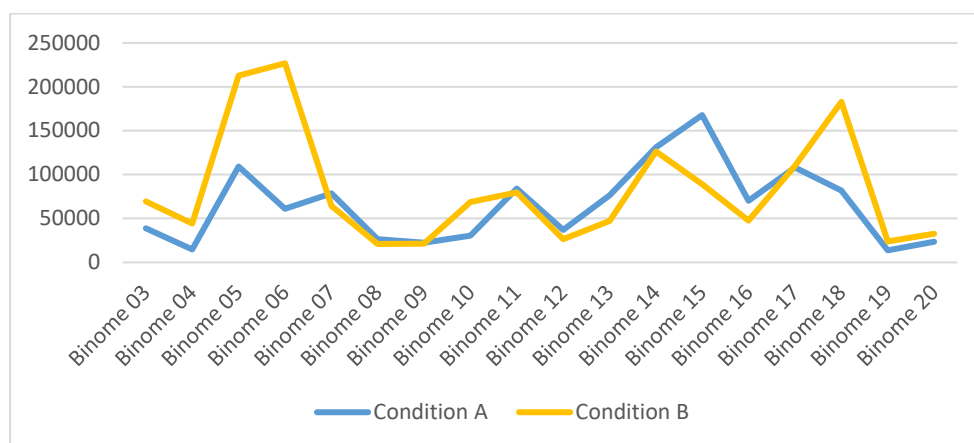


Figure 35 : Somme des scores des binômes (en millisecondes) pour les conditions A et B

Nous croisons nos observations avec des données objectives et subjectives recueillies pendant les tests.

Résultats quantitatifs

Nous avons mené une série d'analyses statistiques des résultats avec quatre jeux de données mesurées comme variables dépendantes :

- Le score des binômes (temps de contact entre deux sujets), soit la réussite globale de l'exercice
- La durée moyenne des séquences de contact entre deux sujets (soit le nombre de secondes cumulées d'activité pendant laquelle les avatars de J1 et J2 ne se quittent pas plus de 1,5 seconde⁴¹)
- Le respect des directions (droite-gauche) communiquées au guide J1
- La vitesse de déplacement des deux avatars lorsque ceux-ci sont en contact

⁴¹ Plus d'explications dans le paragraphe « distance parcourue entre deux participants »

Score des binômes

Nous avons étudié le temps de contact (ou score) entre les deux avatars des deux joueurs J1 et J2, ainsi que leurs trajectoires. Ces indicateurs nous permettent de déterminer dans quelles conditions les sujets coopèrent le plus et sont donc les plus efficaces (H_0 = les binômes coopèrent en moyenne de façon identique dans les deux conditions). Comme nous pouvons le voir sur la Figure 36, la moyenne des scores de chaque binôme pour les deux conditions montre une forte variabilité des résultats, ce qui suggère un effet binôme très fort.

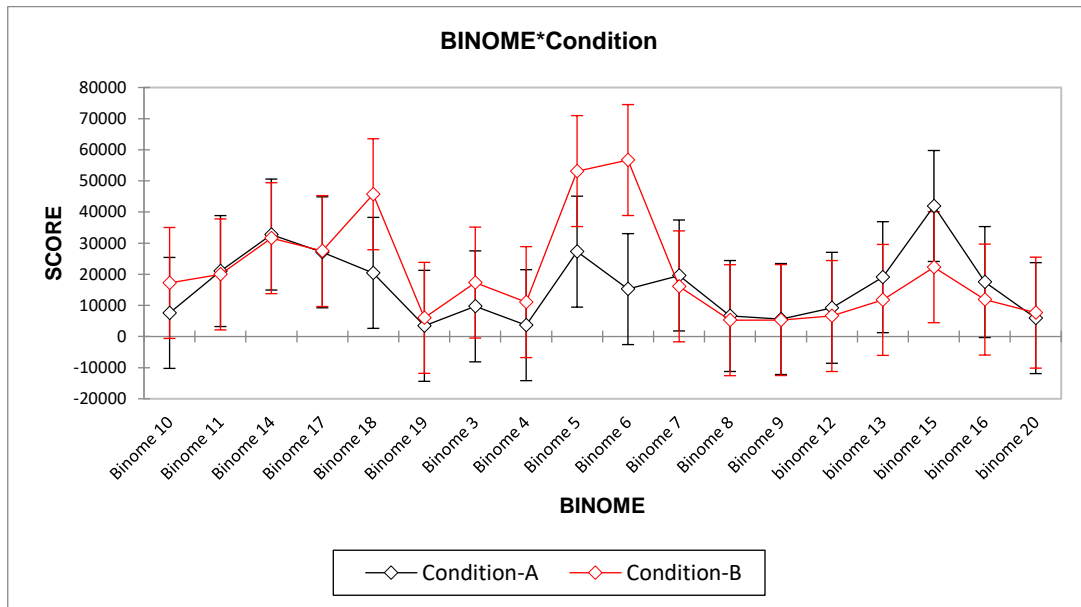


Figure 36 : moyenne des scores des binômes

Une analyse de la variance est faite sur la base des scores des 18 binômes retenus. Dans la mesure où les variances des scores par modalité ne sont pas homogènes et afin de respecter l'hypothèse d'homogénéité de l'analyse de la variance, nous calculons le modèle sur le log des scores. Le modèle est simplifié par étapes successives, en enlevant une à une les interactions non significatives, puis les facteurs non significatifs quand ils ne sont pas impliqués dans une interaction significative. Le modèle final est $E(Y) = \mu + \text{BINÔME} + \text{CONDITION} + \text{BINÔME} * \text{CONDITION}$ ($F_{[35; 108]} = 1,93$; $p = 0,005$) (Tableau 7).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
BINÔME	17	18 796	1,106	1,884	0,027
Condition	1	0,897	0,897	1,529	0,219
BINÔME*Condition	17	19 948	1,173	2 000	0,017

Tableau 7 : Analyse de la somme des carrés (type III) (LogSCORE) des 18 binômes

Ces résultats confirment l'effet binôme ($p = 0,027$). L'interaction BINÔME*CONDITION est significative ($p = 0,017$). Aussi pour certains binômes, la condition A conduit à de meilleurs résultats (exemple : binôme 6). Le constat est inverse pour d'autres sujets (exemple : binôme 15). Cette interaction est suffisamment forte pour masquer l'effet condition seul ($p = 0,219$).

Afin d'affiner les résultats, nous procédons donc à une classification des binômes selon leur degré de réussite. La première catégorie comprend les binômes qui ont un meilleur score avec la condition B, que la différence de scores soit significative ou non : les binômes 3, 4, 5, 6, 10, 18, 19, 20. La deuxième catégorie comprend les binômes qui ont un meilleur score en condition A, mais non significativement différent de la condition B : les binômes 7, 9, 11, 12, 14, 16, 17. La troisième catégorie comprend les binômes qui ont un meilleur score en condition A, mais significativement différent de la condition B : les binômes 8, 13, 15 (Tableau 8).

Modalité	Moyenne	Erreur standard	Borne inf (95 %)	Borne sup (95 %)	Groupes
Binome 3*Condition-A	3 812	0,383	3 053	4 571	C D E F
Binome 3*Condition-B	4 039	0,383	3 279	4 798	D E F
Binome 4*Condition-A	3,365	0,383	2,606	4,124	B C D
Binome 4*Condition-B	4,034	0,383	3,274	4,793	D E F
Binome 5*Condition-A	4,093	0,383	3,333	4,852	D E F
Binome 5*Condition-B	4,704	0,383	3,945	5,463	F
Binome 6*Condition-A	4,048	0,383	3,288	4,807	D E F
Binome 6*Condition-B	4,556	0,383	3,796	5,315	E F
Binome 7*Condition-A	3,816	0,383	3,057	4,575	C D E F
Binome 7*Condition-B	4,178	0,383	3,418	4,937	D E F
Binome 8*Condition-A	2,576	0,383	1,816	3,335	A B
Binome 8*Condition-B	3,75	0,383	2,991	4,509	C D E F
Binome 9*Condition-A	3,627	0,383	2,868	4,386	B C D E
Binome 9*Condition-B	3,693	0,383	2,934	4,452	C D E F
Binome 10*Condition-A	3,813	0,383	3,054	4,572	C D E F
Binome 10*Condition-B	4,044	0,383	3,285	4,803	D E F
Binome 11*Condition-A	4,26	0,383	3,501	5,019	D E F
Binome 11*Condition-B	4,219	0,383	3,46	4,979	D E F
Binome 12*Condition-A	3,862	0,383	3,103	4,622	C D E F
Binome 12*Condition-B	3,741	0,383	2,981	4,5	C D E F
Binome 13*Condition-A	4,191	0,383	3,431	4,95	D E F
Binome 13*Condition-B	2,182	0,383	1,423	2,941	A
Binome 14*Condition-A	4,348	0,383	3,589	5,107	D E F
Binome 14*Condition-B	4,327	0,383	3,568	5,087	D E F
Binome 15*Condition-A	4,588	0,383	3,829	5,347	E F
Binome 15*Condition-B	2,829	0,383	2,07	3,589	A B C
Binome 16*Condition-A	4,238	0,383	3,479	4,997	D E F
Binome 16*Condition-B	3,851	0,383	3,092	4,61	C D E F
Binome 17*Condition-A	4,417	0,383	3,658	5,177	D E F

Binome 17*Condition-B	4,365	0,383	3,606	5,125	D E F
Binome 18*Condition-A	3,773	0,383	3,013	4,532	C D E F
Binome 18*Condition-B	4,384	0,383	3,625	5,144	D E F
Binome 19*Condition-A	3,44	0,383	2,681	4,199	B C D
Binome 19*Condition-B	3,66	0,383	2,901	4,419	C D E F
Binome 20*Condition-A	3 771	0,383	3 012	4,53	C D E F
Binome 20*Condition-B	3 843	0,383	3 084	4 603	C D E F

Tableau 8 : classification des binômes selon leur degré de réussite

Nous écartons les sujets du troisième groupe (rouge). Nous étudierons les raisons qui justifient ces scores à travers nos résultats qualitatifs. En menant la même analyse de la variance sans ces sujets, nous obtenons les résultats suivants ($F_{[15; 104]} = 2 931$; $p=0,001$) (Tableau 9).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
BINÔME	14	8 611	0,615	2 940	0,001
Condition	1	0,588	0,588	2 811	0,097

Tableau 9 : Analyse de la somme des carrées (type III) (LogSCORE) des catégories 1 et 2 (15 binômes)

On observe que l'effet binôme est toujours présent ($p=0,001$). L'effet condition permet d'observer une tendance ($p=0,097$).

Cette tendance devient significative lorsqu'on ne conserve que les binômes de la première catégorie ($F_{(8; 55)} = 4 027$; $p=0,001$) (Tableau 10).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
BINÔME	7	4 675	0,668	3 007	0,010
Condition	1	2 481	2 481	11 169	0,002

Tableau 10 : Analyse de la somme des carrées (type III) (LogSCORE) de la première catégorie (9 binômes)

Cette stratégie d'écartier les sujets qui ont visiblement rencontré un problème lors de leur expérimentation permet de confirmer que, pour les binômes ayant compris l'exercice, la condition B permet d'obtenir un meilleur score.

Nous avons émis l'hypothèse que la condition A, offrant plus d'information à J1 (qui a dans ce contexte une visibilité sur son propre avatar et les avatars des objets, mobile et fixe), permettrait aux binômes de se trouver plus rapidement pendant la première phase de la session (les 30 premières secondes). Nous avons donc réalisé le même travail d'analyse de la variance sur la base des sujets toutes catégories confondues.

Le modèle est simplifié par étapes successives, comme précédemment. Le modèle final ne met en avant aucun effet significatif. Toutefois, pour analyser plus finement le résultat, nous nous intéressons au modèle sans interaction,

$E(Y) = I + \text{BINÔME} + \text{SESSION} + \text{CONDITION}$ ($F_{[25; 118]} = 1,406$; $p = 0,116$) (Tableau 11).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
BINÔME	17	48 352	2 844	1,359	0,170
Sess	7	20 444	2 921	1,395	0,214
Condition	1	2 712	2 712	1,296	0,257

Tableau 11 : Analyse de la somme des carrés (type III) (LogSCORE) des catégories 1, 2 et 3 (18 binômes)

Si on s'intéresse uniquement à la moyenne des scores des 30 premières secondes de chaque session des binômes de la première catégorie (verte), après simplification, le modèle final ne met en avant aucun effet significatif. Toutefois, pour analyser plus finement le résultat, nous nous intéressons au modèle sans interaction, $E(Y) = I + \text{BINÔME} + \text{SESSION} + \text{CONDITION}$, qui montre qu'il n'y a pas d'effet significatif concernant la session ou la condition ($F_{[15; 48]} = 0,751$; $p = 0,721$) (Tableau 12).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
BINÔME	7	5 549	0,793	0,479	0,845
Sess	7	12 095	1,728	1,043	0,414
Condition	1	0,661	0,661	0,399	0,531

Tableau 12 : Analyse de la somme des carrés (type III) (LogSCORE) de la catégorie 1 (8 binômes)

Contrairement à ce que nous anticipions, la condition A, malgré plus d'éléments visuels accessibles à J1A, ne permet pas aux binômes de se trouver plus rapidement dans le laps de temps dédié à cette action en début de session. Cela invalide notre hypothèse portant sur la facilité de trouver l'autre joueur en début de session en condition A.

Distance parcourue des deux participants

Pour définir la distance parcourue « ensemble » par les sujets, nous ne pouvons pas simplement observer le premier contact et le dernier contact des protagonistes, étant donné que le principe même d'oscillation implique que le contact entre les joueurs n'est pas régulier et est sans cesse interrompu. Nous avons donc défini les modalités des périodes de contact, que nous définissons comme une séquence durant laquelle les deux sujets sont en contact l'un avec l'autre sans interruption supérieure à une constante t^{42} . En effet, rappelons que ceux-ci ne se voient pas, ou se perçoivent de manière unilatérale : ils sont donc contraints d'effectuer de petites oscillations pour se suivre et ne peuvent pas rester en contact en permanence. Or, le fait de ne plus être en contact avec l'autre pendant 0,1 seconde ne signifie pas qu'un sujet n'est plus en train de suivre son partenaire. Après analyse des trajectoires obtenues précédemment, nous avons estimé que la séquence ne s'interrompait vraiment que lorsque la perte de contact entre les deux joueurs était supérieure à 1,5 seconde. Pour la mesure des distances parcourues ensemble, nous ne prenons en compte que les séquences

⁴² La constante t retenue pour cette définition a été proposée et ajustée après plusieurs tests sur des graphes aux allures distinctes pour s'assurer qu'elle permette de prendre en compte les moments de coopération entre les participants.

de contact au cours desquelles les binômes ont réussi à respecter les consignes qui leur étaient indiquées, à savoir suivre la bonne direction⁴³.

Les Figure 37 et Figure 38 sont deux cas représentatifs des stratégies de la globalité des binômes dans chacune des conditions.

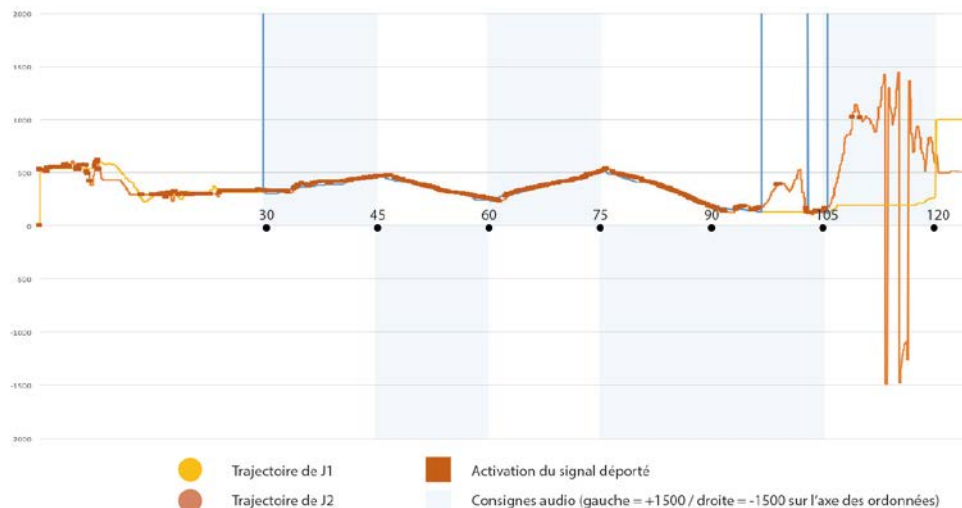


Figure 37 : Trajectoire du binôme 5 session 7, condition B (trajectoire type de la condition B). Les traits bleus matérialisent le début et la fin de chaque séquence de contact (ici deux séquences)

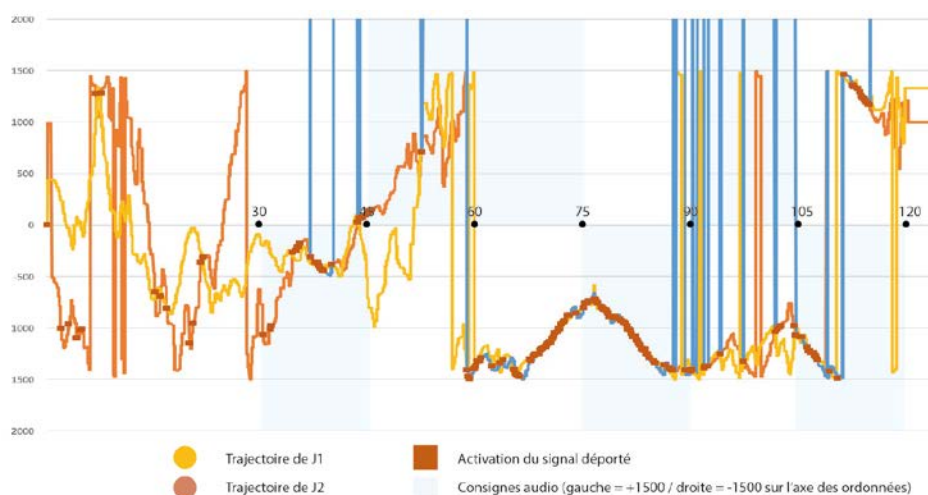


Figure 38 : Trajectoire du binôme 3, session 2, condition A (trajectoire type de la condition A). Les traits bleus matérialisent le début et la fin de chaque séquence de contact (ici douze séquences)

⁴³ Pour calculer la distance parcourue, nous regardons la position des joueurs au début et à la fin de la séquence de contact. Or cela pose un problème : si la séquence s'étend sur plusieurs changements de consigne, la position ne sera pas représentative. Si les joueurs entendent les consignes gauche-droite-gauche-droite, il y a de fortes chances que l'écart entre leur position initiale et leur position finale soit proche de zéro. Nous devons donc artificiellement couper les séquences au moment du changement de consigne pour pallier ce problème. Nous appelons ces séquences « normalisées », qui sont la base de nos calculs.

Les 30 premières secondes ne sont pas comptabilisées dans le calcul des distances parcourues (étant donné qu'à cet instant les joueurs sont juste supposés se retrouver et n'ont pas de direction spécifique à suivre). En B, les joueurs restent très près l'un de l'autre et ne se « lâchent pas », mais font presque du surplace. En condition A, nous observons que la courbe de trajectoire est beaucoup plus chaotique. Cependant, lorsqu'ils se rejoignent, les sujets parcourent une grande distance, plus rapidement (ici, la distance parcourue par le binôme en A est plus grande que celle parcourue en B, contrairement à ce que l'on pourrait imaginer en observant les courbes au premier abord). Nous pouvons donc parler d'une certaine efficacité en A qui se retrouve peu en B.

Nous vérifions la significativité de ces observations avec une analyse de la variance sur 5 variables à expliquer individuellement : la durée moyenne, la durée totale, la distance moyenne, la distance totale, et la vitesse moyenne des séquences normalisées. Les modèles complets sont :

$E(Y) = I + \text{BINÔME} + \text{SESSION} + \text{CONDITION} + \text{BINÔME} \times \text{CONDITION} + \text{SESSION} \times \text{CONDITION}$. Les différents modèles sont simplifiés, un par un, par étapes successives, comme précédemment. Nous indiquons ici les résultats des modèles après suppression de l'une puis de l'autre interaction (Tableau 13).

	Séq. Norm.	Durée moyenne	Durée totale	Distance moyenne	Distance totale	Vitesse moyenne
R ²	0,233	0,324	0,346	0,279	0,241	0,355
F	1,424	2 240	2 471	1,813	1,484	2 581
Pr > F	0,108	0,002	0,001	0,018	0,083	0,000
Binome	1,863 0,028	2 709 0,001	3 269 0,000	2 484 0,002	2 012 0,016	2 603 0,001
Session	0,539 0,804	1,402 0,211	0,710 0,663	0,440 0,875	0,360 0,924	2 562 0,017
Condition	0,193 0,662	0,700 0,404	1,998 0,160	0,002 0,965	0,447 0,505	3 246 0,074

Tableau 13 : Synthèse de la significativité pour tous les Y

Nous observons une nouvelle fois un effet binôme très fort pour toutes les variables. Nous observons également un effet significatif de la vitesse moyenne sur les sessions ($p=0,017$), et une tendance de cette même variable sur la condition ($p=0,074$).

Nous étudions en détail la variabilité de la vitesse moyenne sur les sessions, et nous apercevons que globalement, la vitesse de déplacement diminue au fur et à mesure de l'exercice. Cela suggère une habitude graduelle et une meilleure maîtrise du système. On note toutefois l'irrégularité de cette décroissance au niveau de la session 3 (Figure 39).

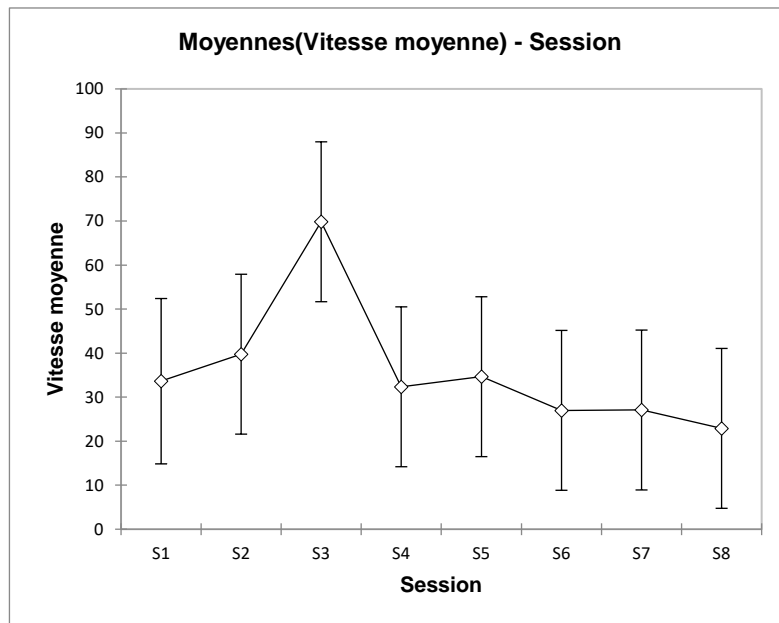


Figure 39 : Évolution de la vitesse moyenne des binômes selon les sessions

Pour comprendre quels sont les facteurs responsables de cette irrégularité, nous consultons la vitesse moyenne par binôme (Figure 40).

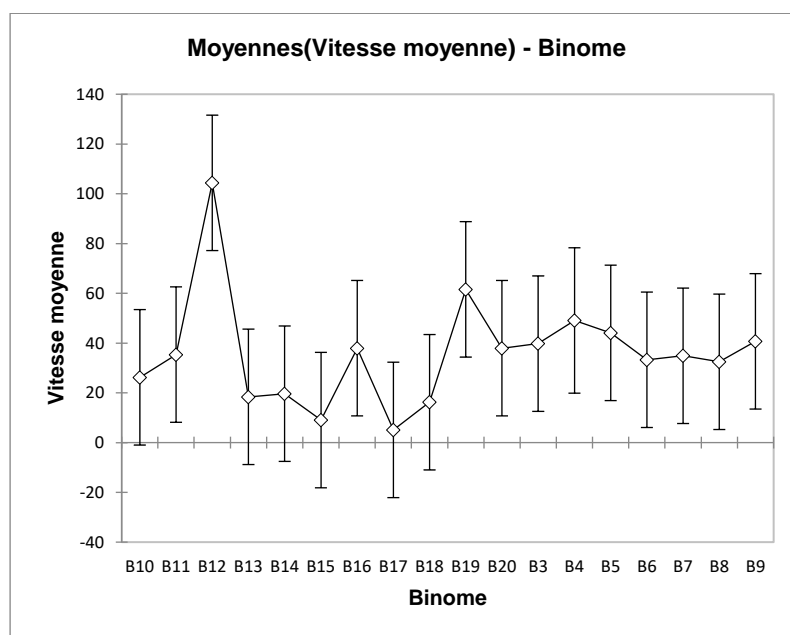


Figure 40 : Vitesse moyenne des binômes toutes sessions confondues

Nous nous apercevons que le binôme 12 a une vitesse moyenne bien supérieure à celle des autres binômes. En regardant plus précisément les raisons de cette variabilité, nous constatons que la première session du binôme 12 présente une vitesse de déplacement trois fois supérieure à celles des autres sessions (B12 V S3 = 308,09 ; B12 moyenne V S2, 3,4, 5,6, 7,8 : 107,66) (Figure 41). Le fait que les croisements inter-avatars se fassent quasi exclusivement lors de déplacements sur des directions opposées (quand J1 va vers la gauche, J2 va vers la droite) vient augmenter la vitesse de ce qui est considéré comme une séquence normalisée).

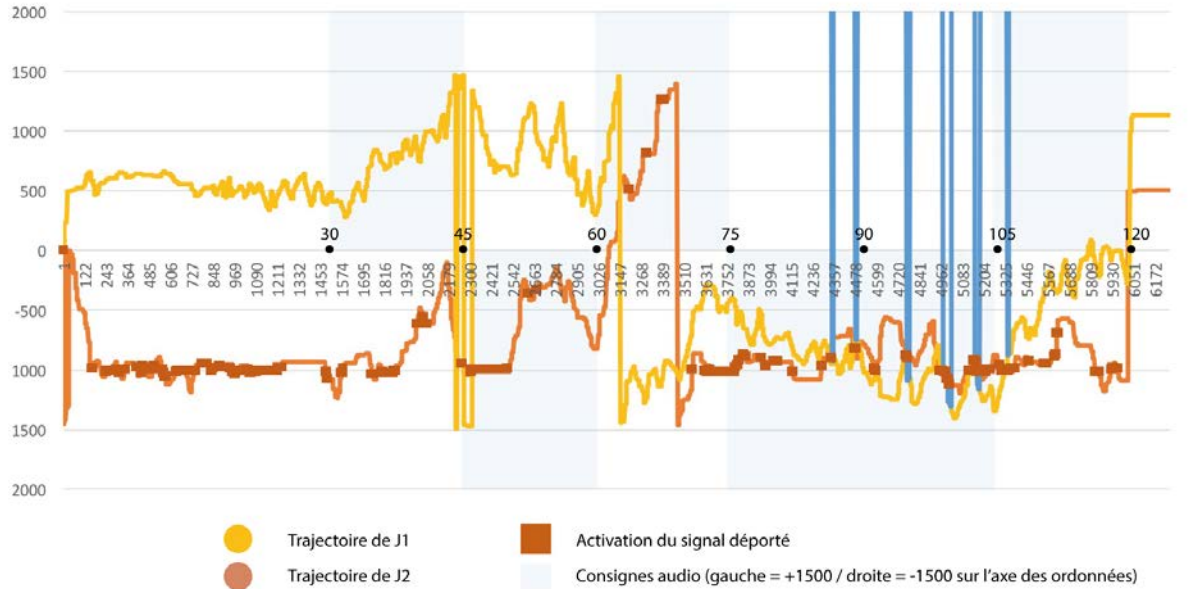


Figure 41 : Trajectoire du binôme 12, session 3, condition B. Les traits bleus matérialisent le début et la fin de chaque séquence de contact (ici six séquences)

Toutefois, nous baser sur la vitesse moyenne n'est pas suffisant pour détecter toutes les irrégularités. En effet, on remarque que la vitesse moyenne tous binômes confondus est égale à 55,62. B12 est donc un binôme globalement deux fois plus rapide que la moyenne des binômes, ce qui explique son positionnement sur la Figure 40. On relève toutefois la vitesse moyenne de la première session, bien plus élevée que les autres sessions du même binôme. Sur la Figure 42, nous pouvons constater que les résultats de deux sessions posent problème. Il faut donc trouver le second cas sortant des résultats espérés.

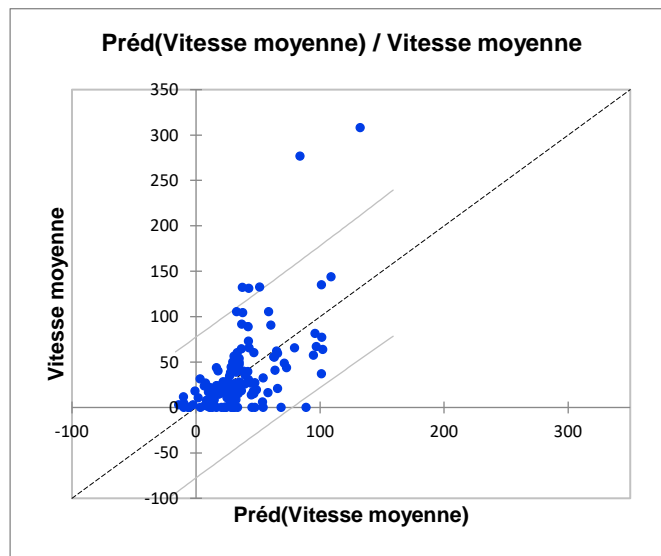


Figure 42 : Prédiction de la vitesse moyenne

Du fait d'un très fort effet sujet, la vitesse moyenne très supérieure d'un binôme peut être occultée par la contre-performance d'un autre binôme pour la même session. Également, un binôme peut très bien être très rapide sur une session, et beaucoup plus lent que la moyenne sur les autres, et obtenir de la sorte une vitesse moyenne toutes sessions confondues similaires aux autres binômes. Après lecture approfondie des sessions de chaque binôme,

nous nous apercevons que cette dernière possibilité s'applique au binôme 4, session 1 (Figure 43).

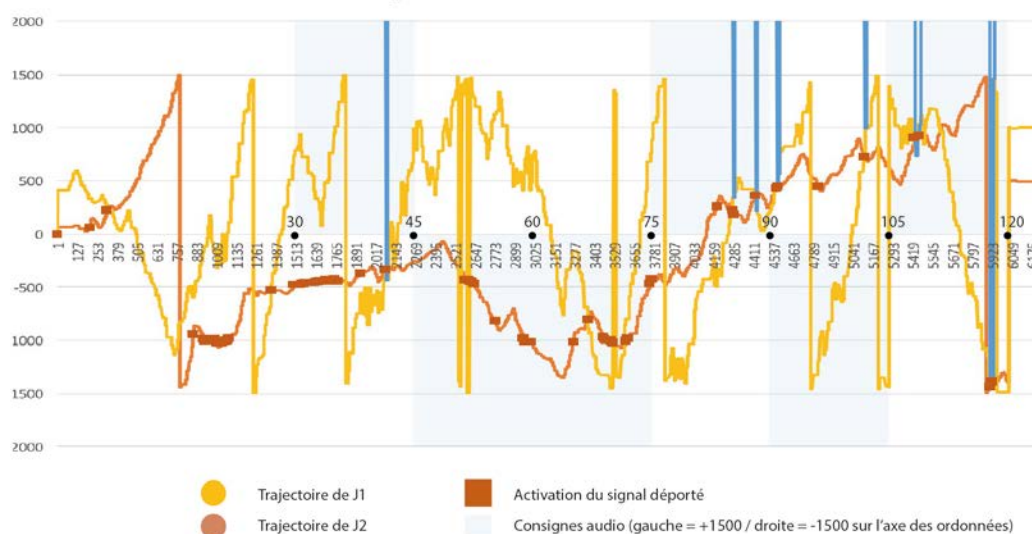


Figure 43 : Trajectoire du binôme 4, session 1, condition A. Les traits bleus matérialisent le début et la fin de chaque séquence de contact (ici sept séquences)

La vitesse moyenne de B4 S1 est sans commune mesure avec la moyenne des autres sessions du même binôme⁴⁴ (B4 V S1 = 2893,6 ; B4 moyenne V S2, 3,4, 5,6, 7,8 : 48,56). L'étude de la Figure 43 nous permet de comprendre que c'est parce que J1 a balayé avec de grands gestes son environnement que la vitesse de croisement/contact de son avatar avec celui de l'autre joueur s'est fait de manière très rapide.

Forts de ces constats, nous effectuons une nouvelle analyse de la variance de la vitesse moyenne en supprimant les sessions B4S1 et B12S3 dont les vitesses moyennes faussent nos données. Le modèle final est $E(Y) = I + \text{BINÔME} + \text{CONDITION}$ ($F_{[18; 123]} = 2\,041$; $p = 0,012$)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Binome	17	39 153,234	2 303 131	1,844	0,030
Condition	1	6 377 972	6 377 972	5 107	0,026

Tableau 14 : Analyse de la somme des carrés (type III) (LogSCORE) des catégories 1, 2 et 3 (18 binômes), excluant les sessions B4S1 et B12S3

On observe alors un effet significatif de la condition ($p = 0,026$) (Tableau 14, Figure 44).

⁴⁴ La vitesse moyenne de B4 ne se distingue pas des autres moyennes sur la figure 5, car cette dernière représente des moyennes estimées, calculées en enlevant l'influence des autres effets

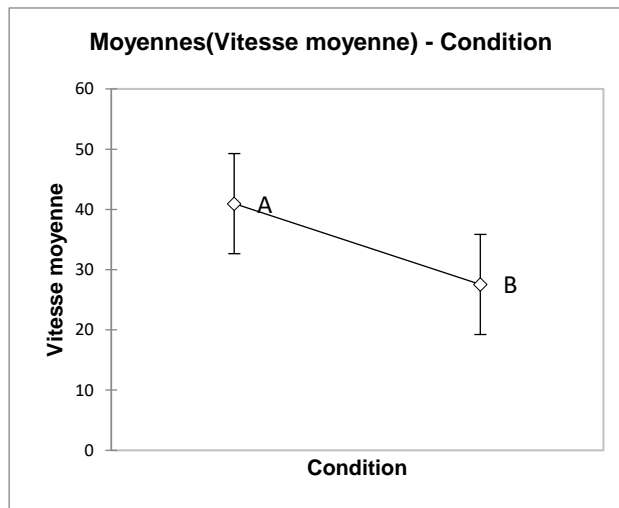


Figure 44 : Vitesse moyenne des binômes selon les conditions A et B

On constate que les joueurs en condition B sont plus lents qu'en condition A. Cela impliquerait que dans le contexte de notre expérimentation, l'activité perceptive est moins « efficace » en termes de vitesse de déplacement que l'information perceptive, même s'il n'y a pas de différence significative en termes de score entre les deux conditions⁴⁵. **Une fois que les sujets se sont retrouvés et reconnus, le fait que le guide ait connaissance de son environnement lui permettrait d'avancer plus vite en sachant qu'il ne risque pas de perdre son partenaire tant qu'il ne croise pas de leurre.** Ce point sera développé avec les binômes à travers nos données qualitatives.

Nous effectuons finalement une dernière analyse de la variance de la durée moyenne, totale, de la distance moyenne, totale, et de la vitesse moyenne des séquences normalisées des neuf binômes de la catégorie 1 (classification des sujets — verte —). Notre objectif est de vérifier si la vitesse moyenne est également plus faible en condition B pour des binômes dont les scores sont supérieurs dans cette même condition. Le modèle est simplifié par étapes successives, en enlevant une à une les interactions non significatives, puis les facteurs non significatifs quand ils ne sont pas impliqués dans une interaction significative. Le modèle final est $E(Y)=I+BINÔME+CONDITION$ (Tableau 15).

	Séq. Norm.	Durée moyenne	Durée totale	Distance moyenne	Distance totale	Vitesse moyenne
R ²	0,187	0,311	0,383	0,128	0,126	0,142
F	1,584	3 107	4 265	1,010	0,995	1,136
Pr > F	0,151	0,006	0,000	0,440	0,451	0,355
Binome	1,309	2 935	3 952	1,037	1,136	1,072
	0,264	0,011	0,001	0,417	0,355	0,394
Condition	3 508	4 305	6 462	0,822	0,005	1,585
	0,066	0,043	0,014	0,369	0,943	0,213

Tableau 15 : Synthèse de la significativité pour tous les Y

Les résultats montrent que la vitesse moyenne n'est plus significative pour cette catégorie de binômes. On constate également que les durées moyennes ($p=0,043$) (Figure 45) et totales sont significatives ($p=0,014$) (Figure 46).

⁴⁵ Sans la classification des sujets.

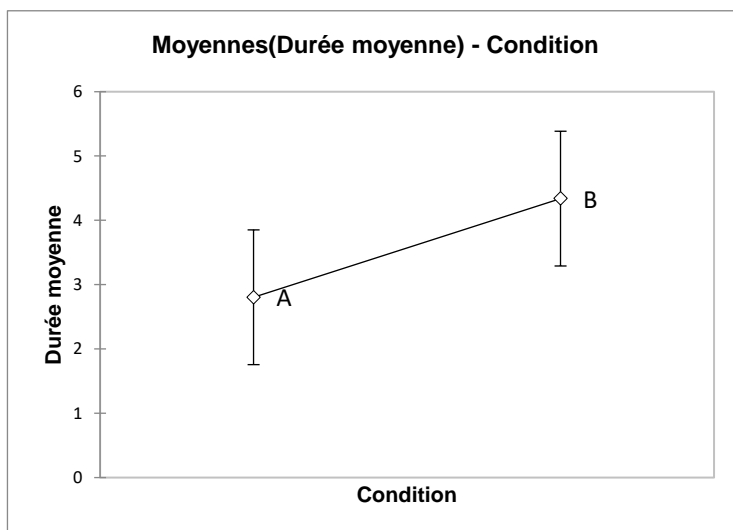


Figure 45 : moyenne des durées moyennes de contact des séquences normalisées des binômes de la catégorie 3 selon les conditions A et B

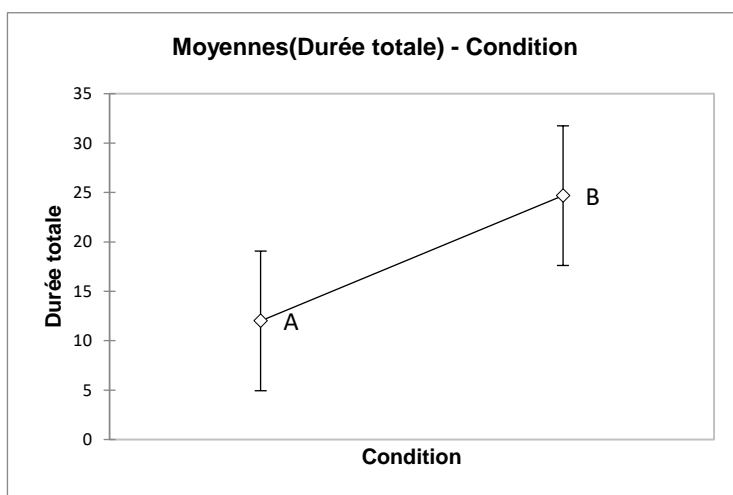


Figure 46 : moyenne des durées totales de contact des séquences normalisées des binômes de la catégorie 3 selon les conditions A et B

Nous pouvons conclure les points suivants : sans classification des binômes et en excluant les sessions aux données aberrantes, **nous constatons l'absence d'effet significatif de la condition sur le score, mais la présence d'un effet significatif de la condition sur la vitesse moyenne de déplacement des sujets pendant une séquence normalisée, ainsi que la durée totale des séquences normalisées. Cependant, la sélection des sujets dont la compréhension de l'exercice est assurée nous fait observer l'effet inverse : pour les sujets « verts » (ceux qui ont réussi l'exercice), il y a un effet condition, mais pas d'effet vitesse. Ils réussissent mieux en condition B, mais ne vont pas significativement plus ou moins vite en condition A ou en B.**

Résultats qualitatifs

Questionnaire à échelle

Au terme de leur expérimentation, les membres des binômes sont interrogés individuellement et invités à répondre à un questionnaire afin de connaître leurs ressentis et préférences sur chacune des situations J1A et J1B.

Cinq propositions sont à noter sur une échelle de Likert à quatre points (pas du tout d'accord, plutôt pas d'accord, plutôt d'accord, tout à fait d'accord) :

Q1/Les rôles suivants sont appropriés pour trouver l'autre sujet : J1A, J1B

Q2/Les rôles suivants sont appropriés pour coopérer avec J2 : J1A, J1B

Q3/Les rôles suivants permettent d'identifier les intentions de J2 : J1A, J1B

Q4/Les rôles suivants permettent de savoir si le suiveur J2 nous a vus : J1A, J1B

Q5/Les rôles suivants sont plaisants et ludiques : J1A, J1B

Le questionnaire montre que 18 répondants sur 40⁴⁶ ont clairement exprimé leur préférence pour J1B, contre 7 pour J1A, les 11 autres étant plus hésitants. Les résultats illustrés Figure 47 sont les suivants : les réponses à la première et à la cinquième question ne montrent pas de différences significatives, mais permettent de conclure que **même si J1A est considéré comme plus riche que J1B (en termes de retour perceptif), il n'y a pas de différence significative dans ces deux conditions.** C'est à travers les questions 2, 3 et 4 que nous remarquons la différence significative entre J1A et J1B : ainsi, **voir son partenaire rend plus apte à collaborer avec J2, à identifier ses intentions et à savoir s'il a été vu. B semble donc être la condition la plus adaptée pour collaborer de manière générale. Cela corrobore les résultats objectifs présentés en amont.**

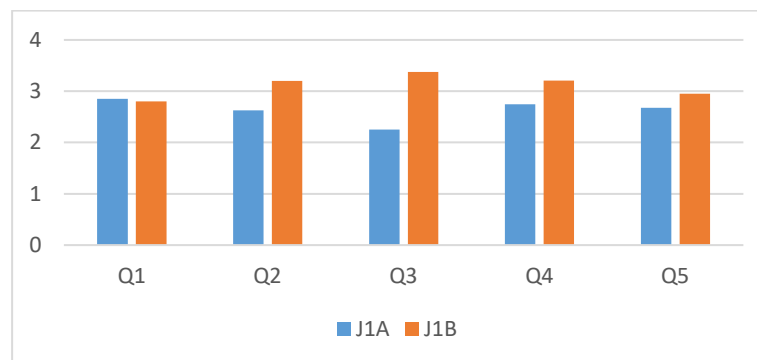


Figure 47 : résultat du questionnaire à échelle

Nous utilisons un test d'indépendance (χ^2), pour conclure sur les points suivants :

– La proposition « les rôles suivants sont appropriés pour trouver l'autre sujet : J1A, J1B » ne conduit pas à des résultats significatifs pour J1B ($\chi^2[3] = 11,78$; $p = 0,067$) (Figure 48). Il n'y a pas plus de sujets qui ont répondu « tout à fait d'accord » que ce que nous attendrions s'il y avait indépendance entre la condition et le niveau d'accord.

⁴⁶ Les deux premiers binômes n'ont pas été intégrés dans le traitement des données quantitatives, car les enregistrements de leur activité n'étaient pas exploitables. Ils ont cependant effectué l'exercice dans sa globalité, aussi nous choisissons d'intégrer leurs retours dans ce questionnaire.

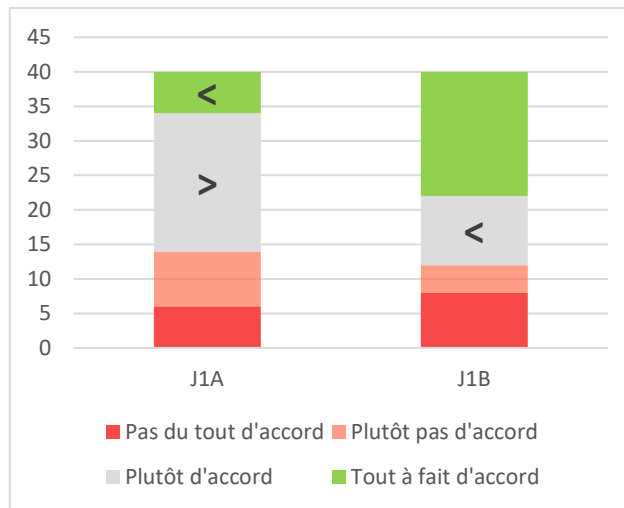


Figure 48 : tableau de contingence des réponses à la question 1, avec la significativité par case (test exact de Fisher)

Il y a indépendance entre la condition et le niveau d'accord. Cela sous-entend qu'il n'y a pas une condition qui conduit à un meilleur niveau d'accord qu'une autre. Ce résultat corrobore notre analyse de la variance portant sur le score des binômes pendant les trente premières secondes de session, qui n'était pas non plus significative.

– La proposition « les rôles suivants sont appropriés pour coopérer avec J2 : J1A, J1B » conduit à des résultats significatifs pour J1B ($\text{Khi}^2[3] = 8,434$; $p = 0,038$) (Figure 49). Il y a plus de sujets qui ont répondu « tout à fait d'accord » que ce que nous attendrions s'il y avait indépendance entre la condition et le niveau d'accord.

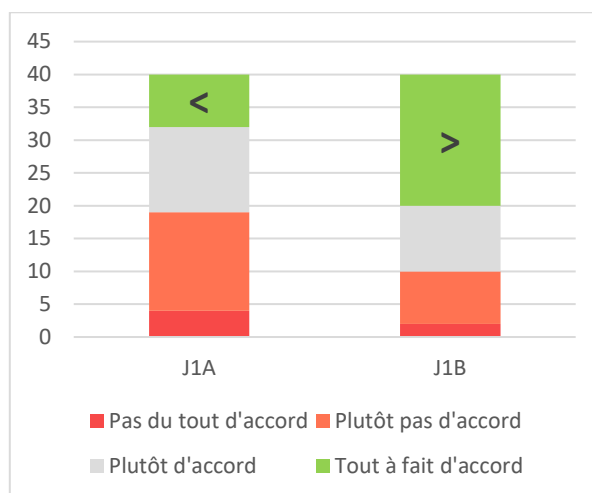


Figure 49 : tableau de contingence des réponses à la question 2, avec la significativité par case (test exact de Fisher)

Il n'y a pas indépendance entre la condition et le niveau d'accord. Cela sous-entend qu'il y a une condition qui conduit à un meilleur niveau d'accord qu'une autre. La condition B, selon les sujets, est plus appropriée pour coopérer.

– La proposition « les rôles suivants identifient les intentions de J2 : J1A, J1B » conduit à des résultats significatifs pour J1B ($\text{Khi}^2[3] = 27,116$; $p < 0,0001$) (Figure 50). Il y a plus de sujets

qui ont répondu « tout à fait d'accord » que ce que nous attendrions s'il y avait indépendance entre la condition et le niveau d'accord.

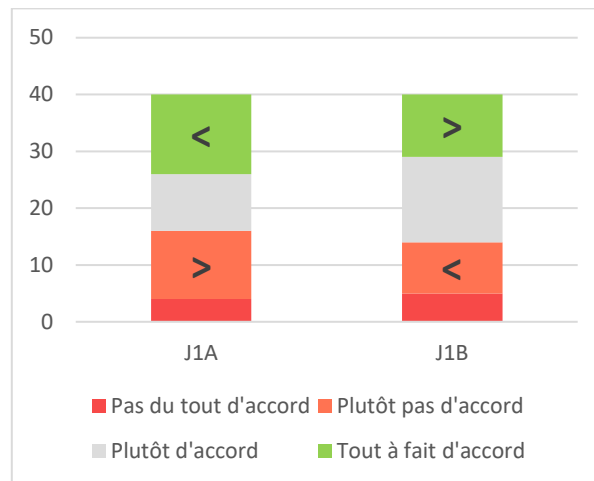


Figure 50 : tableau de contingence des réponses à la question 3, avec la significativité par case (test exact de Fisher)

Il n'y a pas indépendance entre la condition et le niveau d'accord. Cela sous-entend qu'il y a une condition qui conduit à un meilleur niveau d'accord qu'une autre. La condition B permet, selon les sujets, d'identifier les intentions de l'autre joueur.

– La proposition « les rôles suivants indiquent si J2 vous a vu : J1A, J1B » mène à des résultats significatifs pour J1B ($\text{Khi}^2[3]= 8,331$; $p=0,04$) (Figure 51). Il y a plus de sujets qui ont répondu « tout à fait d'accord » que ce que nous attendrions s'il y avait indépendance entre la condition et le niveau d'accord.

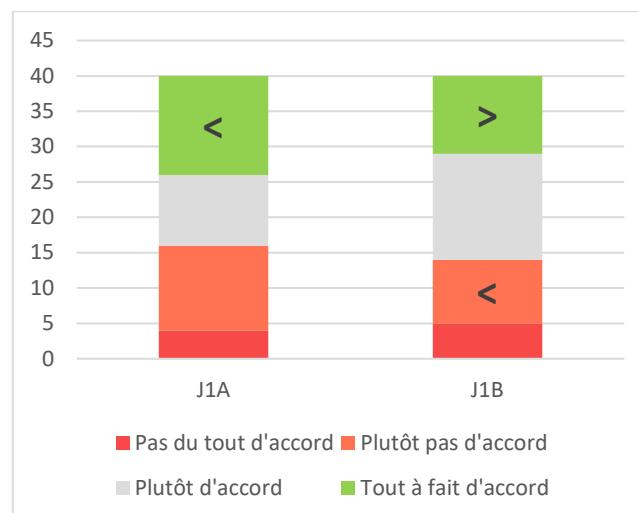


Figure 51 : tableau de contingence des réponses à la question 4, avec la significativité par case (test exact de Fisher)

Il n'y a pas indépendance entre la condition et le niveau d'accord. Cela sous-entend qu'il y a une condition qui conduit à un meilleur niveau d'accord qu'une autre. La condition B permet à J1 de mieux se représenter si son partenaire l'a vu.

– La proposition « les rôles suivants sont amusants et ludiques : J1A, J1B, J2 » ne conduit pas à des résultats significatifs pour J1B ($\text{K}\chi^2[3]= 4,29 ; p=0,637$) (Figure 52) : il y a indépendance entre la condition et le niveau d'accord.

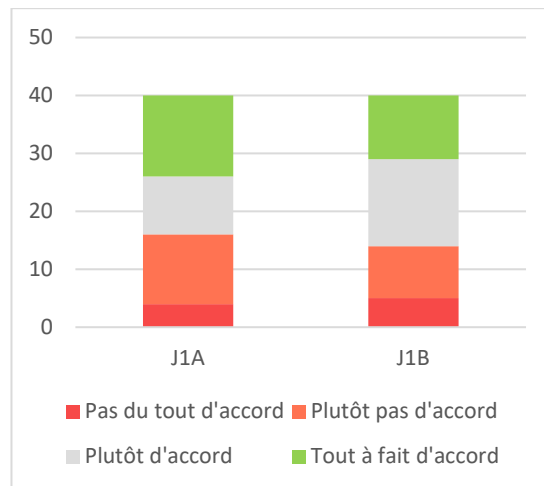


Figure 52 : tableau de contingence des réponses à la question 5, avec la significativité par case (test exact de Fisher)

Il y a indépendance entre la condition et le niveau d'accord. Cela sous-entend qu'il n'y a pas une condition qui conduit à un meilleur niveau d'accord qu'une autre.

Les résultats sont explicites : J1B est majoritairement jugée comme la condition plus adaptée pour collaborer. Lorsque l'on demande aux sujets si les différents rôles sont appropriés pour trouver l'autre (Q1), les réponses sont partagées. On remarque que le fait de ne pas voir l'autre, mais de connaître l'environnement (J1A) permet mieux de se retrouver selon les sujets (majorité de « Tout à fait d'accord »), mais le rôle de J1B est également plébiscité. Ce dernier permet l'accès à la dynamique du partenaire, et si ne pas voir son propre avatar est troublant, le fait de pouvoir adapter et coordonner ses mouvements à ceux d'autrui facilite la tâche de J1B. C'est également cette raison qui incite les sujets à considérer J1B comme la condition la plus appropriée pour coopérer, identifier les intentions de J2 et savoir si ce dernier a perçu son partenaire.

De manière générale on remarque la « gentillesse » des sujets, qui osent peu critiquer fortement un rôle et notent donc généralement à la hausse : très peu de personnes répondent qu'on rôle n'est pas du tout adapté, et par conséquent beaucoup répondent par « plutôt adapté ». Cependant, cela n'invalide en rien la nette préférence exprimée envers la condition B.

On remarque que les réponses et préférences sont fortement liées aux performances des binômes, et que les sujets qui ont obtenu un meilleur score dans l'une des conditions ont tendance à préférer cette dernière : par exemple, les partenaires composant le binôme 6, qui a excellé à l'exercice en condition B, ont noté cette condition avec les notes maximales à chaque question qui leur a été posée. Au contraire, si l'un des deux sujets composant un binôme comprenait mal les consignes ou si les binômes ne parvenaient pas à se comprendre et à établir une stratégie pour se retrouver, alors les réponses sont plus mitigées et les sujets trouvaient l'expérience moins ludique. **La réussite de l'expérience se basant en effet sur la coordination dans un univers minimaliste, il était nécessaire pour collaborer de parvenir à rapidement mettre en place une — ou plusieurs — stratégie(s) adaptée(s).** Ces

stratégies ont été abordées pendant les entretiens en face à face qui ont permis aux participants d'expliquer leurs perceptions et sentiments respectifs.

Entretien d'explicitation et questions ouvertes

Afin d'approfondir notre compréhension de l'expérience subjective des participants, nous leur avons demandé de nous décrire le déroulement de leur activité de perception orientée vers autrui. L'approfondissement de ce vécu enrichit notre connaissance de cette activité par des aspects non observables, complémentaires aux données présentées à l'instant. Dans un premier temps, nous avons procédé à un entretien d'explicitation⁴⁷, dont la méthodologie consiste à aider le participant à verbaliser a posteriori ses actions en l'amenant à se souvenir progressivement du contexte sensoriel et environnemental de son expérience. En se concentrant sur les actions réalisées, le but est de faire « revivre mentalement » la situation à l'interviewé (Lallemand et Gronier 2015). Cette technique a été entendue ici comme cadre général; les entretiens d'explicitation ont ensuite été complétés par un questionnaire (questions ouvertes).

Nous avons considéré les retours des participants selon des catégories classifiant les réponses des sujets et faisant émerger des tendances communes : la compréhension globale de l'exercice, les stratégies des guides en condition A et B, la stratégie des suiveurs, trouver et reconnaître l'autre joueur, la reconnaissance de la stratégie d'autrui⁴⁸.

Nous nous attendons à ce qu'il y ait une corrélation entre le score des binômes (soit la réussite globale de l'exercice) avec la mise en place de stratégies communes — et la bonne interprétation de ces dernières, aboutissant sur un échange relationnel apprécié par les deux sujets.

Compréhension globale de l'exercice :

Les consignes ont été comprises par les sujets, qui ont eu toutefois des difficultés à appréhender l'environnement logiciel pendant les premières sessions : « *J'ai pas trouvé le moyen de coopérer parce qu'avec ce fichu leurre mobile je sais même pas si ce que je repère c'est l'autre joueur ou le leurre* » (B19J2) ; « *L'objet fixe il est facile à trouver mais l'objet qui bouge, qui a un comportement comme si c'était quelqu'un, c'est beaucoup plus dur, je me dit si ça se trouve c'est pas moi qu'il est en train de toucher* » (B20J2). Cela n'est pas étonnant étant donné le caractère minimaliste du logiciel. Une fois cette première étape passée, les participants acquièrent rapidement une bonne compréhension des indices qui leur sont communiqués par autrui, comme par exemple la corrélation entre ce que perçoit autrui, les signaux sensoriels (lumière déportée) et la perception globale de l'environnement : « *J'essaye de faire des mouvements pour montrer que je suis là. Tout passe par le mouvement pour être sûr qu'on est bien ensemble* » (B7J2) ; « *Je tâtais à gauche ou à droite* » (B11J2). Si les leurres — notamment le leurre mobile — ont pu causer quelques difficultés à certains participants, la plupart d'entre eux ont su faire la distinction entre l'intentionnalité perceptive de leur partenaire et l'absence de corrélation entre leurs mouvements et ceux du leurre mobile : « *Quand on bougeait, la différence entre la personne et un objet, c'est que la personne venait te chercher.*

⁴⁷ Nous rappelons que l'entretien d'explicitation s'inscrit dans une dynamique d'élaboration progressive autour de fondamentaux posés dans l'ouvrage de 1994 de P. Vermersch. Elle apparaît actuellement comme l'une des techniques d'entretien les plus développées.

⁴⁸ Le détail des verbatim est en Annexe B.4.

L'objet il aurait continué son truc » (B13J2) ; « L'objet mobile je le déterminais parce qu'il avait un déplacement pas très logique, et si on trouvait un mouvement régulier c'était forcément le coéquipier » (B17J2).

On notera également l'emploi de plusieurs termes relevant du registre sensoriel tactile, bien que les retours perceptifs proposés par *Dotyk* soient uniquement visuels : par exemple, « *Quand on essaye de rester en contact je sens qu'il essaye de me suivre* » (B17J1).

Finalement, après quelques sessions, les sujets commencent à s'appuyer sur les mouvements d'autrui pour établir des stratégies d'interaction, telles que rester au plus près du partenaire, le suivre, le chercher en se rendant notamment au dernier endroit où on l'a croisé ; « *On a vite compris que ça servait à rien de faire des gros allers-retours, des grands déplacements. On s'est déplacé doucement jusqu'à trouver une lumière verte et zigzaguer à ce niveau-là pour voir si ça fittait bien* » (B15J1). Les réponses apportées au questionnaire se recoupent avec nos analyses. Les sujets ont cherché avant tout à établir un contact, et se sont basés sur le nombre de stimulations et la réaction de leur partenaire pour pouvoir l'identifier.

Stratégies des guides en condition A (J1A)

Selon le rôle qui leur a été attribué, les participants ont mis en place différentes stratégies afin d'obtenir le meilleur score. À travers les verbatim se dessine une tendance stratégique des guides en condition A (J1A) : **la coordination des partenaires se co-construit selon leurs déplacements respectifs. Ainsi, les déplacements d'un joueur influent et dépendent simultanément de l'autre** : « *On avait tous les deux une forme de stratégie où on attend un signal avant de bouger. On était régulier sur nos décalages* » (B2J2). On retrouve le schéma dyadique d'une relation qualifiée de *coordination affective* par Dumouchel (1995). Cette dépendance se caractérise cependant d'une manière spécifique pour J1A. En effet, le fait que la condition A offre une visibilité sur la quasi-totalité des objets de l'environnement « responsabilise » J1A dans sa fonction de guide, qui utilise cette connaissance pour se repérer spatialement et éloigner son partenaire des leurres qui sont source d'incompréhension ; « *J'essayais de rester dans des grosses zones noires, et un moment je sais qu'elle rencontre le leurre fixe, du coup j'essaye de lui faire comprendre en me mettant un tout petit peu à côté que je suis là. Quand elle voyait qu'il y en avait deux quand elle se décalait c'était le gros moment tendu. Si je voyais un stimuli alors que moi je suis dans une zone noire mais que c'est moi qui bouge dessus c'est que c'est forcément elle* » (B18J2).

Stratégie des guides en condition B (J1B)

La particularité de la condition B est d'offrir à J1 une visibilité sur l'avatar de son partenaire. Comme nous venons de le voir, les sujets co-construisent leur relation sur la base des mouvements de leur partenaire. En offrant une visibilité sur ce dernier, J1B possède un indice supplémentaire pour interpréter au mieux les intentions de J2 et l'accompagner. L'absence d'information sur l'environnement (comparativement à J1A) est compensée par une attention focalisée sur J2 ; « *Quand je ne voyais que lui, j'observais ses mouvements, j'essayais de voir en fonction de ça comment la lumière s'allumait, et comment il réagissait. S'il bougeait et que la cible restait allumée, je me disais que c'était pas lui* » (B6J2), et de nouvelles stratégies de positionnement ; « *En J1B c'est un autre avantage, c'est pour suivre l'autre il suffit d'adopter le même mouvement que lui. Si on se perdait je pouvais rapidement voir où il était allé. Je voyais ses à-coups, je peux les recopier et adopter une attitude similaire* » (B3J2). J1B permet également d'être plus réactif en cas de mauvais suivi des consignes du partenaire grâce à

l'accès direct à ses mouvements : « *J'essayais d'aller à vitesse constante pour pas le perdre, et quand je le voyais plus je me baladais autour pour le retrouver. Quand je le voyais c'était d'autant plus simple parce que je pouvais voir s'il allait dans la bonne direction ou pas* » (B5J2). Paradoxalement, la condition B est considérée comme légèrement plus facile que la condition A, malgré le fait qu'elle donne accès à moins d'informations. Nous notons que **la dépendance de la stratégie des sujets à leur partenaire est plus assumée en tant que J1B, cette condition permettant une posture plus « empathique » où les joueurs se projettent plus dans le rôle du suiveur** : « *J'ai vraiment essayé de me mettre à sa place (le suiveur), pour qu'on essaie d'être ensemble au maximum* » (B4J2).

Stratégie des suiveurs (J2)

Si cette catégorie n'est pas directement liée à nos hypothèses, il est intéressant de noter la diminution de « responsabilité de la réussite de l'exercice » pour les joueurs dans cette condition. Beaucoup de sujets préfèrent se « laisser porter » en tant que J2. Cette prise de distance est légitimée par l'absence d'information pour les joueurs dans cette condition : « *Quand je vois mon avatar je vais plus être celle qui va essayer de le chercher. Et quand je me vois pas je vais attendre qu'il me trouve. Si je vois un signal, je bouge pour voir si ce signal correspond à mon mouvement* » (B2J1). Certains sujets vont même jusqu'à individualiser les consignes en ramenant la responsabilité du respect de cette dernière au joueur qui les reçoit : « *Parfois, j'avais un retour lumineux constant. J'allais très doucement, ce qui me laissait penser que c'était la bonne direction, et à un certain moment je ne vois plus que des retours lumineux, des oscillations apériodiques, comme s'il me disait que ça n'était plus la bonne direction donc j'avais compris que ça n'était plus la bonne direction, sa consigne avait changé* » (B16J1). Cette passivité s'illustre au regard des courbes représentant les déplacements des binômes : « *Au départ je parcourais tout dans le même sens, et quand je tombais sur une lumière je m'arrêtais pour voir si c'était un objet fixe ou lui. Le risque c'était qu'il soit immobile et que je parte et qu'il soit encore là. Je me suis dit qu'il faisait comme moi. Je me rends compte en tant que guide que l'autre ne bouge pas pour que je le trouve facilement. Du coup finalement je me suis dit qu'en tant que suiveuse je vais le laisser me trouver aussi. Et quand je vois une lumière je bouge un petit peu pour bien montrer que c'est moi* » (B5J2), (Figure 53). La binarité des informations communiquées au suiveur (stimulus déporté éteint ou allumé) a également été appréciée.

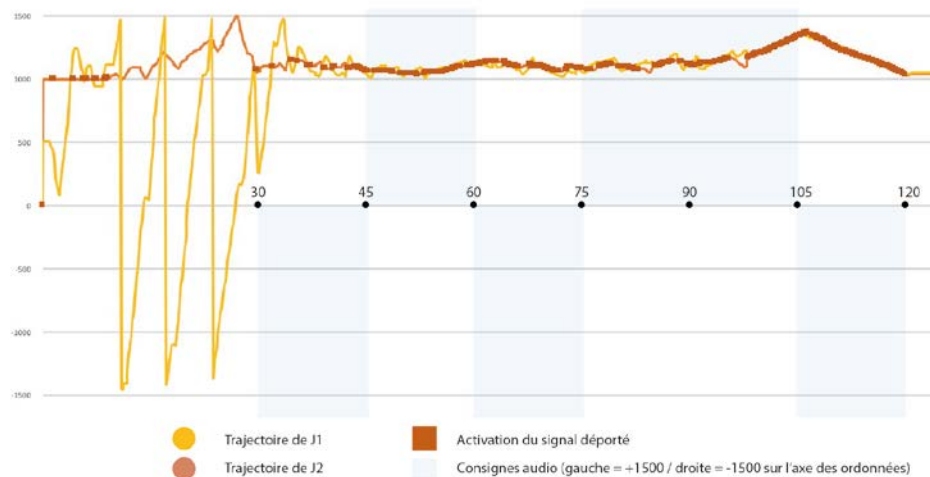


Figure 53 : Trajectoire du binôme 5, session 8, condition B

C'est notamment l'accord des binômes sur une stratégie commune qui favorise l'obtention d'un score élevé. Certains participants, pressés par la nécessité de « devoir se trouver », ont parfois adopté une stratégie exploratoire en début de session pour faciliter la rencontre : « *J'allais tout le temps d'un seul côté pour essayer de croiser l'autre* » (B8J2). Mais une fois cette dernière effectuée, la pression du score est portée par J1, quelle que soit sa condition.

Trouver et reconnaître l'autre joueur

Pendant les trente premières secondes de chaque session, les sujets sont amenés à se trouver dans *Dotyk*.

Les sujets commencent par se repérer dans l'environnement à l'aide des retours perceptifs spécifiques à chaque condition : « *L'objet mobile il a sa trajectoire. Alors que l'autre joueur vient un peu plus nous chercher* » (B4J1). Nous avons observé que dans l'ensemble, les sujets adoptent un comportement erratique jusqu'à trouver autrui : « *Tant que tu trouvais pas le partenaire t'étais en mode plus anarchique. Tu as des mouvements qui sont plus ou moins anarchiques selon le moment où tu as trouvé le partenaire. Ça a tendance à s'organiser au moment où tu le trouves. Quand on se trouvait, même sans se parler je trouve que ça marchait bien* » (B18J2). Nous notons la nécessité d'une stratégie commune pour faciliter ce contact : « *C'est surtout au début où je pense qu'on s'est mis d'accord sur le fait que ça devait être le suiveur qui se mettait à la recherche du guide. Quand tu as chopé le signal tu essayes de faire juste un petit balayage pour voir si tu perds le signal ou pas. Et on le fait plusieurs fois pour vérifier que c'est pas le fruit du hasard. Au début on n'avait pas notre stratégie et on se mettait tous les deux à chercher, ce qui en soit rend les choses beaucoup plus dures* » (B14J2). À défaut, les sujets auront besoin de plus de temps, minimisant leur score.

Cette interaction dyadique se définit par la recherche et l'exploration mutuelle des deux participants : **la dynamique synchrone des sujets confirmant la reconnaissance de l'autre se caractérise par des oscillations interdépendantes** : « *Je cherchais un signal, j'attendais, voir s'il disparaissait, et s'il revenait de manière à peu près régulière et qu'il y avait une réaction à mes mouvements c'est que c'était l'autre joueur* » (B2J2). Par ailleurs, **la conscience de l'autre qui émerge d'une interaction co-réglée est précédée par une période « passive » d'un sujet tandis qu'il est l'objet de l'attention « active » de l'autre sujet** : « *En condition B j'attends de voir son comportement et je peux mettre le mien en coordination avec le sien* » (B7J1). L'interdépendance des mouvements permet de distinguer facilement le partenaire du leurre mobile : « *C'est un peu par élimination* » (B1J2). Si ce dernier a pu poser quelques difficultés, les sujets ont dans l'ensemble su distinguer les deux. Par ailleurs, l'objet de notre étude n'était pas de montrer que les sujets font bien la distinction entre un partenaire et un enregistrement grâce à la dynamique d'interaction, ce point ayant déjà été souligné par la littérature (Deschamps et al. 2012 ; Bihan 2014).

On notera finalement le rapport empathique entre partenaires : « *Il faut vraiment essayer de voir ce que lui il a en tête* » (B1J1) ; « *Quand ça bouge très vite je me dis que l'autre raisonne comme moi et que du coup c'est elle* » (B19J1), qui a permis l'obtention de scores plus élevés, notamment en condition B (Tableau 43 ; B7J1). Cette tendance à plus de succès conjoint pourrait être le signe que les acteurs ont pu développer de meilleures façons de s'identifier mutuellement.

La reconnaissance de la stratégie d'autrui

Reconnaître la stratégie d'autrui implique en effet une capacité d'empathie, soit la projection dans le comportement d'autrui. La condition B semble être la plus appropriée pour cela : « *Je comprenais ce qu'il faisait. C'est à dire que quand il me perdait je voyais qu'il essayait d'aller dans l'autre sens, parce qu'il se disait que j'avais changé de direction. Du coup c'était plus facile pour moi, je comprenais sa logique* » (B5J2). En croisant nos données objectives et subjectives, nous constatons que les binômes ayant préféré la condition B sont plus à même d'avoir mis en place une stratégie commune. Toute l'intentionnalité s'interprète au travers d'un comportement minimaliste, dont la manifestation est co-construite selon le comportement du partenaire et des objectifs visés : « *On a adopté les mêmes stratégies donc c'était cool. Parfois on s'embrouille parce qu'on a croisé les leurres mais aussi quand il y en a un qui fait un mouvement un peu brusque en se disant « l'autre va comprendre » mais en fait il ne comprend pas* » (B2J1) ; « *D'abord elle signifiait sa présence, et ensuite elle se déplaçait très lentement dans la direction où il fallait aller* » (B10J1). La dynamique d'interaction permet de communiquer avec autrui : « *À un moment on s'est compris comme si osciller rapidement autour de l'autre voulait dire que c'est faux. Après quand on allait plus lentement ça veut dire que c'était bon. En tout cas je l'ai interprété comme ça parce qu'il a fait la même chose avec moi quand il était suiveur. Je voyais les retours lumineux et il y avait un effet stroboscopique parce que j'allais dans la mauvaise direction. Quand j'allais dans la bonne direction c'était beaucoup plus lisse* » (B16J1). Lorsque le dialogue n'aboutit pas, cela provoque de l'agacement : « *Je n'ai pas compris ce qu'il fabriquait. J'ai vraiment pas l'impression de l'aider parce qu'il va dans la direction contraire. Je dois être rigolote à regarder en suiveuse, je fais n'importe quoi* » (B19J2).

L'analyse des trajectoires perceptives nous apporte des éléments pour tenter de comprendre ce qui amène les sujets à se reconnaître et à se coordonner, selon les variables de chacune des conditions. Par exemple, de nettes différences dans les trajectoires perceptives d'un binôme illustrent un décalage en termes de stratégie qui implique un score faible (Figure 54).

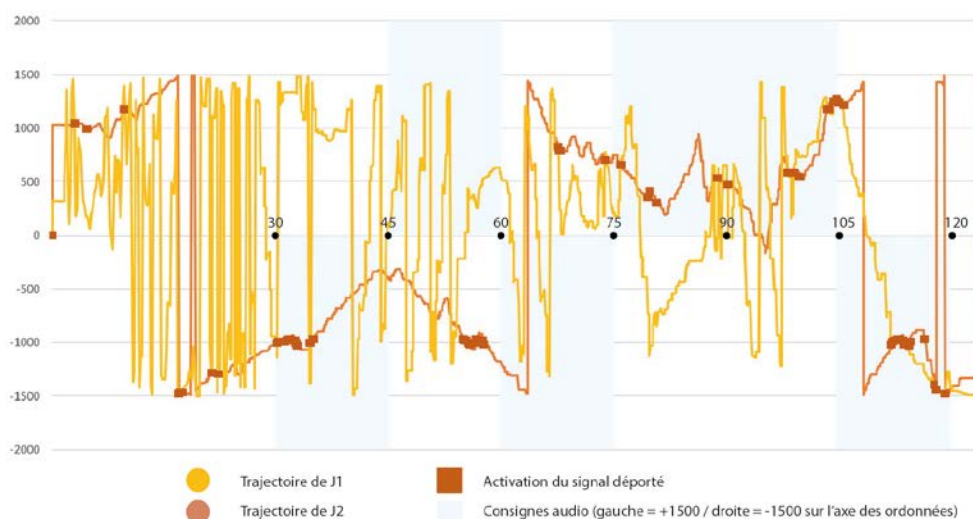


Figure 54 : Trajectoire du binôme 10, session 4, condition B

Dans le cas où les sujets arrivent à mettre en place un jeu de co-ajustements dynamiques qui résulte d'un engagement mutuel, la reconnaissance est rapide et le guidage/suivi facilité par une stratégie commune. Nous attribuons le taux de réussite et d'échec à la personnalité des

participants : en effet, nous observons que les binômes composés de deux profils actifs ou deux profils passifs sous-performent les binômes composés de profils différents. Les réponses individuelles des sujets confirment que la non-attribution d'une stratégie à un rôle précis, ou l'ascendance d'un joueur quelle que soit la condition jouée, amènent à des scores faibles.

Selon les affinités des sujets pour la condition A ou B, nous constatons que les profils peuvent également se distinguer selon deux catégories définies par des stratégies propres à chaque condition. **Les sujets en condition A ont tendance à être centré sur la dimension cognitive et recherchent la performance (score). Les sujets en condition B sont plus orientés vers l'accompagnement de J2, et moins sensibles aux contraintes comme la pression temporelle ou les objectifs donnés.** Par exemple, lorsque J2 perd son partenaire-guide, J1A aura tendance à attendre qu'il revienne sur ces pas ; J1B l'accompagnera et, sur la base de mouvement saccadé indiquant une négation, le « tirera » vers la bonne direction.

La moitié des sujets (19 sujets) a manifesté sa préférence pour la condition B. Une partie des sujets (7 sujets) a répondu préférer la condition A. Les 14 sujets restants ont indiqué apprécier la condition de suiveur (J2), pour les raisons évoquées précédemment (Figure 55).

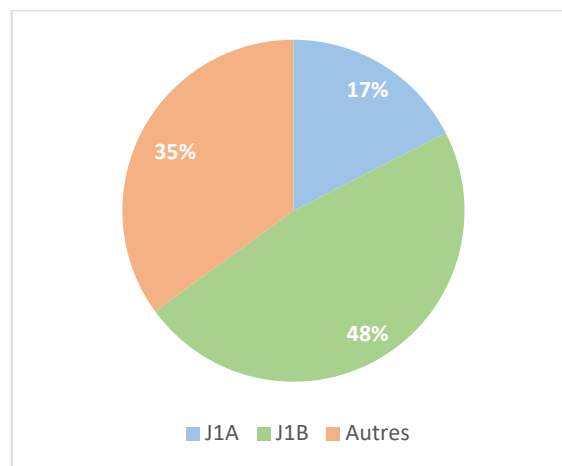


Figure 55 : préférence des sujets selon les conditions jouées

Au fur et à mesure des entretiens, nous nous rendons compte que plusieurs sujets, qui mettaient en avant la simplicité apparente de la condition A par rapport à la condition B du fait du plus grand nombre d'informations disponibles, modifiaient leur discours en se rendant progressivement compte qu'ils avaient eu plus de facilité à comprendre les intentions de leur partenaire en condition B, et à lui faire suivre une direction.

3.1.2.6 Discussion

Validation des hypothèses

Le paradigme minimaliste a été le support d'une expérimentation fondamentale visant à évaluer deux modalités d'interaction perceptive, selon le taux de réussite d'une tâche donnée. Nous avons ainsi pu observer comment la coopération dyadique se met en place pour les binômes participants, et les biais stratégiques qu'implique chaque condition. L'analyse des stratégies d'exploration révèle des dynamiques spécifiques entre les actions effectuées et les retours visuels qui en résultent. Par ailleurs, nous avons observé que les joueurs ne se sont

pas extraits de la situation, dans le sens où très peu d'entre eux ont évoqué les mouvements de souris déplaçant leurs avatars : le matériel était saisi en tant que support constitutif de leur expérience (les sujets parlaient des mouvements effectués et leur perception liée à ces mouvements, et non pas la manière avec laquelle ils ont réalisé ces mouvements).

Cette expérimentation avait pour vocation de mettre en évidence le potentiel émotionnel de l'activité perceptive par rapport à l'information perceptive. En accord avec notre positionnement théorique concernant l'émergence d'une interaction à valeur émotionnelle au cœur du processus de coordination de deux interactants, nous avons défini plusieurs questions de recherche et hypothèses.

À la question de recherche **L'ordre de passage a-t-il une influence sur les résultats (scores) des binômes ?** nous avons posé l'hypothèse qu'il y aurait un effet d'apprentissage. Nos résultats objectifs montrent qu'il n'y a aucun résultat significatif concernant l'ordre de passage des conditions.

À la question de recherche **Quelle modalité d'interaction perceptive soutient le plus la collaboration entre deux sujets ?** nous avons posé l'hypothèse que la condition B permet aux binômes de collaborer plus efficacement.

Nos résultats montrent que selon le degré d'accord et la stratégie des binômes, les résultats varient fortement. Lorsque l'on sélectionne les binômes ayant compris l'exercice et trouvé une stratégie commune, l'activité perceptive soutient significativement plus la coopération des sujets dans leur tâche de suivi. Lorsque nous prenons en compte la totalité des binômes, ce résultat n'est plus significatif.

Nous expliquons cela par la grande variabilité des résultats des binômes. Par exemple, le binôme 9 obtient l'une des plus mauvaises moyennes de scores. En nous attachant aux entretiens des deux sujets, nous relevons les verbatim suivants : « *J'ai préféré la condition A parce que j'avais l'impression d'avoir plus de contrôle, c'était plus facile pour se repérer. Je faisais des petits allers-retours jusqu'à avoir un maximum de bip* » (B9J1) ; « *C'était bien d'avoir le plus d'information possible. Je faisais tout l'écran (balayage dans le même sens) en regardant la lampe* » (B9J2). Leurs stratégies pour trouver leur partenaire diffèrent radicalement. Chacun des partenaires s'attendait à ce que l'autre adopte une conduite similaire à la leur, cela explique leur échec.

Cependant, les résultats laissent apparaître une stratégie propre à l'activité perceptive. La possibilité de voir la dynamique de l'autre joueur permet de la comprendre et de s'y adapter. La stratégie émerge de l'interaction des deux sujets : rien n'est défini en avance, mais les comportements vont se définir mutuellement. La condition B permet de se projeter dans le comportement d'autrui : « *J'ai trouvé très difficile la A, quand on voit on s'attache trop à ce qu'on voit, on essaie moins de ressentir. Alors que quand on ne voit que l'autre on fait beaucoup plus attention, c'est beaucoup plus stimulant. Dans la B il y avait plus une espèce de challenge de le faire bouger, on était comme lui on ne savait pas exactement où on était* » (B12J1) ; « *C'était plus par rapport à lui que ça se faisait* » (B13J2).

Il est intéressant de noter que le ressenti des sujets diffère selon les conditions A et B : si le ressenti final (lors de l'affichage du score en fin de session) dépend du résultat obtenu, l'intérêt des sujets — au-delà de la question de la responsabilité — est plus fort en condition B, qui procure plus de challenge, plus de besoin d'interprétation, d'imagination, de contact. L'activité perceptive permet en effet une prise en charge du partenaire, qui s'observe sur les graphes de suivi des sujets, dans leurs entretiens et à travers les questionnaires à échelle. « *Je préfère la condition B parce que le fait de le voir ça permet de comprendre sa façon de se déplacer.*

Par exemple mon coéquipier n'était pas très mobile donc je comprenais plus ou moins sa façon d'appréhender les choses. Ça permet rapidement de repérer l'autre, on pouvait comprendre sa logique, ses stratégies, mais en tout cas ça permettait de mieux comprendre ses intentions. Et mieux lui transmettre nos intentions aussi » (B17J2). La coopération prédomine en condition B, comme le conclue le sujet B6J2 : « *En B, on réussit avec l'autre, en A on réussit malgré l'autre* ».

Bien qu'il soit difficile de dégager des tendances de réussite générales chez tous les binômes, les sujets se sont engagés dans des interactions co-régulées impliquant une attention mutuelle. Sur la base de telles interactions coordonnées, il est même apparemment devenu possible de percevoir et d'interpréter l'état émotionnel de l'autre à travers cette dynamique, comme prédit par Lenay (2010). Par exemple, un sujet en condition B a pu **sentir l'énerverment de son partenaire, illustré par la dynamique rapide et erratique de son avatar après une tentative de suivi infructueuse** malgré l'extrême simplicité du stimulus fourni par Dotyk.

Pour la même question de recherche, nous avons posé l'hypothèse que les sujets allaient se trouver plus facilement en condition A du fait d'une plus grande visibilité sur les objets présents dans l'environnement.

Les résultats objectifs montrent que pendant les trente premières secondes des sessions, il n'y a pas de différence significative entre les deux conditions. Le fait d'avoir à disposition plus d'éléments visuels en condition A (avatar des leurres + avatar du joueur) n'a donc pas d'impact sur la réussite de la tâche de reconnaissance de l'autre joueur. On notera cependant que plusieurs sujets expriment leur préférence pour cette condition : « *La A est mieux parce que c'était bien d'avoir le plus d'information possible. Ça m'aidait pas mieux à respecter les consignes, mais j'étais mieux dans l'environnement, j'avais plus d'accroches* » (B9J2).

À la question de recherche **Quelle modalité d'interaction perceptive est la plus appréciée ?** nous avons posé l'hypothèse que les sujets allaient préférer la condition B pour collaborer.

Nos résultats valident cette hypothèse. En condition B, les deux sujets se retrouvent et se reconnaissent, mais sont tous deux aveugles dans le monde : ils avancent alors très lentement. **Le fait d'être tous deux aveugles face au monde crée ce lien plus fort entre les sujets, d'où la sensation de collaboration plus forte.** En condition A, au contraire, les sujets ne se voient pas l'un l'autre, mais l'un d'entre eux connaît son environnement ; lorsqu'ils se sont repérés et reconnus, le guide peut « partir devant » et attendre que l'autre le rejoigne sans crainte de le perdre entre temps, car il sait qu'ils ne croiseront aucun obstacle entre temps (à moins que le suiveur n'ait pas reconnu le guide et parte dans la direction inverse). Les joueurs peuvent alors avancer beaucoup plus vite, ne ralentissant que lorsqu'ils approchent d'un leurre.

Finalement, on observe en condition A une situation avec un leader qui vise l'efficacité, tandis qu'en condition B nous sommes dans ce que nous appelons une situation de « **care**⁴⁹ ». Dans cette dernière, le guide a certes un peu plus d'informations que le suiveur, mais il ne voit pas non plus son environnement, il doit donc « tenir la main » de son partenaire pour s'assurer de ne pas le perdre au premier obstacle. On imagine une situation dans laquelle deux personnes ont les yeux bandés, pour avancer ensemble ils doivent naturellement « se tâtonner » : c'est ce qu'il se passe en condition B.

⁴⁹ Le terme de bienveillance peut également être utilisé, même s'il traduit moins l'état de « faire attention à » exprimé par les sujets.

Globalement, les stratégies de collaboration détaillées par les sujets corroborent les résultats objectifs. Si percevoir l'ensemble de l'environnement permet d'obtenir plus d'informations et de distinguer plus facilement la position de l'avatar de l'autre joueur de celles des leurres (Condition A), la condition B est indiquée comme étant la plus agréable pour collaborer avec l'autre joueur. **En affichant l'orientation de l'attention de l'autre joueur, le sujet peut identifier ses intentions et agir en conséquence. Cette constatation montre que l'activité perceptive augmente le sentiment subjectif d'être « ensemble ». Autrement dit, ma perception du « nous » est principalement constituée par l'attention d'un autre sujet qui est dirigée vers moi.**

La distinction faite entre nos deux modalités d'interactions perceptives ouvre un nouveau champ de réflexion en psychologie expérimentale, même si sa méthode doit encore être affinée.

Limites

La limite principale de notre expérimentation est l'effet binôme, qui a généré une forte variabilité des résultats observés : si un joueur ne respecte pas les instructions, son comportement a un impact sur les performances de l'autre joueur. Recruter plus de sujets aurait permis d'atténuer cet effet, même si les scores cumulés peuvent cacher une réalité. Certains duos s'en sortent beaucoup mieux en condition A ou B, ce qui augmente leur moyenne.

Nous notons également que le jeu pourrait avoir plus de sens lorsque les partenaires se connaissent, ce qui était le cas du binôme 18 : « *Au bout des essais, on a l'impression qu'on peut caractériser l'interaction avec le partenaire, avec un style particulier qui lui ressemble. C'est rigolo pour jouer avec quelqu'un de proche* » (B18J2). Il serait intéressant d'évaluer l'impact de cette complicité sur les résultats des participants.

Plus généralement, si la méthode minimaliste est intéressante à la fois d'un point de vue pratique (c'est-à-dire d'installation et de stabilité) et de contrôle souhaitable, elle présente certaines limitations. Tout d'abord, elle prend beaucoup plus de temps à mettre en œuvre que d'autres démarches. Ensuite, elle est souvent menée en laboratoire, et ne constitue donc qu'une approximation de l'activité mise en œuvre spontanément en situation écologique. Elle ne permet notamment pas de rendre compte des dimensions émotionnelles et sociales de l'activité dans un contexte écologique.

Conclusion

En faisant interagir 36 sujets via *Dotyk* et selon les deux conditions d'interactions perceptives, nous avons montré que l'activité perceptive rend plus aisée la coopération inter-individuelle, et permet en outre de mieux comprendre les intentions d'autrui. Cette étude expérimentale, motivée par notre réflexion fondamentale sur les processus d'interactions inter-individuelles à valeur émotionnelle, permet de caractériser les processus de dynamiques mutuelles, supports d'une co-construction de sens selon les conditions établies.

Les résultats de notre expérimentation ont souligné que la situation de croisement perceptif nécessite une action pour saisir la présence d'autrui. Nous observons que l'engagement d'un individu régule l'engagement d'un autre. Cette co-régulation dynamique produit une structure temporelle, qui est propre au processus interactif, ce qui témoigne de l'émergence d'une

dynamique relationnelle autonome (Di Paolo, Rohde, et De Jaegher 2010). Il n'y a donc pas une simple production de contingences qui seraient détectées par l'autre participant : **dans la mesure où les deux sujets sont activement engagés dans l'interaction, ils s'entraînent mutuellement dans une accroche perceptive, accroche qui émerge de leur volonté réciproque à établir un contact, à le maintenir et à le retrouver lorsque celui-ci est perdu. Ainsi, ils participent activement à la co-régulation de l'interaction.**

Nos résultats montrent qu'il est crucial de replacer la perception d'autrui au centre même de l'étude des interactions à valeur émotionnelle, de façon à impliquer l'acte même d'interagir dans la compréhension sociale. Cette approche éactive de l'interaction suppose que la perception mutuelle entre deux sujets, même réduite à son expression la plus simple, construit du sens qui émerge d'une dynamique singulière. Équivalente au croisement de regard, qui permet aux individus de s'engager dans un « dialogue », cette dynamique permet la reconnaissance et le partage d'un point de vue, sur la base d'un dispositif support de significations sociales.

3.1.3 Émergence de la dimension émotionnelle dans la perception d'autrui

3.1.3.1 Le sens dans la réciprocité de l'action

L'activité perceptive constitue une situation d'interaction qui présente l'originalité de maintenir des interactants à distance les uns des autres, les obligeant à gérer leur très forte interdépendance à l'aide de ressources réduites pour communiquer leurs intentions.

Nous avons constaté que c'est leur dynamique relationnelle qui permet aux participants d'attribuer du sens aux actions perçues. De la même manière que l'on écoute une musique et pas une séquence de sons consécutifs, **l'individu perçoit les actions d'autrui comme un ensemble significatif, et non pas comme une suite d'action/réaction.** L'action est nécessaire pour vivre une expérience et arriver à une connaissance.

Ce constat est cohérent avec les études montrant notre capacité à discerner des états intentionnels sur la base d'informations minimalistes, soit saisir l'état intentionnel d'autrui dans son expression comportementale (Blake et Shiffrar 2007 ; Stout 2012). En ce sens, les déductions relatives à l'intentionnalité et aux intentions des autres fournissent l'essentiel du sens de leurs actions.

À travers l'interface de *Dotyk*, il est impossible de discerner les intentions de son partenaire sans interagir en même temps avec lui. Nous avons vu que cette interaction peut générer de l'empathie. Le résultat est une impression ressentie de l'état d'autrui (« *Elle a bien aimé ma tactique !* » (B15J2)), qui modulera à son tour l'expression de celui qui perçoit ce qui est apprécié par l'autre, etc. La coordination affective se retrouve dans cette situation. Les partenaires ne peuvent percevoir qu'ils sont avec quelqu'un d'autre dans l'espace d'interaction que lorsqu'ils sont avec eux : lorsqu'ils se trouvent au même endroit de l'espace. Cette connaissance est toujours incertaine. Il est important de noter que **l'attention conjointe ne consiste pas en deux personnes qui vivent la même chose au même moment, mais bien en deux personnes qui vivent la même chose au même moment et qui savent ensemble qu'elles le font** (Tomasello 1995).

Les relations sociales, contrairement aux interactions avec des systèmes techniques passifs, exigent et engendrent de la réciprocité (De Jaegher et Froese 2009). Nous avons observé sur quels supports existants la coordination inter-conducteurs se met en place. Nous étudions maintenant plus précisément comment la perception d'autrui peut avoir un impact émotionnel, en considérant l'activité perceptive comme nouvelle opportunité pour soutenir l'interaction sociale.

3.1.3.2 L'expérience émotionnelle de la relation

Les émotions, en tant que processus de coordination entre les individus, sont un moyen par lequel les préférences d'un agent se modifient en fonction des préférences de l'autre. Plus spécifiquement, la vie affective de chacun est en grande partie formée de l'évolution des intérêts que nous portons à autrui. Il est possible de voir la coordination affective comme un mécanisme de décision relativement indépendant des préférences des agents et qui l'emporte sur celles-ci (Dumouchel 1995).

L'émotion par la coordination devient ce qu'elle est par l'autre. L'expérience émotionnelle entre les conditions A et B se distingue en termes de stratégie :

- En condition d'information perceptive, la stratégie des sujets guides dépendait de la tâche à accomplir, en associant le suiveur en fonction de leur but commun (un score élevé). Dumouchel appelle cette stratégie la coordination cognitive. Ce type de coordination est toujours attaché à un objectif particulier. Contre l'imprévu il ne possède comme seule défense que la stabilité du processus qui réalise la coordination, c'est à dire, en dernière analyse, que l'espoir que les intérêts des agents, ou leurs représentations, demeurent identiques. On retrouve d'ailleurs cette stratégie chez les conducteurs.
- En condition d'activité perceptive, la stratégie des binômes se déroule dans le temps présent plutôt que dans l'avenir représenté. Elle ne repose pas sur la connaissance, ou la représentation de l'avenir. Elle associe des personnes plutôt que des buts. La coordination repose sur le fait que chaque agent participe directement de la détermination de l'autre. Dumouchel parle alors de coordination affective. Les sujets ont fait preuve de plus d'empathie, caractérisée par la prise en compte de la situation d'autrui. Les participants ont fait preuve de plus d'appréhension de l'état émotionnel d'autrui, et son expérience à partir de ses réactions. L'émotion est alors coordination avec l'autre avant d'être coordination dans une situation.

La médiatisation de nos relations — notamment dans le cadre des interactions inter-conducteurs — constitue autant d'opportunités pour le design de systèmes nouveaux permettant un meilleur support à la coopération. L'expérimentation minimaliste permet de distinguer fondamentalement les dynamiques d'interaction, mettant en évidence une différence, un effet avec un principe explicatif de l'effet. Le principe, puisque minimaliste, est potentiellement généralisable. Il est maintenant nécessaire de l'appliquer à un contexte précis qui fait l'objet de notre étude : la conduite sur route.

3.1.4 Pistes de conception d'un dispositif inter-conducteurs

Nos résultats montrent l'intérêt de l'activité perceptive constitutive du processus de coordination permettant aux individus de comprendre et d'anticiper le comportement de

chacun. Appliquée au contexte automobile, l'activité perceptive du conducteur pourrait être un élément clé du contexte social, et apporter un moyen nouveau d'être présent pour autrui sur la route. **Le rôle qu'elle joue ne se limite pas à une question de communication, comprise dans le sens d'échange d'informations, mais une question d'émotion, comprise dans le sens de plaisir d'être considérée par autrui. C'est pourquoi l'objectif n'est pas de reconnaître les autres, mais de se sentir reconnue comme une entité intentionnelle.** Ce point rejoint par ailleurs notre constat du besoin de reconnaissance de la part des autres usagers de la route (voir Section I, chapitre 1.3). La possibilité d'interagir selon notre modalité d'interaction « activité perceptive » ouvre la réflexion sur des pistes de design visant à la conception d'une interface de véhicule soutenant la collaboration inter-conducteurs. En effet, l'information transmise par un tel système pourrait rendre explicite — ou plus facilement inférable — l'attention de chacun, garantissant ainsi le succès de la coaction.

Notre approche s'éloigne du simple déterminisme technique. Autrement dit, nous ne soutenons pas que la technique contraint et façonne nos actions de manière socialement significative : nous défendons l'idée de conditions techniques qui rendent possibles telle ou telle activité, telle ou telle construction de sens. L'activité perceptive change les façons dont nous percevons et comprenons le monde à travers les actions incarnées que nous pouvons accomplir.

L'introduction de nouveaux systèmes tend à modifier certains aspects du comportement de leurs utilisateurs ; ainsi, l'expérience vécue pendant l'utilisation de ceux-ci doit être évaluée en contexte « réel ». **Nous visons ainsi la conception de prototypes d'expérience, développés au moyen d'une approche de conception centrée sur l'utilisateur et basée sur une compréhension de l'activité humaine. Designer une interface supportant les pratiques sociales de la conduite implique en réalité de designer les conditions des implications interactionnelles.**

*

D'un point de vue théorique, nous avons généré des connaissances ouvrant la voie à un nouveau paradigme de l'interaction humaine via les véhicules. Nos travaux mettent en valeur la dimension empathique de l'activité perceptive. En permettant de se sentir « pris en compte » et accompagnés pendant le processus de collaboration, notre expérimentation introduit une nouvelle vision de l'activité de conduite en tant qu'expérience sociale, basée sur une modalité de perception spécifique qui suscite des émotions positives. Malgré le fait que les systèmes de conduite avancés remplacent progressivement les conducteurs humains, il est souhaitable d'établir un engagement tangible entre les conducteurs qui permette la coordination. Plus que la perception et la transmission de la perception, les dispositifs peuvent aider leurs utilisateurs à comprendre, interpréter et expérimenter la collaboration dans toute sa complexité et son ambiguïté.

Nous avons observé les comportements des conducteurs en situation d'interaction (section I), qui ont orienté notre revue de littérature et amené à recréer les conditions des comportements observés, les isoler et les tester en laboratoire (section II). Les résultats de cette étude ont permis la construction

de schèmes explicatifs, et ont pour vocation de nous guider dans la conception d'un dispositif technique favorisant l'interaction inter-conducteurs à valeur émotionnelle, c'est-à-dire concevoir les conditions techniques de cette relation émotionnelle.



SECTION III : DESIGN ET EVALUATION

La nécessité d'agir et la conscience réciproque que l'action d'autrui dépend de la nôtre sont des conditions que nous croyons nécessaires à l'émergence d'une résultante émotionnelle. Cette section détaille le processus itératif d'une interface, conçue dans le prolongement des considérations fondamentales qui l'ont inspiré. Nous évaluons ensuite le concept en condition simulée pour étudier l'appropriation de son utilisateur. Si nos attentes en termes d'utilisation sont orientées par nos expérimentations précédentes, il est important de vérifier ce que l'interface fera advenir. À long terme, notre étude peut contribuer à la conception d'outils facilitant la détection et le traitement des interférences dans la relation médiatisée avec autrui. L'information transmise par ces futurs dispositifs pourrait rendre explicites — ou plus facilement inférables — les objectifs visés par plusieurs interactants.

4 Conception d'un système de perception

4.1 Proposition conceptuelle

L'état de l'art, complété par nos réflexions sur les soutiens perceptifs à l'interaction entre deux sujets, constitue la base fondamentale de notre démarche orientée projet. Nous avons identifié plusieurs principes fondamentaux conditionnant la conception d'un système inter-conducteurs : l'activité perceptive (soit rendre visible pour autrui l'action de percevoir) comme support perceptif à la collaboration ; l'appropriation d'un système technique, la suppléance perceptive et l'expérience de la saisie d'un objet technique comme principes inspirants ; la modalité tactile, dont l'apport émotionnel est établi.

En s'inspirant de ces acquis, l'objectif central de ce chapitre est de conceptualiser une approche inspirée de la phénoménologie et de la psychologie expérimentale, pour proposer une interface dont la saisie permet de percevoir autrui et provoque une réaction émotionnelle. Ce chapitre détaille le processus de conception faisant intervenir des groupes d'utilisateurs et des experts, à l'issue duquel nous présentons EyeZ, une IHM interne et externe qui incarne ces considérations.

*

4.1.1 Designer la relation inter-conducteurs

4.1.1.1 Activité perceptive : du « minimalisme » au « maximalisme »

L'activité perceptive est émotionnellement constitutive de la relation que l'on entretient avec autrui. Nous avons montré la double valeur de l'activité perceptive : aider à la collaboration et faire émerger une dimension de « care ». Il faut cependant prendre du recul sur les résultats que nous avons obtenus. En effet, nous avons construit un schème explicatif, mais nous ne savons cependant pas si l'expérience émotionnelle qu'il générera pendant l'activité de conduite sera positive. Les spécificités du contexte de conduite⁵⁰ nous amènent à réfléchir sur la manière de concevoir techniquement l'activité perceptive dans un véhicule. Car si la réciprocité de l'interaction est facilement paramétrable dans un contexte minimaliste, elle ne l'est pas forcément en situation de conduite.

Nos conclusions théoriques ont d'ores et déjà montré que c'est davantage la possibilité d'agir pour percevoir plutôt que la quantité de données fournies qui permet de créer cette relation. Autrement dit, la pauvreté du stimulus peut ainsi être avantageusement compensée par un déploiement spatial et temporel de l'activité perceptive. Ce type de résultat est déterminant pour la conception d'une interface dédiée à la relation inter-individuelle : nous allons ici **nous concentrer sur le type d'action que nous rendons possible via l'interface, et sur la**

⁵⁰ Elles sont abordées dans le chapitre 4.1.2

dynamique perceptive que le système permet de déployer dès lors que son utilisateur s'en empare.

Reprenons les principes de l'activité perceptive : nous avons vu au travers de notre expérimentation que chacun des deux participants s'investit dans une dynamique d'interaction qui lui échappe : aussi, une attitude communicationnelle ne peut se définir que dans cette dynamique collective de croisement perceptif. Nous savons également que l'émotion est la résultante de la perception mutuelle de l'activité d'autrui dans l'interaction que nous entretenons avec lui (Lenay 2010). **Pour qu'autrui m'apparaisse comme étant plus qu'un simple objet dans le monde, il doit aussi être sensible à ma présence. Les conditions de la reconnaissance de la présence d'autrui sont donc celles d'un objet sensible à ma présence, une sensibilité liée à une activité orientée vers la perception d'un objet, c'est-à-dire précisément une activité perceptive.** Cette sensibilité s'illustre notamment dans le croisement de regard, qui est cependant complexe sinon impossible dans le cadre d'une interaction entre deux véhicules⁵¹. Il serait donc intéressant de pouvoir indiquer l'orientation de sa perception à autrui, ou autrement dit travailler à rendre visible la direction de notre regard tourné vers autrui afin que ce dernier sache si nous l'avons perçu.

Reste que notre réflexion conceptuelle doit aussi tenir compte de l'intégration du système dans un véhicule, et de son appropriation par le conducteur. L'outil permettant la relation à autrui doit représenter directement l'intention de son utilisateur qui ne doit se concentrer que sur l'expérience de saisie du système et pas sur son apparence. En effet, nous pouvons nous attendre à ce que nombre d'aspects de l'activité de conduite soient transformés par l'introduction du concept dans la voiture. Si l'avantage de l'expérimentation en milieu minimaliste est que nous nous sommes focalisés sur la nature même de l'expérience perceptive, cette situation ne correspond pas à la situation réelle de l'usage visé. Néanmoins, une fois que les conditions techniques qui rendent possible l'expérience perceptive visée sont acquises, il reste à décider de l'enrichissement de l'interface en fonction de la situation d'usage réelle, *maximaliste*, au fur et à mesure qu'elle se précise. **Ce focus sur l'expérience permise par le système plutôt que le système en lui-même explicite notre volonté de designer l'expérience du conducteur, au-delà des aspects stylistiques et ergonomiques de ce système, ou comment designer l'interaction inter-conducteurs via une interface.**

4.1.1.2 Concevoir la relation techniquement médiatisée

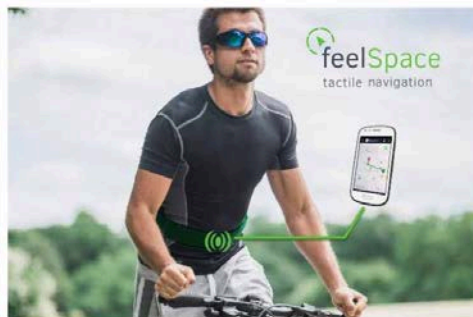
Aujourd'hui, la littérature considérant la relation inter-individuelle médiatisée par un dispositif technique s'appuie notamment sur le cas du handicap, et le rôle des dispositifs de substitution sensorielle comme support technique des liens sociaux. La suppléance perceptive diffère du concept de substitution sensorielle, dans le sens où la seconde s'applique à compenser une déficience sensorielle. La suppléance perceptive s'attache plutôt à fournir à l'homme un moyen artificiel d'accéder à/ d'utiliser des informations obtenues à partir de ce système. Par exemple, la ceinture *Feelspace* permet à son utilisateur de déduire son orientation par rapport au nord magnétique par stimulation vibrotactile (Figure 56, image de droite). Ce nouveau rapport sensoriel au monde permet, selon ses utilisateurs, « *l'acquisition d'un sixième sens permettant*

⁵¹ (Voir Section I, chapitre 1.3)

de se repérer facilement, même dans des environnements inconnus », cela sur la base d'un stimuli minimaliste (un simple retour haptique).



Visual perception via tactile projection,
Bach-y-Rita (1969)



FeelSpace, dispositif de perception haptique
(2017, pré-commande)

Figure 56 : Dispositif de substitution sensorielle (à gauche) et de suppléance perceptive (à droite)

Nous n'aspérons pas à proposer un système palliant une déficience sensorielle. Nous entendons la situation de handicap comme la répercussion d'une incapacité dans un contexte social. Dès lors, la palliation de ce handicap doit se comprendre non plus uniquement comme la substitution d'un sens perdu, mais comme la recréation de la capacité à interagir avec autrui et avec son environnement. **Nous envisageons donc la médiation technique de la relation inter-conducteurs dans une perspective d'augmentation, pour acquérir une nouvelle possibilité d'interagir avec son environnement et d'établir un nouveau type relationnel suscitant des émotions positives.**

En donnant accès au conducteur à un nouveau type d'information via un système technique, celui-ci constitue alors une nouvelle entrée sensorielle : l'endroit où je perçois les choses correspond à l'endroit où j'agis. La technique n'est pas au centre de l'attention ; lorsqu'elle est saisie, c'est l'information sensorielle qu'elle transmet qui nous importe. Cette information sensorielle nouvellement acquise a donc des effets profonds sur la performance et l'expérience perceptive. **Nous travaillons non pas sur des systèmes qui remplacent, mais qui transforment, qui sont constitutifs d'une expérience nouvelle.** Se pose maintenant la question de la nature de la modalité sensorielle techniquement transmise au conducteur.

4.1.1.3 De l'importance du toucher dans la relation

Traditionnellement, l'étude des émotions est envisagée à partir du canal visuel — par exemple dans les travaux d'Ekman sur les expressions du visage, ou dans la théorie husserlienne de l'accès à l'autre par le regard. Selon Simmel (1999), le propre de la vue est d'homogénéiser, de simplifier et d'unifier la réalité :

« La vue révèle à un plus haut degré que l'ouïe la similitude de tous [...]. À partir d'hommes que nous ne faisons que voir, nous

construisons une notion générale avec une facilité infiniment supérieure au cas où nous parlerons avec chacun d'eux. »

Mais un sens négligé, qui joue pourtant un rôle très important, est celui du toucher. Le toucher n'existe pas en tant que modalité autonome : l'intégration au niveau neuronal des informations du toucher dépend des informations sensorielles de la main, du poignet, du bras et même des informations proprioceptives du corps (Gibson 2001). Dans sa fonction active, le toucher est donc à appréhender dans une approche globale à la fois perceptive et motrice du corps en mouvement (Didier Austry et Berger 2014). Ainsi une philosophie privilégiant le toucher serait une philosophie de la pénétration du monde, alors qu'une philosophie privilégiant la vue serait, pour reprendre le mot de Merleau-Ponty, une philosophie du « survol ». Marchal (2014) fait le lien avec le contexte automobile ; lorsque l'autre usager de la route est vu à partir de son automobile, il est mis à distance, généralisé, réduit à quelques apparences. Quant au sens du toucher, qui permet le contact direct et surtout l'attachement à travers la présence d'affects, il est banni au cours des relations entre automobilistes. **En ce sens, l'automobile est bien une enveloppe sensorielle qui participe pleinement d'une socialisation très pauvre par évitement.**

Notre projet est d'étudier ce mode de rapport sensoriel interindividuel, autrement dit ce que le toucher dit et offre à vivre à chacun — celui qui touche et celui qui est touché — et ce, quel que soit le « sens » du toucher considéré : toucher l'autre, être touché par l'autre, mais aussi être touché quand on touche l'autre. Dans ces multiples niveaux entrecroisés, toucher et être touché sont compris dans leur double versant physique et/ou émotionnel, et dans l'ensemble de leurs inter-influences réciproques.

La modalité sensorielle du toucher à visée relationnelle, c'est-à-dire qui tend à instaurer des conditions particulières de contact ouvrant à un niveau d'échange unique, engage les dimensions affectives et cognitives, puisqu'un sujet est capable de devenir conscient de cette vie intérieure de son corps, d'y poser son attention, de le discriminer, et d'élaborer du sens sur la base de ce vécu. La qualité relationnelle résultante réside dans la notion de transformation réciproque.

4.1.1.4 De la théorie à la pratique

Le concept que nous allons concevoir s'inspire de manquements relevés lors d'observations de situations de conduite sur route. Notre processus de conception itératif n'a pas pour finalité de proposer une solution technique à intégrer dans un véhicule à court terme. Nous cherchons à concevoir de nouveaux usages, constitutifs d'une expérience de conduite émotionnellement riche. Notre état de l'art nous a permis de préciser le cadre de nos recherches : nous nous attachons à la collaboration inter-véhicules, qui est une forme d'interaction inter-individuelle ayant la particularité de nécessiter la participation active de ceux qu'elle engage. Elle s'appuie sur la présence sociale commune des interactants et renforce le sentiment d'être ensemble. Les véhicules ne sont actuellement pas orientés vers une utilisation collaborative, nous souhaitons donc permettre au conducteur d'acquérir une appréhension plus riche de la présence d'autrui grâce à la médiation d'une interface.

L'analyse des microscénarios de vie lors des situations de conduite (comment les gens doublent, quelles actions et types d'interactions mettent-ils en place), par le prisme de la théorie, nous permet de conclure qu'autrui doit être intégré dans l'action, et que l'attention est

fondamentale. Aussi, chercher à percevoir si autrui nous a perçus permet de prendre en compte son intentionnalité et d'agir en conséquence pour éviter toute prise de risque (il n'est pas rare de voir une personne enclencher son clignotant pour marquer son intention de changer de voie, et autrui, qui était en train de doubler, ralentir pour vérifier que la première personne ne s'engage pas).

Notre ambition est de réfléchir à un dispositif technique aidant les conducteurs à prendre conscience de leur environnement et des autres conducteurs qui le constitue, dispositif fondé sur la modalité sensorielle tactile, à valeur émotionnelle.

4.1.2 Les spécificités contextuelles

4.1.2.1 L'interaction inter-conducteurs

Les relations sur la route soulèvent des problématiques liées à l'individualisme des conducteurs. Se déplacer sur les routes est un acte social : les actions des conducteurs reposent en grande partie sur le fait que ceux-ci renforcent leur compréhension et leur interprétation des intentions d'autrui via chaque acte engagé par l'autre, d'un signe de la main aux appels de phares. Même les aspects de la mobilité que l'on peut considérer comme purement techniques (accélération, ralentissement, maintien dans une voie) sont interprétés comme des informations sur l'intention d'autrui.

Nous l'avons souligné dans notre premier terrain d'observation : en rendant complexe voire impossible les interactions en face-à-face, les représentations émotionnelles connues ayant une fonction communicative (expression du visage, comportement corporel, etc.) sont substituées par le comportement du véhicule. Comme nous savons que le caractère social de l'humain réside dans sa capacité à déchiffrer l'état mental des individus qui l'entourent, nous sommes capables de saisir les intentions des autres par la perception de leurs mouvements corporels, de leurs gestes, et de leurs expressions faciales ; l'intentionnalité d'autrui est perçue à travers ses actions. Le contexte routier constitue une excellente démonstration de ce concept.

Par ailleurs, conduire en étant proche d'autrui repose sur une forme de confiance institutionnalisée dans le sens où les individus au volant n'ont que très rarement l'occasion de s'interroger sur les motifs pour lesquels ils font ou non confiance à l'autre, tant que se réalisent de façon récurrente les expériences concluantes relatives à la circulation automobile (Marchal 2014). La confiance peut être personnelle (dans le cas d'un signe mutuel entre deux automobilistes signifiant leur accord sur une manœuvre à effectuer), mais elle est d'abord un système formel matérialisé par un code de conduite et des règles à respecter. Sur un plan peut-être plus fondamental, entendons anthropologique, il semblerait que la possibilité de connaître des relations rassurantes avec autrui dépende de notre capacité à envisager avec confiance nos relations avec des inconnus et à nous sentir concernés par les autres.

Nos rapports interindividuels relèvent de notre capacité à entrer en relation avec autrui. Cette capacité dépend alors du véhicule qui médiatise notre relation au monde. Notre premier terrain d'observation nous indique que la tâche du conducteur est essentiellement une tâche de perception visuelle. La locomotion est en effet principalement guidée par la vision et cette orientation est donnée en termes de « chemin » ou « d'espace », constitué par le champ visuel

de l'individu, qui évite les obstacles pour atteindre sa destination, ce que confirment Gibson et Crooks (1938) (Figure 57).

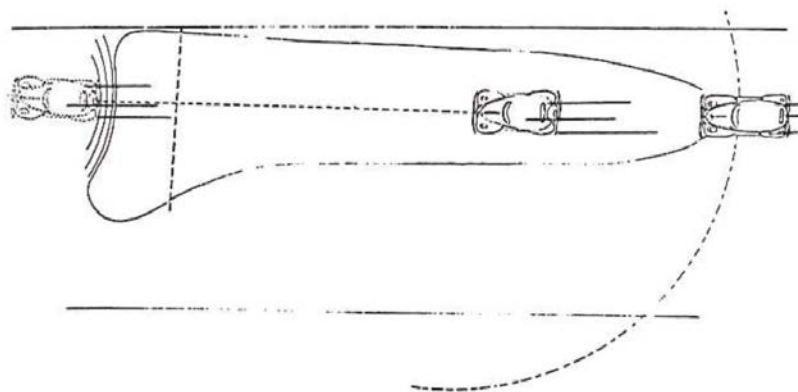


Figure 57 : L'espace de sécurité pendant un déplacement à vitesse relativement élevée, où un obstacle en mouvement se trouve physiquement dans cet espace et le détermine.

Il convient de préciser que l'espace de sécurité est spatial, mais non fixé dans l'espace physique. Le véhicule se déplace dans l'environnement, et cet espace de sécurité suit sa trajectoire. Son point de référence n'est pas un objet stationnaire, mais le conducteur, qui le constitue subjectivement. Cet espace est propre à chaque conducteur. Chacun a tendance à considérer les autres usagers de la route comme des obstacles – ce qui implique, comme nous avons pu le voir lors de notre premier terrain d'observation, des attitudes plus compétitives que coopératives. Par exemple, lorsqu'un usager de la route ne « respecte pas » l'espace de sécurité d'un autre conducteur, ce dernier peut annoncer sa présence en klaxonnant, l'avertissement ayant pour conséquence attendue l'écartement du véhicule obstacle.

L'espace de sécurité d'un conducteur dépend donc de son environnement, sa vitesse, sa perception du danger, constituant ainsi une projection des opportunités directionnelles au sein d'un espace où certains comportements sont possibles, et hors duquel il peut être dangereux d'évoluer. Lorsque le conducteur choisit de modifier sa conduite (par exemple, freiner), il doit également tenir compte du fait que sa manœuvre peut impacter l'espace de sécurité d'un autre usager de la route. Par exemple, le véhicule derrière ne doit pas perdre la distance minimale de sécurité qui le sépare du premier véhicule (les rétroviseurs sont alors les garants du respect des distances de sécurité). La présence d'« unités véhiculaires » à prendre en compte (piétons, cyclistes, motocyclettes, autres automobiles) offre à l'automobiliste autant d'occasions de solliciter sa perception (Goffman 1973).

Qu'il s'agisse de la perception des intentions d'autrui, des opportunités de conduite, etc., la modalité visuelle est la garante de l'information recueillie. La question de la complémentarité sensorielle du toucher en tant qu'information supplémentaire se pose.

4.1.2.2 La sensorialité de l'interaction

Au-delà d'un outil de locomotion, la voiture constitue un champ produisant une variété d'indices perceptifs : les sensations kinesthésiques, tactiles et auditives, en plus des sensations visuelles, produisent l'ensemble des informations sur lesquelles reposent nos décisions de conduites. Le « comportement » de la voiture est par ailleurs un terme qui détermine l'expérience particulière du rapport sensoriel à la voiture, ainsi qu'à l'environnement de conduite.

Nous rapportons à l'instant que la vision était la modalité sensorielle principale dans la prise de décision et la relation aux autres usagers de la route. Nous notions également l'importance du toucher dans la relation inter-individuelle. Pour associer notre intérêt pour la modalité tactile et la relation aux autres conducteurs, nous nous sommes intéressés à la notion de peau.

Cette peau est à la fois l'enveloppe, le sac qui protège le moi, et l'interface avec le monde. Elle assure la double fonction de séparer et de lier au monde le sujet. Le fait que la peau permette le contact, la relation, la communication entre un sujet et le monde qui l'entoure prime sur le monde et le sujet eux-mêmes. Donc, la peau serait ce que nous avons de plus profond par le fait qu'elle nous relie et par là nous ouvre au monde. (Valéry 1966)

Nous connaissons ce lien subtil entre la peau et nos états d'âme. Organe sensoriel traduisant nos sentiments, la peau, jonction entre le « dehors » et le « dedans » est le lieu privilégié de l'expression émotionnelle. En tant qu'enveloppe du corps, elle détermine les conditions de visibilité et de présence de l'homme. La peau donne à voir, mais également à toucher. Elle invite de ce fait à une forme de relation à l'autre très particulière, qui constitue un mode d'appréhension sensible du monde.

Pour Anzieu (1995), la peau est un système de protection de notre individualité en même temps qu'elle est lieu d'échange avec autrui. Mais surtout, la peau « transmet au cerveau les informations provenant du monde extérieur ». Cette idée n'est pas sans rappeler la nature d'un véhicule qui isole du monde le corps de son passager.

De même que l'âme n'est pas dans le corps comme un pilote dans un navire, mais tout entière confondue avec lui, de même le conducteur devient cette chose qui devient lui. Ce n'est tout simplement plus une chose, mais une doublure du corps, une extension du mouvement. C'est un vêtement de pouvoir, une enveloppe de vitesse (Droit 2003).

Le rapport à la voiture, de ce point de vue, montre que la sensation d'unité avec le véhicule – faire corps avec celui-ci- entretient cette idée que la voiture médiatise notre relation au monde, autrement dit devient notre peau⁵².

Le corps de l'automobiliste est enveloppé, sécurisé par la voiture, telle une « sphère phénoménologique » qui permet d'échapper aux multiples micro-événements de la vie quotidienne (Moles et Rohmer 1976). Mais qualifier la voiture de « bulle » qui coupe des autres et du monde reviendrait à omettre que sur d'autres plans, notamment sur celui de la participation sensorielle dans les relations, la métaphore de la « bulle » n'est pas dénuée d'à-propos. En effet, dès lors que l'on observe de près comment vit réellement l'individu dans sa voiture, aussi bien sur le plan sensoriel, émotionnel, que rationnel, cette idée d'une bulle privative montre rapidement quelques limites (Marchal 2014). **Si la voiture coupe effectivement ses occupants du monde extérieur et limite ainsi considérablement toute participation sensorielle dans les échanges, il reste qu'elle représente une condition de possibilité des relations.**

⁵² Soulignons cependant que l'identité d'une personne ne se réduit en aucun cas à cette seule ressource identitaire qu'est l'automobile.

L'automobile est alors plus que jamais le théâtre du paradoxe suivant : lieu de repli, elle est le lieu où l'on peut être interpellé par ce qui vient de l'extérieur. Elle est en même temps une enveloppe nous coupant du monde et une fenêtre nous y reliant. La voiture impose un rapport à autrui médié par de la matérialité, qui nous protège et nous expose. En nous coupant sensoriellement d'autrui, seule la vision (et dans une moindre mesure l'audition) nous permet d'être en relation avec l'autre.

4.1.2.3 La visée prospective de nos intentions conceptuelles

L'activité perceptive, entendue comme l'acte de donner à voir ce que nous cherchons à percevoir, est une manière pour nous d'aborder la question de l'interaction inter-conducteurs. Nous nous attachons à l'interaction sous forme de collaboration inter-véhicules. Nous avons noté le paradoxe du véhicule particulier ; celui-ci représente un espace privé (habitacle) au sein même d'un espace public normé. Nous sommes visibles pour autrui, mais à travers notre voiture dont le comportement traduit nos intentions. Par ailleurs, la voiture nous permet de percevoir l'environnement (ADAS, rétroviseurs, etc.)⁵³. Les véhicules ne sont actuellement pas orientés vers une utilisation collaborative, malgré l'usage détourné qu'il peut être fait des outils informatifs tels que le klaxon ou les clignotants. Face à ces constats, nous souhaitons permettre au conducteur d'acquérir une compréhension plus profonde des intentions d'autrui, grâce à une interface d'interaction nouvelle.

D'après Risser (1985), le comportement idéal (au sens du " meilleur " comportement) est caractérisé, non pas par le simple respect des normes, mais par le fait que les autres usagers soient pris en compte. Le " bon conducteur " élaborerait une représentation circonstancielle de la situation, saurait anticiper le comportement d'autrui et communiquer d'une manière excluant les incompréhensions. Cependant, **si la satisfaction dans l'usage est indispensable à l'adoption d'un système, nous nous intéressons d'abord à la manière de rendre possible techniquement l'activité perceptive, et de faire advenir le même type de relation établie lors de notre expérimentation en laboratoire.**

Selon Lenay (2010), si l'on souhaite obtenir une interaction chaleureuse et expressive, il est nécessaire que le dispositif technique médiatisant la relation avec autrui nous dote d'avatars, visibles pour lui, invisibles pour nous et directement liés à notre activité perceptive. Nous souhaitons donc définir un vocabulaire perceptif de la voiture, invisible pour nous-même et visible par notre environnement, cela dans le but de proposer un nouveau mode de relation avec le monde. La voiture constituera un *champ perceptif*, pensé comme un corps percevant (pour nous-même) et perçu (pour et par autrui).

Cette réflexion nous amène à questionner la sensibilité avec laquelle nous pouvons manifester notre perception et faire sentir à autrui qu'il a été perçu. Dans un premier temps, il sera nécessaire de définir autrui : s'agit-il de toute personne que je rencontre en situation de conduite (piétons, voitures, camions, vélos...) ou uniquement les autres automobilistes ou, à un niveau d'écramage supérieur, uniquement les automobilistes dotés d'un même système permettant l'interaction? La décision influencera la dimension sociale du concept, et les restrictions portant sur le champ des possibles en termes de prestation.

⁵³ Nous notons aussi l'évolution technologique dans le domaine, qui laisse entrevoir le rôle de plus en plus important du véhicule dans les décisions de conduite mais cette question de l'interaction véhicule intelligent/conducteur ne relève pas de notre problématique de recherche.

Comment faire percevoir à autrui qu'il a été perçu, en sachant qu'autrui ne me perçoit (en tant que corps et intention) qu'à travers ma voiture, elle-même dotée d'une autonomie relative (par exemple, l'alerte automatique de la présence d'un autre usager de la route dans l'angle mort) ?

Penchons-nous à présent sur l'aspect sensoriel du système de perception global du véhicule, qui « donne à voir l'invisible ». Notre manière de toucher médiatise nos émotions (colère, joie, amour...). Ce phénomène du toucher est étudié dans les interactions humaines, mais très peu dans les relations Homme-Machine (Obrist et al. 2015). Communiquer les émotions au travers du toucher est une recherche qui ouvre des opportunités en termes de design, car elle implique un lien matériel. Il existe une riche expressivité du toucher : comme l'ont illustré les concepts de *wearables* pour les couples à distance⁵⁴, partager un vocabulaire tactile permet de comprendre les émotions malgré la distance. Park et al. (2013) ont par ailleurs montré que les émotions positives sont transmises par des signaux faibles, et les émotions négatives par des signaux plus forts, rapides et répétés. Ces résultats suggèrent que les designers d'interaction peuvent travailler sur les stimulations haptiques pour communiquer des émotions entre utilisateurs, ou même pour médiatiser la réponse émotionnelle.

En identifiant les situations où la perception augmentée du conducteur a un avantage émotionnel dans la relation qu'il entretient au monde, **notre objectif n'est pas de faire de la « communication d'émotion », mais bien plutôt de donner les conditions pour la constitution d'émotions positives.**

Pour résumer et clarifier la visée prospective de nos intentions conceptuelles, nous adoptons la méthodologie de Sinek (2009), selon le « *why* », le « *how* » et le « *what* » de notre projet.

- Le *why* correspond à la vision du concept : Enrichir l'expérience émotionnelle de notre rapport au monde et aux autres. En considérant le véhicule comme une extension sensible de notre corps, notre ambition est de designer une autre façon d'être au monde
- Le *how* correspond à notre manière de répondre à ces valeurs émotionnelles : proposer un système qui permette aux conducteurs de communiquer en exploitant le principe d'activité perceptive. L'utilisateur engagé dans sa relation avec le monde n'est pas dans un rapport passif
- Le *What* correspond à la formalisation du système répondant aux valeurs : c'est l'objet du chapitre suivant

En introduisant un système en rupture avec l'existant dans l'habitacle du véhicule, nous devons répondre à la question de savoir quelles expériences positives pourraient être créées et médiatisées par son utilisation. **Nous souhaitons explorer la compréhension sensorimotrice et les couplages d'un système formalisant le principe d'activité perceptive pour façonner une expérience perceptive nouvelle, fondée sur la compréhension de la nature sociale de la conduite.** En intervenant techniquement dans un processus relationnel, nous concevons les interfaces médiatisant nos relations avec l'environnement ; ce qui revient à dire que nous concevons l'interaction, la perception de l'autre

⁵⁴ Les « *hug Shirts* », portés par les personnes en couple, reproduit la chaleur, l'intensité et la durée du câlin envoyé par un autre « porteur ». Telle une seconde peau, ce vêtement rend possible une nouvelle forme de communication à distance et facilite des interactions entre humains par le biais de paradigmes naturels et intuitifs.

et de l'espace, avec un paradoxe souligné par Baudouin Lafont (2004) : concevoir l'interaction, c'est créer l'invisible.

4.1.3 Formalisation du concept : EyeZ

4.1.3.1 Design

Ambitions

Nous allons construire un dispositif, dans le but d'observer ce qu'il rendra possible pour son utilisateur. Nous supposons que ce dispositif, dans l'interaction qu'il permettra, fera advenir un certain type d'émotion. Dès lors, nous prenons le parti de valoriser la relation inter-individuelle (que nous pensons constitutive de l'émotion) via un dispositif technique.

Les IHM (interfaces homme-machine) actuellement intégrées dans le véhicule sont conçues pour exécuter des tâches liées à la conduite (volant, commodos, compteurs), la vie à bord (la climatisation, le réglage des sièges, la musique), et les interfaces multimédias liées à la vie connectée des conducteurs (Schroeter, Rakotonirainy, et Foth 2012). Mais dans notre cas, **l'IHM doit permettre aux conducteurs d'interagir avec les voitures environnantes au bénéfice des interactions sociales. Il s'agit donc pour nous d'introduire une nouvelle logique d'interaction technique.** Comme il ne nous est pas possible d'envisager l'intégration généralisée d'un système commun à tous les usagers de la route, cela implique deux choses : la première est que l'interface doit être fonctionnelle même si elle est utilisée unilatéralement (par un seul véhicule). La seconde est que l'interface doit être affichée sur le véhicule doté de l'émetteur, et représenter l'activité perceptive du conducteur.

Si le principe d'unilatéralité rompt avec l'idée d'interaction, il faut cependant remettre les choses dans leur contexte. Ici, l'unilatéralité concerne un moyen technique d'interaction qui n'est pas à disposition de tous les utilisateurs. Cela ne signifie pas que ceux qui ne sont pas dotés du système ne peuvent pas interagir par d'autres moyens. La communication de l'affect dans un modèle interactionnel, cependant, est plus qu'une transmission — elle consiste en un processus actif de co-construction de son état affectif, ce qui nécessite non pas un décodage, mais une interprétation active (Brooks 1991; Dumouchel 1995). **Les affects, entendus comme « information » à transmettre devraient être bien définis et distincts les uns des autres. Au contraire, les affects entendus comme « modes d'interaction » sont plutôt complexes, ambigus, malléables et non formalisables. Cela nécessite un déplacement depuis la conception des systèmes pour modéliser et transmettre les émotions, vers la conception de systèmes qui aident les humains à produire, expérimenter et interpréter les émotions.**

Quant à la reconnaissance de l'émotion d'autrui, la question qui se pose concerne son expression, ou comment un système peut modéliser l'émotion de son utilisateur, non pas comme construction d'une unité bien définie, mais comme un sentiment continu, riche, et potentiellement ambigu. Le comportement de notre interface devrait pouvoir être lu comme une expression émotionnelle sans qu'il représente une émotion interne spécifique. Le fait de devoir agir pour percevoir, et notre volonté de construire des systèmes pour exprimer des émotions sans les représenter directement ou les réduire à des catégories distinctes nous

amènent à considérer leur représentation au travers d'un comportement, d'une dynamique ; c'est ce mouvement — E-motion — qui nous intéresse.

Nous nous basons sur un système accessible au conducteur, lui permettant de percevoir la présence d'autres usagers de la route dans son environnement. Plusieurs critères sont à respecter :

- L'exploration de l'environnement par le conducteur équipé de l'interface doit être perceptible par les autres usagers de la route, qui pourront interpréter ce signe comme l'attention du conducteur utilisant cette interface.

- La saisie de l'objet, impliquant le fait que l'attention du conducteur soit portée sur la route via l'interface et non pas sur l'interface elle-même. Ce point implique une manipulation intuitive et naturelle faisant sens vis-à-vis de la tâche réalisée, et ne nécessitant pas d'effort cognitif qui affecte la conduite.

Ces critères orientent notre conception : percevoir autrui via une modalité tactile nous dirige naturellement vers un *pad*, indiquant la détection d'une cible par des retours vibratoires. Comme le dispositif fonctionne de manière unilatérale pour indiquer l'activité perceptive d'un conducteur, nous ne pouvons employer que la vue pour la restituer aux autres usagers de la route (le toucher implique une proximité et il est difficile d'identifier une source sonore à haute vitesse).

Conception itérative

Intuition première

Nous avons donc deux IHM couplées à inventer : une IHM interne, sur laquelle l'utilisateur agit tactilement pour percevoir autrui ; et une IHM externe, rendant visible l'activité perceptive du conducteur. La représentation dynamique de cette activité perceptive, dépendante de l'interaction avec autrui — car tournée vers lui — et d'un contexte spécifique permet de faire émerger un sens émotionnel.

Nous réfléchissons maintenant à l'établissement d'un moyen technique permettant aux usagers de la route de [donner à] voir l'activité perceptive d'autrui, dans un contexte de conduite. Nous avons déjà une ébauche d'idée de la formalisation d'un tel système (Figure 58).

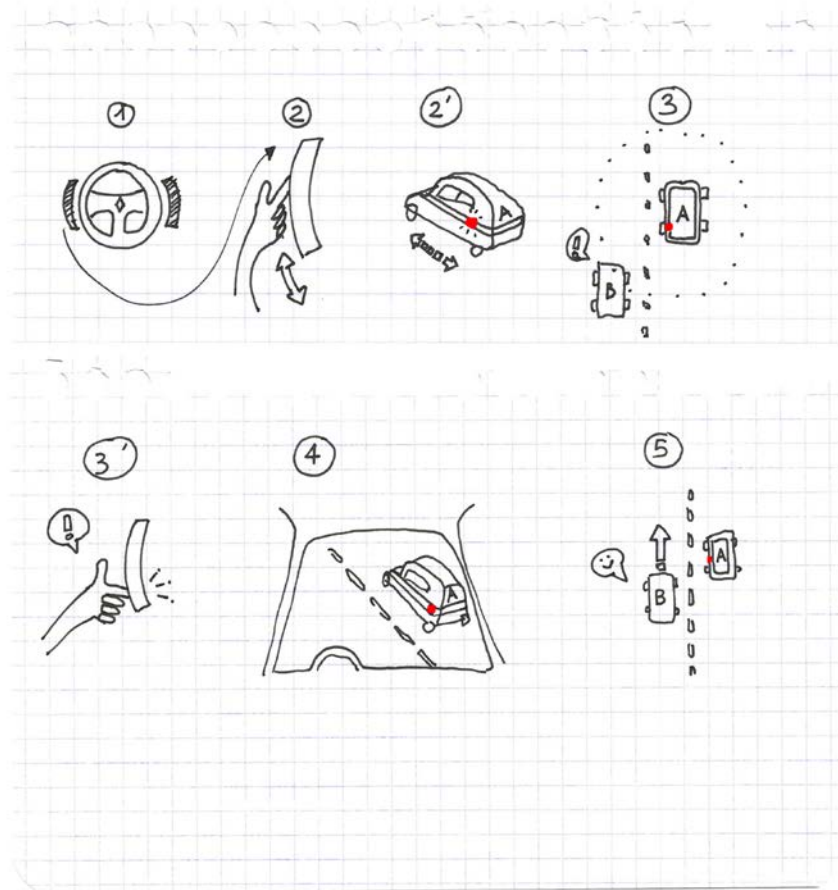


Figure 58 : storyboard. Première ébauche de formalisation de l'interface, composée de deux outils d'exploration de l'environnement et d'une IHM externe reproduisant les mouvements d'exploration du conducteur.

- 1 | Une voiture A est équipée d'une interface tactile sous la forme de palettes sur le volant, ce qui permet à son conducteur d'explorer tactilement son environnement. La voiture A a également une bande lumineuse autour de sa carrosserie, connectée à l'interface tactile et qui représente visuellement l'exploration tactile de son conducteur.
- 2 | Le conducteur de la voiture A explore tactilement les palettes de gauche, qui revient à « toucher » l'environnement sur le flanc gauche du véhicule.
- 2'| L'exploration tactile est rendue visible sur le côté gauche du véhicule A. Les mouvements du signal lumineux correspondent aux mouvements du doigt du conducteur sur la palette (voir étape 2)
- 3 | Une autre voiture (B) entre dans la zone de perception du véhicule A et voit un signal lumineux.
- 3 '| Le conducteur de la voiture A reçoit un signal tactile lorsqu'il passe son doigt à l'endroit de la palette correspondant à la position de la voiture B (dans cette situation en bas à gauche de la palette). Il oscille ensuite dans cette zone pour mieux identifier l'emplacement de la voiture B. Son geste est guidé par des informations tactiles qu'il reçoit (c'est-à-dire la présence d'un objet dans l'environnement, ici B).
- 4 | La voiture B voit ce signal lumineux sur la voiture A, et comprend que le mouvement d'oscillation correspond à ce à quoi A fait attention, et que cette attention est dirigée vers lui puisque dépendante de ses propres mouvements et sa position.
- 5 | Le conducteur de la voiture B peut ainsi décider de laisser passer la voiture A s'il cherche à doubler un véhicule potentiel ou à le doubler en toute sécurité car il sait que la voiture A a

pris en compte sa présence. En passant, le conducteur de la voiture A peut tacitement suivre la position de la voiture B. En conséquence, le signal lumineux sur la voiture A suivra la position de la voiture B.

Test d'accessibilité

Notre intuition, guidée dans un premier temps par la théorie et nos observations, peut maintenant se confronter au regard d'utilisateurs⁵⁵. Nous proposons à une dizaine de participants de donner leur ressenti sur la manipulation d'une nouvelle IHM. Cette démarche centrée utilisateur nous permet d'obtenir des pistes d'amélioration de l'ergonomie qui, même si elle est secondaire dans notre réflexion, reste indispensable à la satisfaction de l'utilisateur. Dans un premier temps, nous avons demandé aux dix participants de prendre part à un test visant à déterminer l'emplacement de l'IHM interne à proximité du volant, sans préciser sa nature. Ce choix d'emplacement se justifie par la nécessité d'avoir les mains sur le volant lors de la conduite, et garantie l'accessibilité visuelle et physique du dispositif. Les participants ont tour à tour manipulé le volant, équipé d'un gant trempé dans de la peinture, afin de garder une trace de la zone qui leur était accessible avec leur doigt (Figure 59).



Figure 59 : Manipulation du volant

La grille de point sur le support de test a servi de repère pour positionner les feuilles au même endroit sur le volant pour chaque sujet, puis pour les superposer. La superposition des tâches recueillies révèle que l'accessibilité est sensiblement identique pour les participants (Figure 60).

⁵⁵ Conformément à la méthodologie de conception *Design Driven* décrite en Section I (1.2.2.2), il est judicieux d'intégrer l'utilisateur en aval de la définition d'un concept de rupture.

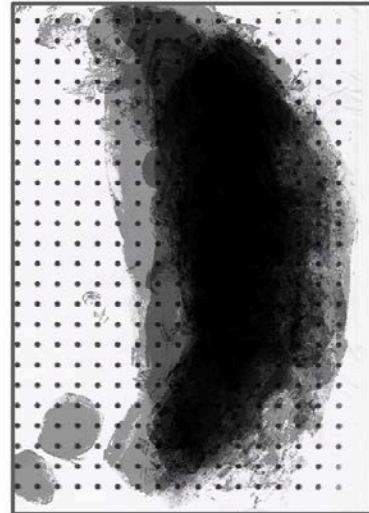
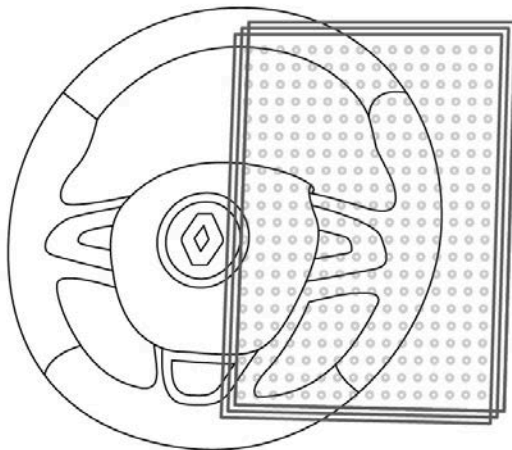


Figure 60 : la superposition des supports contenant les zones accessibles avec le doigt des participants

On notera toutefois que la zone inférieure du volant est moins dense que les zones médiane et haute. Cela se confirme lorsque l'on interroge les sujets, qui évoquent leur difficulté plus grande à accéder à cette zone tout en maintenant le volant : cette manipulation implique en effet que le participant plie son poignet, ce qui s'avère rapidement inconfortable pour lui.

Critères de conception

Nous avons ensuite détaillé la portée de nos recherches aux participants, en leur expliquant l'enjeu des tests, soit localiser la position optimale d'une IHM leur permettant d'explorer tactilement leur environnement.

La première question que nous leur avons posée concerne leur capacité à se projeter dans l'usage d'un tel système, situé sur un volant. Nous leur avons fourni des illustrations schématiques de volants imprimées sur un support papier, sur lesquels il leur a été demandé de dessiner les gestuelles qu'ils effectueraient pour percevoir leur environnement, à la position leur semblant la plus adéquate (Figure 61).

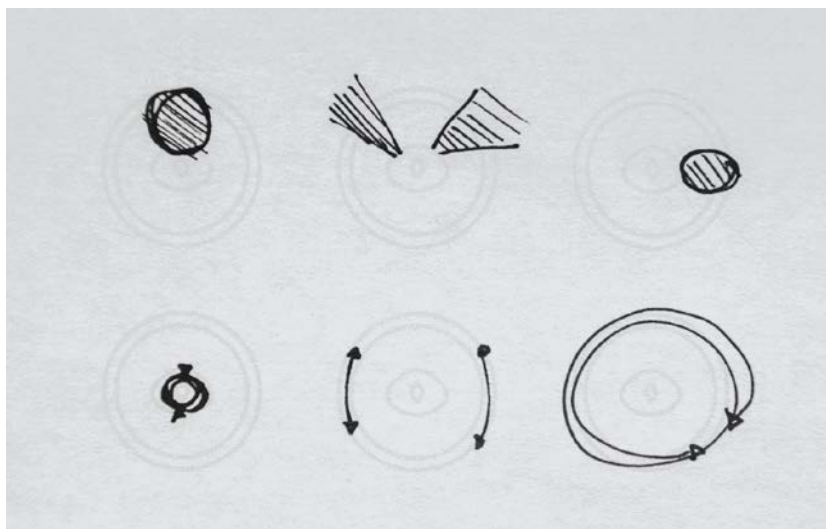


Figure 61 : Exemples d'illustrations des participants se projetant dans l'usage du système

Plusieurs comportements révèlent des tendances : certains sujets explorent une zone précise du volant, la considérant comme le support d'exploration de leur environnement. La jante du volant devient un système de perception à part entière, à la manière d'un radar. Plusieurs sujets ont proposé de situer la zone d'exploration sous le volant (Figure 62, image 2) plutôt que dessus (Figure 62, image 3), les doigts étant plus nombreux à être situés en dessous de la jante.

D'autres sujets préfèrent zoner une partie du volant pour atteindre directement des points critiques, notamment les angles morts du véhicule. Un dernier sujet a proposé de faire une zone de perception de chaque côté du véhicule, situé sur le volant (Figure 62, image 5). Ainsi, tout en maintenant le volant de manière naturelle, le sujet est averti d'une présence potentielle n'étant pas dans son champ de vision direct.



Figure 62 : Synthèse des principales stratégies d'exploration des sujets se projetant dans l'usage d'un système de perception de l'environnement situé sur le volant

Ces tendances sont corroborées par les références des sujets (objets/formelles, interfaces/gestuelles...) qui correspondent à l'interprétation qu'ils ont du concept (Figure 63).



Figure 63 : Exemples de références formelles et gestuelles soumis par les sujets

L'évocation de références formelles telles que les joysticks de manettes de jeux vidéo, de télécommandes, de roulettes tactiles qui permettent la navigation dans un menu déroulant, caractérise les attentes des utilisateurs quant à la définition d'un nouvel outil perceptif. Nous notons au passage que la modalité tactile est sous-jacente à chacune des références des sujets.

Ces exercices ont permis de déterminer plusieurs caractéristiques appréciées des participants et déterminantes en termes d'usage. Ces attributs sont les suivants :

- Le type d'information reçu selon le mouvement d'exploration. L'interface tactile est fréquemment rappelée, mais une interface à bouton semble être plus appréciée par plusieurs participants, notamment parce que ce type d'interface permet de zoner les zones d'exploration via le système. Nous qualifions de *discrète* cette catégorie, pour la distinguer d'une zone de perception *continue*.

- La forme du système. La forme ronde reste la plus appréciée pour contrôler l'environnement de manière *circulaire* —le mouvement effectué rappelant celui d'un radar —, mais plusieurs participants ont dessiné des systèmes linéaires, que nous qualifions de *parallèles* dans la suite de ce document.
- Le nombre de boutons composant le système. Si certains sujets se sont projetés dans l'usage d'un bouton unique, d'autres participants ont préféré l'usage de deux boutons, attribués à une zone d'exploration spécifique de l'environnement du véhicule.

Les trois attributs se déclinent chacun en deux possibilités. Nous déterminons les huit profils de systèmes basés sur ces variantes d'attributs (Tableau 16).

Plans pour l'analyse conjointe (optimisé) :			
Observation	Type d'information	Forme	Nombre de boutons
Profil1	Continue (zone tactile)	Circulaire	1
Profil2	Discrète (boutons mécaniques)	Circulaire	1
Profil3	Discrète (boutons mécaniques)	Parallèle	1
Profil4	Continue (zone tactile)	Circulaire	2
Profil5	Discrète (boutons mécaniques)	Parallèle	2
Profil6	Discrète (boutons mécaniques)	Circulaire	2
Profil7	Continue (zone tactile)	Parallèle	1
Profil8	Continue (zone tactile)	Parallèle	2

Tableau 16 : combinaisons des trois attributs, comprenant deux déclinaisons de conception

Le processus de réflexion et d'exercices aboutissant à huit profils d'interfaces (Figure 64), fondés sur les attentes des participants interrogés.

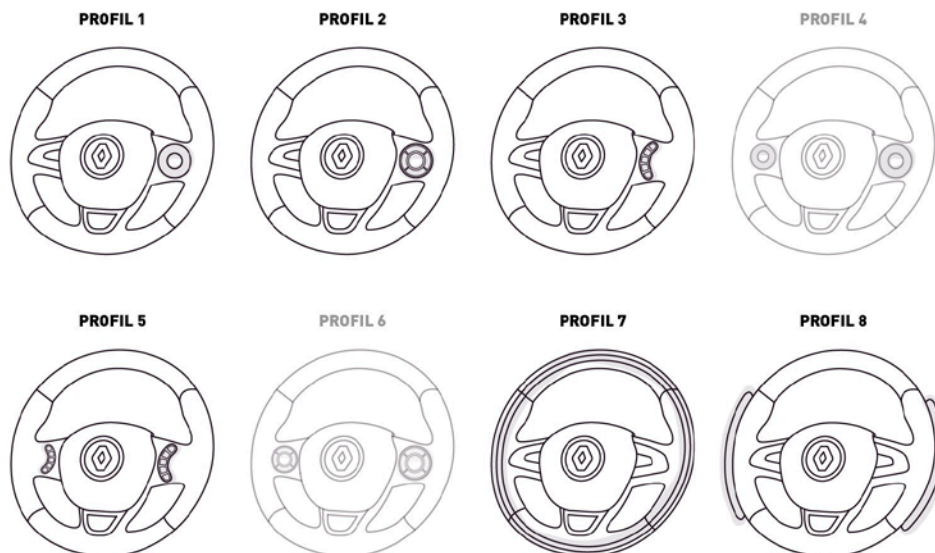


Figure 64 : représentation graphique des huit profils. Les profils 4 et 6 sont exclus, de par leur nature qui ne concorde pas avec l'utilisation du système (la forme circulaire du bouton représente la globalité de l'environnement et n'a pas d'intérêt à être dupliquée).

Pour mieux se projeter dans la manipulation des utilisateurs, chacune des six propositions retenues a été modélisée⁵⁶ et soumise aux participants.

⁵⁶ Impression 3D.

Nous avons confronté les participants tour à tour, et dans un ordre aléatoire, aux six profils modélisés (Figure 65). Les sujets étaient libres dans la manipulation des différents prototypes, et étaient invités à verbaliser leur ressenti pendant le test.



Figure 65 : modélisation et intégration du profil 1 sur le volant pour évaluer le ressenti des participants en termes de manipulation

Plusieurs informations sont ressorties de cette expérimentation :

- Ce qui est courbé fait plus sens pour explorer un environnement à 360°. Un bouton doté d'une forme circulaire est particulièrement fort symboliquement⁵⁷.
- Un bouton de nature parallèle (non circulaire) donne l'impression de n'explorer qu'un côté du véhicule.
- Un bouton de nature parallèle ne permet pas de se représenter une exploration autour d'un véhicule.
- Les participants ne voient pas d'intérêt à explorer à l'avant du bouton, cette zone étant couverte par le champ de vision.
- Il faut tenir compte de la position des mains du conducteur sur le volant pour accéder à la fonction d'exploration pendant la conduite.

Les préférences des participants s'orientent vers les boutons de forme circulaire, sans zonage : le geste d'exploration continu paraît plus fluide, mais moins précis. Pour pallier cette imprécision, plusieurs sujets suggèrent l'accompagnement de l'exploration par un retour visuel couplé à leur mouvement.

Nous mettons à profit l'imaginaire des participants pour créer une expérience qui prend source dans des modèles mentaux communs. Cependant, nous ne limitons pas le design : il est parfois préférable que les individus aient à apprendre un nouveau modèle mental clair et consistant que d'utiliser un modèle mental familier qui ne convient pas à l'usage visé (Lidwell, Holden, et Butler 2010). En phase d'itération, la nature sommaire de ces tests se justifie au regard des pistes recherchées. Nos résultats révèlent des contraintes de conception cohérentes sur la base des préférences des utilisateurs. Nous avons vu que la forme circulaire semble jouer un rôle prédominant dans l'exploration de l'environnement. Cela doit être

⁵⁷ Les sujets qualifient l'interface de « radar ».

confirmé par des travaux supplémentaires : il convient de valider le concept avec un panel d'utilisateurs dotés d'un dispositif opérationnel en contexte réel d'usage, ayant pleinement conscience de l'intérêt du prototype, pour montrer son efficacité en milieu d'utilisation et avoir un aboutissement industriel.

Nous avons présenté une méthode qui intègre les préférences des utilisateurs pour orienter la conception. Jusqu'ici, nous avons considéré les prototypes comme une exploration du champ des possibles pour une IHM interne répondant aux attentes et à l'imaginaire des sujets, bien que ces derniers n'aient pas directement été informés de la finalité du système. Après cette étape de co-conception avec des utilisateurs, nous allons challenger les concepts avec des experts internes. Le ou les concepts sélectionnés seront testés par des utilisateurs en conditions réelles.

L'objectif de cette confrontation est triple :

- D'abord, il s'agit pour nous de comprendre les enjeux actuels du constructeur autour des principes de perception de l'environnement et des IHM prospectives, cela afin de cibler au mieux une potentielle demande client.
- Ensuite, de valider la pertinence des choix qui ont été faits jusqu'alors, au regard de nos intentions premières éclairées par la phénoménologie de la perception et la psychologie écologique.
- Finalement, de valider les perspectives du projet, à savoir l'organisation d'un test utilisateur.

Audit expertise IHM

Nous avons présenté nos résultats à la filière expertise IHM du groupe Renault, sous la forme d'un *focus group*. La présentation a débuté par un rappel de nos intentions conceptuelles, et la présentation des propositions formelles de l'interface (une bande lumineuse externe couplée à une IHM interne permettant au conducteur de contrôler haptiquement son environnement). Dans un souci de clarté, nous avons présenté nos résultats en faisant une combinaison de toutes les possibilités de conceptions, en mettant l'accent sur celle ayant été la plus appréciée, à savoir le profil 1 (bouton circulaire sans zonage).

Dans un premier temps, les profils définis avec les participants ont été soumis à la critique de l'expert-leader IHM du Groupe Renault, un designer et des ergonomes.

Les profils 5, 7 et 8, qui ont pour caractéristique commune de nécessiter les deux mains du conducteur, ont été écartés pour des raisons de complexité de manipulation. De plus, le profil 8 risque de faire perdre les repères spatiaux du conducteur dès que celui-ci tourne le volant (le haut de la jante du volant, lorsque celui-ci est tourné, ne représente plus l'environnement en face du véhicule). Le fait de zoner le bouton (profil 2, 3 et 5) peut avoir un intérêt pour identifier la présence potentielle d'autres usagers de la route dans des zones déterminantes pour la réalisation de manœuvres impliquant d'autres véhicules (changement de voie, etc.). Pour autant, les experts ont souligné que la détection et la transmission de l'information au conducteur devaient être automatiques, à la manière du système d'alerte de l'angle mort.

Le profil 1 a été apprécié pour sa forme impliquant une gestuelle rappelant celle de la molette d'un iPod®, ou de manière plus générale celle d'un radar venant scanner l'environnement. Le geste est donc en accord avec la fonction donnée au système. La rapidité d'exécution supposée est également un atout dans une tâche devant être exécutée pendant la conduite.

Les experts ont également souligné la limite de cette recherche formelle. En effet, nos études ne tiennent pas compte du fait que les conducteurs soient gauchers ou droitiers (nous n'avons sélectionné que des participants droitiers). Des tests d'ergonomie poussés sont à envisager afin de déterminer la taille optimale de la zone de perception, et la couleur des signaux lumineux renvoyés aux autres usagers de la route. Un détail technique est également à prendre en considération : pour que la perception des autres véhicules soit opérationnelle, des capteurs doivent être intégrés autour du véhicule pour pouvoir détecter la présence d'objet. Pour finir, notre travail n'a pas intégré la réglementation en vigueur concernant l'affichage de signaux extérieurs ni les considérations stylistiques propres au développement d'un nouveau véhicule. La stratégie du design, l'intégration d'un nouvel élément sur le volant, ni même l'évolution du style du volant n'ont été considérées à ce stade.

Notre travail est positionné en amont de ces questionnements. Cette liberté prise nous permet de conserver une indépendance indispensable pour ne pas être limitée par des considérations qui viendront nourrir notre proposition conceptuelle dans un second temps. L'intégration des critiques d'experts nous permet toutefois de faire ressortir des tendances majeures dans lesquelles il est souhaitable de nous inscrire pour assurer l'aboutissement industriel de notre projet et l'intégration de nos résultats dans les projets aval.

Les conclusions de cet audit expert sont les suivantes : l'intention et la communication sont importantes. La clarté de l'intention apparaît comme questionnable : les automobilistes communiquent en grande partie par le mouvement, et nous devons vérifier si le fait d'avoir une bande lumineuse qui affiche l'activité perceptive du conducteur est pertinent pour l'activité de conduite. Le contexte est par ailleurs intéressant à étudier pour identifier les cas d'usage où les besoins sont forts.

Le tactile apparaît comme une modalité sensorielle dont la simplicité peut être exploitée pour informer le conducteur de la présence d'autre véhicule dans son environnement sans affecter sa charge cognitive. Dès lors, le potentiel de complémentarité entre vision et tactile est à questionner. **De manière générale, le concept constitue un support de test tangible qui permet de mieux comprendre le mécanisme d'interaction sociale facilité par l'augmentation technique.**

Proposition finale : EyeZ

Notre système, composé d'une IHM externe (bande lumineuse) (Figure 66) et d'une IHM interne (bouton circulaire à retour haptique) (Figure 67) a pour ambition de permettre la perception de la présence d'autrui par le conducteur via le bouton circulaire, placé au niveau du volant. En parcourant le pourtour du bouton, le conducteur explore tactilement l'environnement extérieur du véhicule : chaque position sur le bouton correspond à un champ de l'espace extérieur. Si un objet est présent dans ce champ, le bouton délivre un retour tactile. L'espace d'affichage de l'exploration tactile du même conducteur est formalisé par une bande lumineuse courant le long de la carrosserie de son véhicule. L'exploration est rendue visible pour autrui par un signal lumineux, qui se déplace horizontalement sur la bande externe selon l'exploration du conducteur. Lorsque ce dernier perçoit un véhicule haptiquement, le dispositif tactile vibre⁵⁸ ; cela incite le conducteur à chercher à localiser spatialement la cause de cette

⁵⁸ Trois fréquences ressenties comme plus ou moins forte par l'utilisateur lui permettent de discriminer la distance du véhicule perçu : plus autrui sera loin de l'utilisateur, plus le signal perçu sera senti comme faible. Un ensemble de capteur de présence autour du véhicule assure la perception de l'environnement par le conducteur.

sensation ; cette exploration se traduit visuellement sur la bande lumineuse du véhicule. Les mouvements pour localiser précisément la source de la vibration sont visibles et ce qui se voit correspond à l'activité perceptive du conducteur. Le véhicule perçu de cette façon percevra ce signal et devra se sentir concerné. Parce que la vibration n'est pas localisée, la perception n'est vraiment précise que par une recherche dynamique. Le bouton vibre intégralement selon la position du doigt et sa correspondance avec un véhicule dont la position dans l'environnement est relative à celle du doigt sur le bouton.



Figure 66 : IHM externe



Figure 67 : IHM interne

Le concept, baptisé EyeZ⁵⁹, offre donc la possibilité de donner un retour temporel et spatial aux autres usagers de la route sur la direction de l'attention de son utilisateur. Intégré à la conduite quotidienne, il a pour vocation de changer la façon de se comporter dans le monde social.

Voici un scénario type de l'utilisation de EyeZ (Figure 68), sachant que celui-ci ne s'y limite pas.

⁵⁹ Dépôt de brevet - FR1760991.

EyeZ fait référence au regard « eye ». Le « Z » est la lettre qui caractérise les nouveaux véhicules électriques Renault. La consonnance du mot joue sur la notion de facilité d'utilisation du système (easy).

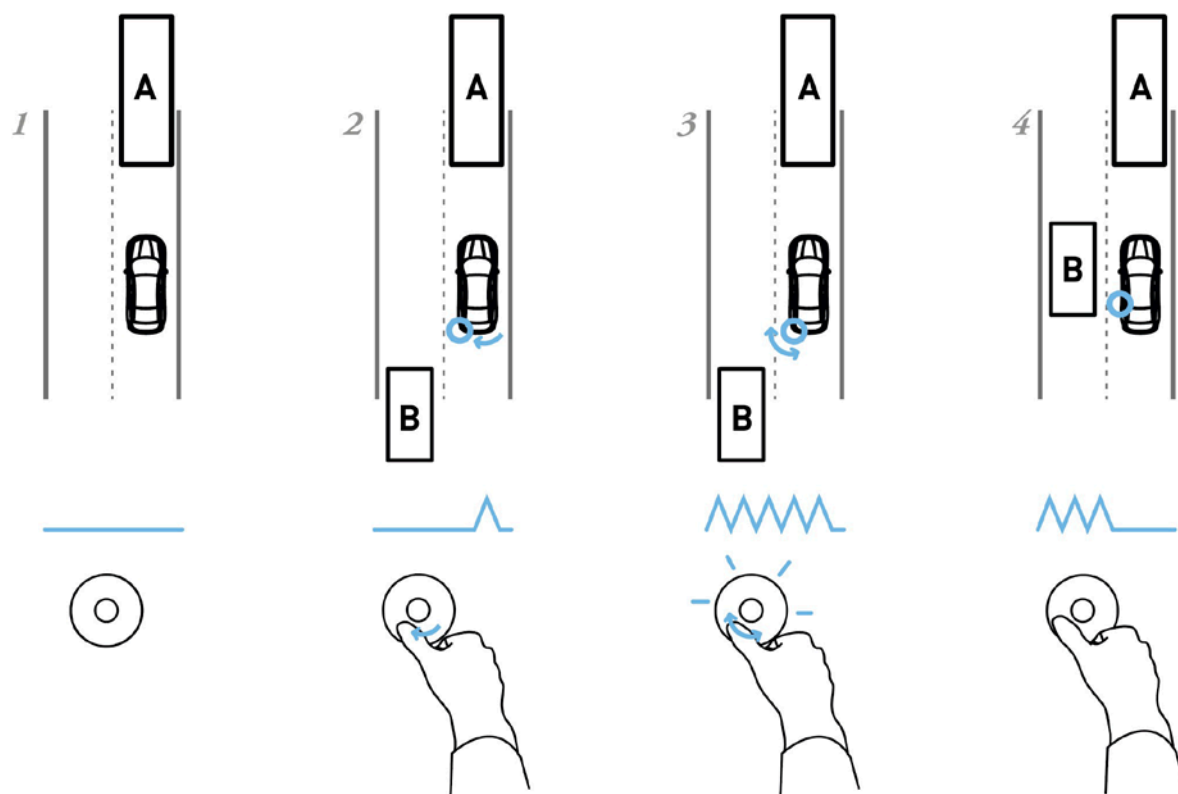


Figure 68 : scénario d'utilisation de EyeZ

Image 1 : le sujet équipé de EyeZ roule sur une route à deux voies, et arrive derrière le véhicule lent A. Image 2 : le sujet utilise son bouton tactile pour explorer l'environnement arrière sur lequel il n'a pas une visibilité directe. Pendant l'exploration, il ressent un retour haptique, correspondant au véhicule B dans son angle mort. Image 3 : Le sujet explore activement son environnement afin de localiser B. Sa dynamique d'exploration est rendue visible à B via la bande lumineuse équipant le véhicule du sujet, et qui indique où se porte l'attention de celui-ci. Les gestes commandant les signes visibles sont eux-mêmes commandés par des retours tactiles. B se sent perçu par le sujet puisque son attention est orientée vers lui. Image 4 : B prend la décision de dépasser le sujet, en sachant que sa présence a été prise en compte. Le sujet ne risque pas de déboîter malgré la situation qui l'oblige à ralentir.

Il apparaît que la situation de changement de voie est intéressante pour étudier les interactions inter-individuelles ; autrui doit être intégré dans l'action, et la perception de l'orientation de son attention est fondamentale. Aussi chercher à percevoir si l'utilisateur de EyeZ nous a perçu permet de prendre en compte son intentionnalité et agir en conséquence pour éviter toute prise de risque.

Le retour sensoriel peut être très simple à partir du moment où il est corrélé au déplacement du doigt du conducteur. L'endroit où le conducteur passe son doigt déclenche ou non la simulation tactile qui elle, n'a pas besoin d'être localisée. Les mouvements pour localiser précisément la source de la vibration sont visibles et ce qui est vu ne correspond pas à un signal que le conducteur déciderait de donner, mais directement à son activité perceptive.

Le bouton est mis directement à la disposition du conducteur, mais n'est pas imposé ; il peut ainsi saisir ou lâcher le dispositif, chercher les stimuli tactiles ou non. Nous pouvons nous attendre à ce que certains utilisateurs détournent son utilisation pour communiquer directement avec les autres usagers de la route. Ce détournement reste une façon de tourner le regard sur autrui et constitue une opportunité d'usage à tester.

Conclusion

EyeZ est un support à la coordination, la collaboration, la négociation selon son contexte d'utilisation. Il confère à son utilisateur de nouvelles possibilités qui enrichissent son expérience sociale, avec une résultante émotionnelle que nous souhaitons évaluer. Le bouton avertit ainsi son utilisateur de la présence d'autrui — qu'il ne cherchait pas forcément à percevoir. En bougeant son doigt pour localiser le retour haptique, l'utilisateur envoie un signal à autrui qui oscille autour de lui. **Notre hypothèse est que l'utilisateur du bouton, en donnant à voir son activité perceptive, se sentira comme perçu par autrui, et réciproquement, autrui lira sa détection dans le retour lumineux⁶⁰.**

4.1.3.2 Validation du design et des objectifs

Nous devons maintenant associer ces exercices de design, ancrés dans une démarche de recherche-projet à un processus d'évaluation de la solution proposée⁶¹, non pas en terme formel, mais en termes d'interaction rendue possible ; l'important n'est pas le dispositif en lui-même, mais ce que les sujets en font. Pour évaluer l'expérience permise par EyeZ, nous allons réaliser des expérimentations en situation de conduite, dont l'intérêt est d'observer la manière d'être au monde de l'utilisateur lorsqu'il manipule le dispositif, et les stratégies qu'il emploie (comment se saisit-il de l'objet, quel est son ressenti dans l'usage, etc.). Les interprétations potentielles et les actions entreprises sont autant de données à recueillir pour déterminer la forme et l'usage du concept final. **Mis dans les mains de ses utilisateurs l'artefact révélera des manières d'être et fera advenir des stratégies, difficiles à anticiper pour le concepteur.**

Le design de EyeZ a été abordé sous un angle théorique, et challengé vis-à-vis des problématiques de la thèse. Nous souhaitons maintenant travailler sur son implémentation pour pouvoir observer ses conséquences sur l'interaction entre usagers de la route, et proposer des recommandations de conception des IHM centrées sur la relation inter-conducteurs. Nous avons donc déterminé, sur la base d'une analyse des pratiques d'usages d'une situation définie, une variable technique que nous avons théorisée (expérimentation minimaliste) et que nous souhaitons maintenant contextualiser afin de la tester auprès d'utilisateurs. L'étape suivante de notre approche itérative consiste à déterminer la nature de ces tests afin d'analyser les compétences sociales émergeant de l'utilisation de EyeZ (Figure 69).

⁶⁰ La limite du système réside dans le fait que ce n'est pas parce qu'un conducteur dit à un autre usager de la route qu'il l'a vu qu'il va le laisser passer. Mais le fait que l'interaction soit plus engageante peut limiter les incivilités.

⁶¹ Cette méthode s'accorde avec les principes de la conception *User-Centered* dans le sens où l'utilisateur est intégré au processus de conception, et *Design-Driven*, puisque toute l'expérience de départ est en rupture avec l'existant et ne vient pas répondre à une demande exprimée.

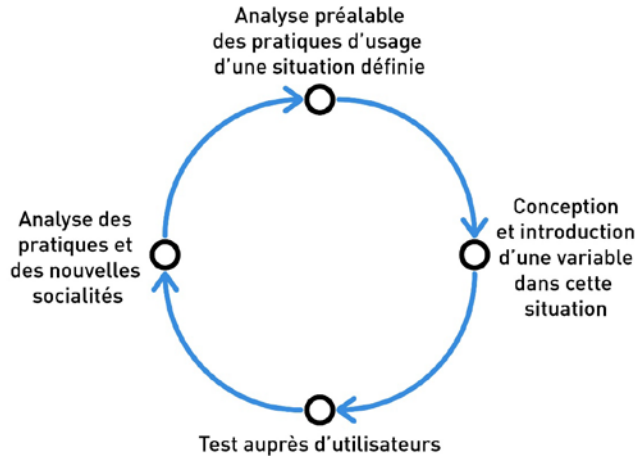


Figure 69 : process itératif de conception de EyeZ

*

L'expérimentation qui suit n'a pas pour vocation de résoudre directement des problèmes existants auxquels EyeZ peut techniquement répondre, mais d'étudier les dynamiques d'interaction inter-conducteurs et l'émergence de sens qui découle de cette interaction. L'approche que nous adoptons pour concevoir des produits et des systèmes se concentre donc sur l'interaction entre les personnes et leur monde, et non sur les produits en soi. En proposant une nouvelle relation inter-conducteurs techniquement médiatisée, nous allons observer son influence sur l'expérience de ses utilisateurs en situation de conduite.

4.2 Test du concept en simulateur

Nous souhaitons à présent étudier l'impact émotionnel de l'intégration de ce concept sur une voiture, d'un point de vue intérieur –conducteur- et d'un point de vue extérieur -usager de la route. Nous mettons en place une étude sur simulateur, qui se concentre d'une part sur l'évaluation de deux modalités sensorielles – tactile et visuelle-, et d'autre part sur l'expérience vécue des utilisateurs lors de l'utilisation de EyeZ. L'expérience démontre la valeur émotionnelle qui émerge d'une l'interaction médiatisée par EyeZ, ainsi que la complémentarité des deux modalités sensorielles. De nos résultats émergent deux modes d'appropriations principaux de l'interface, en tant que médium de communication et comme outil de perception de l'environnement. Nous déterminons un ensemble de schèmes d'usage qui s'imbriquent pour déterminer la ou les manières dont ce dispositif pourrait prendre forme dans les véhicules de demain.

*

L'expérience vécue de l'utilisateur dont il est ici question fait référence aux émotions et aux attitudes d'une personne lors de l'utilisation d'un produit particulier. Étudier l'expérience de conduite produite par l'intégration de notre système technique dans l'habitacle revient à s'intéresser au ressenti d'un individu dans le contexte d'une interaction avec EyeZ. Nous mettons en place une expérimentation sur un simulateur de conduite dans lequel nous avons intégré EyeZ, dans le but de vérifier en condition plus écologique une hypothèse validée en condition minimaliste. Notre principale attente est que ce dispositif, à travers les typologies d'interactions qu'il rend possibles, fera advenir un certain type d'émotion : l'utilisation est vécue comme un récit, associant l'univers de l'action à celui de l'émotion.

4.2.1 Enjeux théoriques

Le but de l'expérimentation sur simulateur n'est pas d'évaluer l'utilité du concept, mais son apport dans l'interaction qu'un conducteur entretient avec son environnement, ici constitué par les autres usagers de la route. **Nous voulons faire émerger une interaction inter-conducteurs à valeur émotionnelle via un outil nouveau dont les caractéristiques sont portées par nos acquis expérimentaux (l'activité perceptive comme modalité de perception) et théoriques (le toucher comme modalité sensorielle).**

Nous ne cherchons pas à répondre à un besoin explicite exprimé par le conducteur (plutôt un besoin latent mais non exprimé), ou inscrire un concept dans une activité précise de conduite, mais donner des nouvelles conditions possibles à une expérience émotionnelle, qualitative, d'interaction inter-conducteurs.

Nos objectifs sont les suivants :

- Évaluer la capacité d'un conducteur à percevoir les véhicules dans son environnement via un retour sensoriel haptique, et/ ou visuel (comparaison d'un apport sensoriel dans le cadre de la perception de l'environnement).
- Vérifier l'émergence d'une complémentarité entre ces deux modalités sensorielles, et connaître la potentielle plus-value sensorielle du retour haptique. Cette expérimentation est légitimée par le fait que la modalité visuelle est « plus efficace » car elle donne une information plus riche. Nous souhaitons vérifier que la modalité tactile est bien, comme annoncé dans la littérature, porteuse de valeur émotionnelle.
- Évaluer l'expérience vécue des conducteurs percevant l'activité perceptive d'autrui.
- Faire des recommandations sur la base des retours utilisateurs.

Les questions de recherche s'articulent autour de trois thématiques : l'expérience sensorielle, l'interaction inter-conducteurs et l'activité perceptive.

L'expérience sensorielle :

- La modalité tactile peut-elle avoir une valeur émotionnelle dans l'interaction tournée vers autrui ?
- Entre-t-elle en compétition avec la vue ?
- La modalité tactile fait-elle émerger un nouveau type d'expérience ?

La littérature met en valeur la modalité haptique comme porteuse d'émotion. Mais ce choix sensoriel est-il pertinent dans un contexte de conduite pour percevoir son environnement, alors qu'habituellement la modalité visuelle prédomine ? Comment envisager l'apport de la modalité tactile vis-à-vis d'une modalité plus riche, plus « efficace », et une complémentarité potentielle ?

L'expérience inter-conducteurs :

- Quel est l'impact de l'affichage de l'activité perceptive d'un conducteur sur les autres usagers de la route ?

- En quoi amener la possibilité à un conducteur de percevoir que l'autre le perçoit modifie l'interaction entre conducteurs ?

En prenant un nouveau point de vue (extérieur, réceptif), nous observons l'expérience vécue des conducteurs vis-à-vis d'un dispositif nouveau, les interprétations qui en sont faites.

L'activité perceptive :

- La conceptualisation de l'activité perceptive fait-elle apparaître des stratégies de coordination similaires à celles observées lors de notre expérimentation minimaliste ?

4.2.2 Protocole d'expérimentation

4.2.2.1 Matériel

Simulateur

Les scénarios sont joués dans le simulateur de conduite appelé CARDS (Figure 70) reproduisant un habitacle de véhicule, intégré à un environnement autoroutier reproduit sur un large écran panoramique de 210° (couvrant l'ensemble du champ visuel du conducteur ainsi que son angle mort gauche).



Figure 70 : Simulateur CARDS (Renault). Dans le cadre de l'étude, le simulateur est configuré en boîte automatique

Le choix de la mise en place de l'expérimentation de conduite sur simulateur se substitue à un test sur route. Nous justifions notre choix par les arguments suivants :

- Les simulateurs de conduite permettent de tester les capacités d'un individu dans des conditions proches du réel, sans danger immédiat.
- L'intégration de EyeZ implique la prise en compte de la position des autres véhicules dans l'environnement de la voiture équipée. Cette prise en compte est techniquement complexe, et est plus facilement reproduite sur simulateur où les variables sont

contrôlées. Elle est, en outre, moins coûteuse à mettre en place que les évaluations traditionnellement effectuées sur route ouverte.

- Nous souhaitons évaluer différentes interactions (présentées ci-après), déterminées d'après nos hypothèses et les observables requises. Le déploiement des tests en simulateur permet un contrôle optimal des variables de test et la possibilité de comparer les résultats obtenus par les participants qui ont fait face à des interactions identiques.
- Tester les IHM lumineuses est très complexe, et nécessite de mettre en scène à minima deux voitures sur route ouverte, dans des conditions difficilement reproductibles pour les participants.

Nous avons conscience des limites liées au simulateur, notamment en termes de possibilités d'interaction avec l'environnement de conduite. Nous n'avons pas pu faire interagir deux sujets simultanément ni adapter les réactions des véhicules intégrés dans CARDS. Toutes les interactions sont par conséquent simulées.

L'IHM interne de EyeZ a été réalisée par AVSimulation, sur la base d'un contrôleur de jeu (Figure 71). Ce contrôleur a été programmé afin de permettre l'exploration tactile de l'environnement par le conducteur d'un simple geste du pouce.



Figure 71 : Bouton de EyeZ intégré sur le volant du simulateur

Afin que le sujet puisse mieux interpréter la position des autres usagers de la route dans son environnement, le bouton développe trois fréquences de vibration correspondant à trois distances différentes (Figure 72). Ainsi :

- Le premier niveau de vibration (25 Hz) indique que les véhicules détectés à cette fréquence sont à moins de cinquante mètres du sujet, et représentent donc un danger potentiel
- Le deuxième niveau (50 Hz) indique que les véhicules détectés à cette fréquence sont entre cinquante et un mètres et soixante-dix mètres du sujet, et ne représentent donc pas un danger immédiat

- Le troisième niveau (125 Hz) indique que les véhicules détectés à cette fréquence sont entre soixante et onze mètres et cent vingt mètres du sujet, et ne représentent aucun danger immédiat

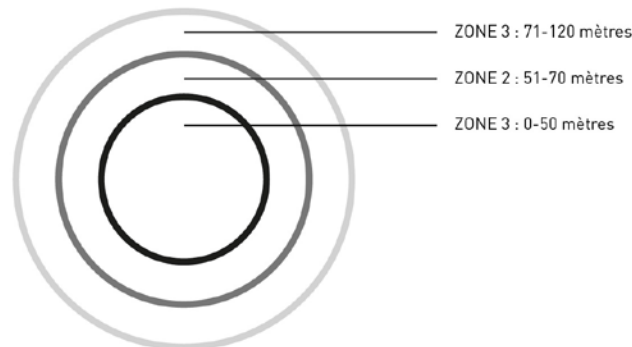


Figure 72 : les trois niveaux de vibration du bouton. Le premier niveau a un caractère d'alerte, les deuxièmes et troisièmes niveaux ont un caractère d'information

AVSimulation a également produit l'intégration de la bande lumineuse (Figure 73) sur certains véhicules simulés.

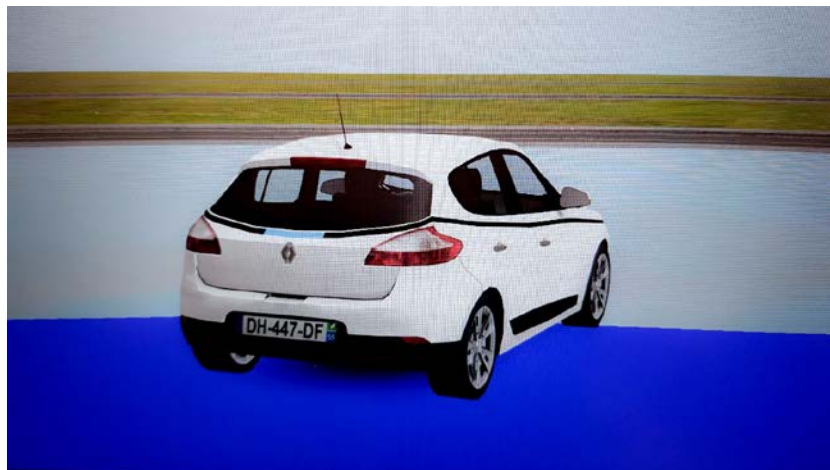


Figure 73 : véhicule simulé doté d'un bandeau lumineux. Sur l'image, le point lumineux est orienté vers l'arrière du véhicule, ce qui signifie que le conducteur du véhicule porte son attention tactile (via le bouton) à l'arrière de son environnement

L'animation du bandeau lumineux sur les véhicules simulés correspond à l'exploration tactile qu'un conducteur ferait sur son bouton. Les contraintes techniques limitent l'animation à des oscillations (aller-retour du point lumineux) dans une zone déterminée du bandeau (par exemple : entre les deux feux arrière du véhicule). La reproduction d'un mouvement « humain » (entendre plus intentionnel) est complexe : pour le reproduire au mieux, nous avons fait varier la taille des zones déterminées et la vitesse d'oscillation des points lumineux. Nous avons également travaillé sur le déclenchement opportun des animations des véhicules simulés par rapport aux sujets de l'expérimentation.

Notre choix d'opter pour une réalisation relativement aboutie du système est motivé par nos objectifs et ce que nous souhaitons observer. Plus le projet est avancé, plus son utilisateur est proche de l'activité future. Parallèlement, moins il est possible de changer les choix techniques. Le prototype intégré sur simulateur n'est pas aussi contraignant et onéreux qu'un

test sur route, mais il permet de proposer une expérience de conduite assez aboutie pour pouvoir émettre des recommandations pertinentes.

Scénarios

L'étude propose d'immerger le conducteur dans plusieurs scénarios intégrant différentes situations de conduite, mises au point pour étudier les interactions entre le sujet et son environnement. Comme nous n'avons pas pu faire interagir deux sujets simultanément dans le même environnement de conduite, nous avons séquencé l'étude de la manière suivante (Figure 74) :

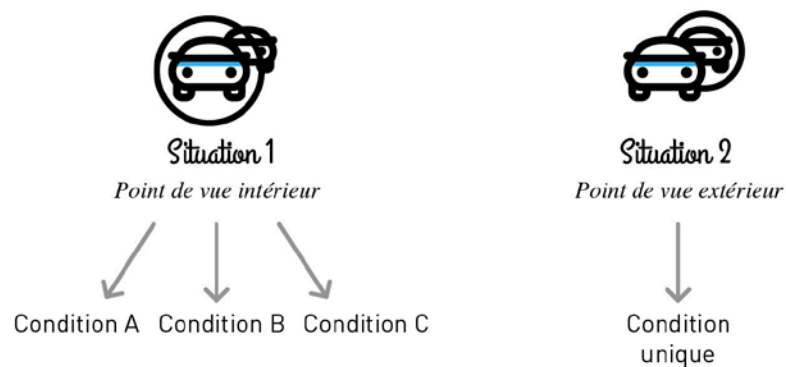


Figure 74 : configuration des scénarios proposés aux sujets pendant la passation de l'étude

Une première situation de conduite (S1) permet d'étudier la perception par le sujet de son environnement de conduite. Nous proposons trois conditions à cette première situation :

- La condition A (ou situation S1a) met à disposition du sujet un véhicule équipé de rétroviseurs gauche, droit et central (soit une situation de conduite « classique »).
- La condition B (ou situation S1b) met à disposition du sujet un véhicule équipé de EyeZ, mais dénué de rétroviseurs. Il peut donc utiliser EyeZ pour percevoir les autres véhicules dans son environnement. Le dispositif est par ailleurs son seul moyen de se rendre compte de la présence des usagers de la route n'étant pas dans son champ de vision.
- La condition C (ou situation S1c) associe les rétroviseurs gauche, droit et central à EyeZ.

Si les conditions 1a et 1b permettent de comparer les deux modalités perceptives (visuelle pour S1a, et tactile pour S1b), la condition S1c a pour objectif d'évaluer la complémentarité ou la mise en concurrence de ces deux modalités.

Les situations S1a, S1b et S1c prennent la forme d'une autoroute de 2x2 voies en ligne droite. Elles sont composées d'une suite d'interactions détaillées dans le tableau ci-dessous (Tableau 17) :

	Description de l'interaction
0	Démarrage et insertion du sujet sur l'autoroute. Deux véhicules arrivent à 70 mètres de l'insertion du sujet
1	Une voiture arrive derrière le sujet, se déporte et reste dans son angle mort. Elle se rabat ensuite et ralentit progressivement
2	Un camion double un autre camion, à une vitesse très légèrement supérieure, ce qui a pour effet d'intensifier le trafic derrière le sujet. Le camion se rabat et reste dans la voie de droite à vitesse réduite. Le sujet peut doubler les camions. Le trafic se fluidifie, les autres véhicules se laissent distancer par le sujet
3	Un véhicule dépasse le sujet sur la voie de gauche à vive allure, puis se rabat rapidement devant le sujet et ralentit
4	Un véhicule roule lentement sur la voie de gauche et se rabat doucement sur la droite lorsque le sujet arrive
5	Une voiture arrive derrière le sujet, se déporte dans son angle mort puis se rabat derrière le sujet, et ce à trois reprises. La voiture double finalement le sujet
6	Le sujet s'arrête sur le bas-côté à la demande de l'expérimentateur

Tableau 17 : description des interactions des scénarios S1 a, b, c

Entre chacune des interactions, un trafic variable est généré afin de reproduire un environnement de conduite plus réaliste. Certaines de ces interactions présentent un caractère non conventionnel. Elles ont pour but d'inciter le sujet à percevoir son environnement, avec les outils de perception différente pour chacune des conditions. Les situations S1a,b,c sont composées des mêmes interactions, mais organisées dans un ordre différent. Ceci permettra d'évaluer l'influence d'une situation sur la suivante, et de minimiser le nombre de réponses non pertinentes pour une situation de conduite donnée provoquées par l'accoutumance du conducteur à la simulation.

Ainsi :

- La situation S1a propose la suite d'interaction 0-1-2-3-4-5-6
- La situation S1b propose la suite d'interaction 0-1-2-5-3-4-6
- La situation S1c propose la suite d'interaction 0-1-3-4-2-5-6

Une seconde situation de conduite (S2) permet d'étudier le comportement du participant lorsqu'il est confronté à un environnement de conduite dans lequel certains véhicules sont dotés de EyeZ. Le participant fait alors face à des cinématiques visuelles émises sur les bandeaux lumineux des véhicules équipés (Tableau 18). Dans cette situation, le véhicule du participant n'est pas pourvu de EyeZ.

	Description de l'interaction	Description de la cinématique lumineuse
0	Démarrage et insertion du sujet sur l'autoroute. Deux véhicules arrivent à son niveau et l'obligent à décélérer pour pouvoir s'engager sur la voie de droite. Les véhicules se laissent ensuite dépasser	Lorsque le sujet est sur la voie d'insertion, un des deux véhicules déjà engagés arrive à son niveau et émet un point lumineux oscillant sur son flanc au niveau du sujet pendant trois secondes
1	Une voiture arrive derrière le sujet et le dépasse	Lorsque le véhicule arrive au niveau du sujet, il émet un point lumineux oscillant sur son flanc droit, au niveau du sujet, pendant toute la durée du dépassement (cinq secondes)
2	La voiture de l'interaction précédente ralentit. Le sujet la double	Lorsque le sujet dépasse et arrive au niveau du véhicule, ce véhicule émet un point lumineux oscillant sur son flanc gauche, au niveau du sujet, pendant toute la durée du dépassement
3	Deux véhicules, dont l'un entreprend de dépasser l'autre, roulent au même niveau, à la même vitesse. Le sujet arrive, se place sur la voie de dépassement et se retrouve bloqué par le véhicule ne dépassant pas. Au bout de quelques secondes, celui-ci accélère et se rabat sur la voie de droite	Lorsque le sujet arrive derrière le véhicule bloquant la voie de dépassement, ce véhicule émet un point lumineux oscillant sur la partie arrière, orientée vers le sujet, pendant 3 secondes, puis il accélère et se rabat sur la voie de droite
4	Le sujet est amené à doubler une voiture plus lente que lui	Le véhicule simulé émet un point lumineux dont les trajectoires sont erratiques et sans lien avec la position du sujet dans l'environnement
5	Le sujet s'arrête sur le bas-côté à la demande de l'expérimentateur	

Tableau 18 : description des interactions du scénario S2

Entre chacune des interactions, un trafic variable est généré afin de reproduire un environnement de conduite plus réaliste. Certaines de ces interactions présentent un caractère non conventionnel (par exemple un excès de vitesse ou un comportement surprenant).

Mesures

L'intégration de EyeZ sur un simulateur de conduite nous permet de récupérer plusieurs informations liées à l'usage du bouton par les participants, notamment :

- Le temps de contact du doigt du participant sur le bouton.
- Le nombre de fois où le doigt du participant entre en contact avec le bouton.
- Le ratio d'utilisation du bouton selon 4 zones : avant, arrière, côté gauche et côté droit.

Nous souhaitons coupler ces données « tactiles » à des données « visuelles ». Pour cela, nous équipons les sujets d'un oculomètre (Ergoneers®) qui nous permet d'enregistrer les données suivantes :

- Le temps de regard du participant dans le rétroviseur droit, gauche, central et le pare-brise.
- Le nombre de fois où le participant porte son regard dans le rétroviseur droit, gauche, central et le pare-brise.
- Le ratio d'utilisation (temps de regard) des rétroviseurs droit, gauche, central et du pare-brise.

De plus, l'occulomètre nous permet d'enregistrer les sessions des participants d'un point de vue subjectif avec la prise en compte de ses mouvements oculaires (ces enregistrements seront le support des entretiens qui suivront les phases de test). Ces données seront agrémentées de données qualitatives, à savoir les retours subjectifs (verbatim) des sujets pendant les sessions de conduite, un questionnaire à échelle et des questions ouvertes à la fin de chacune des sessions de conduite.

Le bouton de EyeZ est connecté à un ordinateur qui permet d'enregistrer les mesures évoquées à l'instant, et sur lequel tourne SCANeR, le programme dédié à l'acquisition et la synchronisation de toutes les données générées sur le simulateur :

- Les données des deux flux vidéo (du visage et de la scène de conduite).
- Les données de l'occulomètre via une connexion USB.
- Les données du bouton via une connexion Bluetooth.
- Les données CAN via une connexion Ethernet.

L'ensemble des données est synchronisé et exporté dans un fichier Excel .csv. La fréquence d'échantillonnage est de 30 Hz pour pouvoir synchroniser les données avec les vidéos enregistrées par l'occulomètre à cette même fréquence.

4.2.2.2 Procédure

Participants

Trente deux personnes (onze femmes / dix-neuf hommes) ont été recrutées pour participer bénévolement à cette étude, via un questionnaire en ligne. La sélection des participants s'est faite selon la tolérance des sujets aux essais en simulateur, et possédant un permis de conduire depuis plus de trois ans. Le bouton étant situé à droite du volant, nous avons sélectionné des personnes droitières. Pour optimiser la précision des données oculométriques, nous avons favorisé les sujets ne portant pas de lunettes qui peuvent perturber le suivi de regard de l'occulomètre. Après la passation, nous avons dû retenir vingt participants (six femmes / quatorze hommes) pour assurer la qualité des résultats, altérés par les sujets qui ont manipulé l'occulomètre pendant les tests.

Pour des raisons de confidentialité, les participants à l'étude sont tous des collaborateurs du Groupe Renault. Les participants n'avaient pas connaissance de l'étude avant la présentation de celle-ci.

Déroulé de l'étude

Un essai (un par sujet) dure en moyenne une heure trente et se déroule de la manière suivante :

- Accueil du participant, consignes générales (10 minutes)

Cette première phase permet à l'expérimentateur d'introduire le sujet de l'étude au participant. Celui-ci est informé des tâches qu'il va réaliser, et est invité à signer les formulaires de consentement portant sur la protection des données recueillies et l'utilisation du simulateur. Les consignes générales indiquent au participant le déroulé de l'expérimentation. Le concept EyeZ est présenté au sujet, en spécifiant la double nature du concept, à savoir la corrélation entre mouvement exploratoire sur le bouton et la reproduction visuelle de ces mouvements

sur l'extérieur du véhicule, sur la bande lumineuse. Afin d'être le plus didactique possible, l'expérimentateur propose au participant de manipuler une maquette de principe qui illustre cette corrélation (Figure 75).



Figure 75 : maquette de principe, doté d'un pavé tactile sur son sommet et d'un ruban de LED intégré sous la carrosserie. Les mouvements circulaires du doigt du participant sur le bouton sont visuellement reproduits sur le bandeau de LED

Il est précisé au participant que le concept, en tant que prototype, n'a pas pour vocation d'intégrer le véhicule ni de se substituer aux dispositifs de perception actuels (les rétroviseurs par exemple), et que l'objectif de l'expérimentation est d'étudier leur manière de s'approprier le système.

- Familiarisation du participant avec le simulateur (5 minutes)

Afin de s'accoutumer aux spécificités de conduite en simulateur et pour limiter l'impact de celles-ci sur les résultats de l'étude, le participant est invité à tester le simulateur en amont des scénarios. Le sujet s'installe au poste de conduite, règle la position longitudinale du siège. Le participant conduit pendant 4,9 km (environ 5 minutes à 120 km/h). Le contexte de conduite est le même que pour les situations S1 et S2, à la différence que le trafic généré est variable.

- Familiarisation du participant avec le bouton de EyeZ (5 minutes)

Afin de mieux appréhender le fonctionnement du concept, il est proposé au sujet une phase d'apprentissage du bouton. Un environnement de test a été conçu via SCANeR pour permettre au sujet de percevoir et interpréter les différentes fréquences du bouton comme correspondantes à différentes distances. Dans cet environnement, le véhicule du sujet est à l'arrêt au centre de trois routes circulaires dont la distance correspond aux trois distances de perception du bouton. Un véhicule simulé est positionné sur chacune de ces routes (Figure 76).

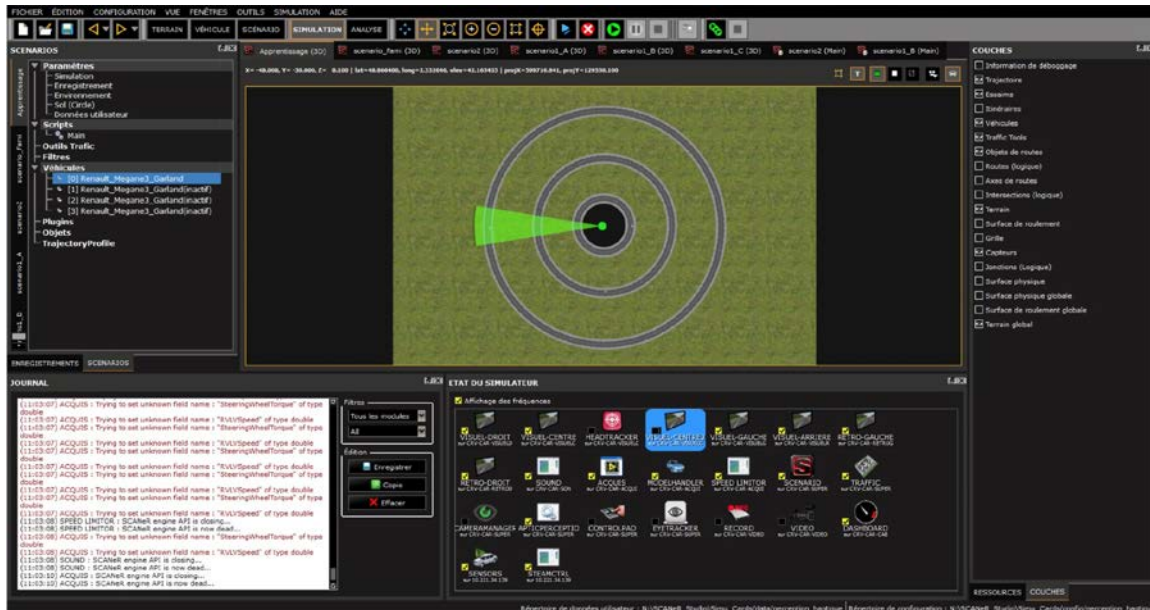


Figure 76 : Environnement d'apprentissage du bouton. La zone triangulaire verte correspond à la zone de perception du sujet via le bouton. L'angle de perception du bouton fait 30°. Il a été déterminé pendant des tests préliminaires comme un compromis entre la bonne perception de l'environnement et la possibilité de distinguer finement la position du véhicule dans sa voie)

Dans un premier temps, les véhicules sont à l'arrêt et il est demandé au sujet de les localiser via le bouton. Dans un second temps, les véhicules sont mis en mouvement et il est demandé au sujet de suivre leur déplacement via le bouton. Lorsque deux véhicules situés à deux distances différentes se croisent, le sujet perçoit alors le véhicule le plus proche de sa position.

- Tests des situations S1a, S1b, S1c et S2 (50 minutes)

Les situations de conduites S1a, S1b et S1c et S2 sont proposées au participant, et suivies d'un questionnaire. Afin d'observer un potentiel effet d'un ordre de passage sur un autre, nous avons fait passer les sujets selon quatre groupes, alternant l'ordre de passation des conditions (Tableau 19). Chaque groupe est constitué de cinq sujets. Un questionnaire de synthèse conclut la fin de l'entretien.

Déroulé de l'expérimentation			
Groupe			
A	B	C	D
Accueil du participant, consigne générale du test			
Familiarisation avec le simulateur			
Scénario 2	Scénario 2	Apprentissage Bouton (arrêt +marche)	Apprentissage Bouton (arrêt +marche)
Questionnaire scénario 2	Questionnaire scénario 2	Scénario 1, condition a	Scénario 1, condition b
Apprentissage Bouton (arrêt +marche)	Apprentissage Bouton (arrêt +marche)	Questionnaire scénario 1a	Questionnaire scénario 1b

Scénario 1, condition a	Scénario 1, condition b	Scénario 1, condition b	Scénario 1, condition a
Questionnaire scénario 1a	Questionnaire scénario 1b	Questionnaire scénario 1b	Questionnaire scénario 1a
Scénario 1, condition b	Scénario 1, condition a	Scénario 1, condition c	Scénario 1, condition c
Questionnaire scénario 1b	Questionnaire scénario 1a	Questionnaire scénario 1c	Questionnaire scénario 1c
Scénario 1, condition c	Scénario 1, condition c	Scénario 2	Scénario 2
Questionnaire scénario 1c	Questionnaire scénario 1c	Questionnaire scénario 2	Questionnaire scénario 2
Questionnaire de synthèse			

Tableau 19 : ordre de passation des sujets selon quatre groupes A, B, C, D

Avant le début des tests, la calibration de l'occulomètre est effectuée selon la position et la taille du sujet (Figure 77). Le programme d'acquisition est ensuite lancé et l'expérimentateur vérifie que les données enregistrées ont le bon ordre de grandeur.



Figure 77 : installation et calibrage de l'occulomètre

Pour chacune des situations, il est demandé aux participants de rouler à 120 km/h. Cette vitesse permet d'assurer le bon déroulé des interactions du sujet avec les autres usagers de la route. Le véhicule intègre par ailleurs un limiteur de vitesse dont le seuil maximal est fixé à 120km/h. Ainsi, les sujets peuvent se concentrer sur l'utilisation du système.

Pendant la conduite, l'expérimentateur occupe le siège passager pour s'assurer du respect des consignes et relever les potentiels verbatim des sujets. Chaque situation se conclut par un questionnaire, comprenant des questions à échelle et des questions ouvertes (Annexe C.3).

Après la simulation de la dernière interaction, un dernier questionnaire fait la synthèse du ressenti du sujet sur le prototype qu'il vient d'expérimenter (Figure 78).



Figure 78 : réponses d'un participant aux questions à échelle à la fin d'un essai

- Entretien de stimulation mémorielle (45 minutes)

Sur la base des retours obtenus et selon les profils des personnes interrogées, des entretiens de stimulation mémorielle sont prévus pour définir avec plus de précision les motivations et attentes des sujets représentatifs de leur catégorie d'utilisateur. A l'aide d'un enregistrement vidéo de l'activité des sujets, cette méthode d'enquête qualitative permettra de comprendre avec précision l'expérience vécue et émotionnelle, de leur point de vue.

4.2.2.3 Hypothèses et prédictions

Sur la base de nos questions de recherche, nous pouvons avancer plusieurs hypothèses théoriques (Tableau 20).

Notre hypothèse principale est la suivante : les sujets resteront le doigt en contact sur le bouton, même lorsqu'il leur est possible de percevoir leur environnement arrière via les rétroviseurs (S1c). Nous pensons que les sujets vont trouver pertinent ce genre de dispositif pour interagir avec leur environnement (angle mort, insertion), mais nous sommes plus ici dans une optique de comparaison d'un apport sensoriel dans le cadre de la perception de l'environnement. Nous ne cherchons pas à prouver l'efficacité du visuel sur le tactile, mais faire émerger la complémentarité sensorielle de ces deux modalités dans un contexte de conduite où l'attention tournée vers autrui détermine nos capacités d'action et permet l'activité de conduite dans un cadre sécuritaire.

Objet d'étude	Situation	Questions de recherche	Hypothèses	Indicateurs
<i>Expérience sensorielle</i>	S1 (C2, C3)	Comment les sujets exploitent-ils la modalité sensorielle tactile ?	Les sujets utiliseront le bouton de manière localisée pour situer autrui lorsqu'ils percevront un signal haptique	Fixation visuelle ou tactile d'une zone (Durée en secondes)
			Les sujets laissent leur doigt en contact avec le bouton de manière continue en condition 2 et 3	Fixation visuelle ou tactile d'une zone (Durée en secondes)

			Les sujets contrôleront leurs rétroviseurs en condition 3 pour confirmer visuellement un retour haptique	Nombre de contrôle visuels ou tactiles (nombre)
S1(C3)	La modalité tactile entre-t-elle en compétition avec la modalité visuelle ou lui est-elle complémentaire ?	Les sujets dissocient les usages des deux modalités sensorielles et soulignent leur complémentarité		Questionnaire (questions à réponses libres et à échelle)
				Retours subjectifs des sujets sur la base d'une vidéo en 1ere personne avec intégration de la direction du regard + questionnaire à échelle pendant l'entretien
		Les sujets auront une meilleure conscience de la situation (plus efficace) avec le tactile, mais auront besoin d'une confirmation visuelle		Verbalisations spontanées
				Questionnaire (questions à réponses libres et à échelle)
S1 (C3)	Quelle expérience émotionnelle résulte de l'association des deux modalités sensorielles ?	Les sujets seront amusés par la manipulation du bouton		Questionnaire (questions à réponses libres et à échelle)
		Les sujets ont plus confiance en leur perception de l'environnement		Verbalisations spontanées
Expérience inter-conducteurs	S2	Comment l'affichage de l'activité perceptive des autres usagers de la route est perçu par le conducteur ?	Le conducteur a conscience que l'autre usager de la route dont le dispositif est activé l'a vu ou non	Questionnaire (questions à réponses libres et à échelle)
			La compréhension des intentions de ces usagers pour un conducteur permet de se sentir considéré par autrui	Verbalisations spontanées
			Le bandeau lumineux est un soutien utile à la collaboration, et permet d'anticiper les actions d'autrui sur la base de son attention	Retours subjectifs des sujets sur la base d'une vidéo en 1ere personne avec intégration de la direction du regard + questionnaire à échelle pendant l'entretien
				Questionnaire (questions à réponses libres et à échelle)

Tableau 20 : présentation des hypothèses

4.2.3 Résultats

4.2.3.1 Observations

Le premier constat qui nous frappe est le suivant : alors que nous prenions pour acquise la compréhension du fonctionnement du système par les sujets au vu des différentes phases d'apprentissage effectuées en amont des tests, leur prise en main s'est avérée plus complexe. Certains sujets se sont approprié le système à des fins de perception (utiliser le bouton pour

percevoir leur environnement) et à des fins de communication. La distinction de ces deux usages (percevoir/donner à voir) pourrait être due à l'alternance des situations S1 et S2 qui propose au sujet de tester soit l'un, soit l'autre, mais jamais les deux en même temps. Même si théoriquement, chaque contact du doigt avec le bouton est retransmis visuellement à l'extérieur du véhicule, les participants ne voient pas la conséquence directe de leurs actions avec le bouton dans l'environnement⁶².

En regardant l'usage qui est fait du bouton par les sujets, les résultats préliminaires indiquent une corrélation entre une zone précise et un usage dédié. La zone supérieure du bouton (soit le « devant » du véhicule) est utilisée pour connaître les distances avec les autres véhicules, et vérifier la corrélation entre ce qui est détecté via le bouton et ce que le conducteur voit dans l'environnement. Les zones latérales basses concernent les angles morts, utilisés pendant les changements de voie. La zone inférieure (soit « l'arrière du véhicule ») est la plus sollicitée, quel que soit le scénario : elle permet aux conducteurs de percevoir la présence et l'activité potentielle des usagers de la route à l'arrière du véhicule équipé. Elle permet de contrôler la distance des autres véhicules lors des changements de voie et des rabattements.

Nous observons également non pas une typologie d'utilisation comme le suggérait notre hypothèse, mais plusieurs typologies dont une qui consiste à laisser le doigt immobile à l'arrière du bouton, afin de ne regarder les rétroviseurs que lorsque la présence d'un véhicule à l'arrière de celui du sujet est confirmée tactilement. Cela s'est notamment observé en S1b, où les sujets ont eu à cœur de trouver des solutions techniques sur la base du bouton pour compenser l'absence des rétroviseurs. Lors du passage à la situation suivante (S1c), certains sujets ont conservé leur modèle de fonctionnement basé sur la compensation de l'absence des rétroviseurs, malgré la disponibilité de ceux-ci.

Un premier regard sur ces résultats nous permet de noter l'émergence de catégories relationnelles générales, relativement indépendantes du contexte, mais soumises à un fort effet sujet. Quant à la question de l'expérience vécue du conducteur selon la modalité sensorielle (nature du dispositif) impliquée, elle ressort comme étant plutôt négative avec le bouton au premier abord. Cela s'explique par le biais introduit par le format de l'étude, qui remplace les rétroviseurs (S1a) par le bouton (S1b), faisant perdre ses repères perceptifs aux sujets.

4.2.3.2 Résultats quantitatifs

Comme décrit en introduction de cette étude, plusieurs données ont été enregistrées afin d'étudier les comportements des participants à l'expérimentation. Ces données constituent la mesure de la performance des participants dans certaines tâches. Nous rappelons la nature de ces données :

- Enregistrement de l'attention visuelle des participants
- Enregistrement de l'attention tactile des participants

Le détail des données est présenté en Annexe C.2.

⁶² Nous verrons un peu plus loin qu'une partie d'entre eux n'a pas conscience de la visibilité de leur action sur le bouton pour autrui.

Enregistrement de l'attention visuelle des participants

À l'aide de l'occulomètre, nous avons enregistré l'attention visuelle des participants afin de déterminer l'incidence de l'absence de rétroviseurs/la présence du bouton sur leur attention. Nous avons déterminé quatre zones de perception visuelle : le rétroviseur gauche, le rétroviseur droit, le rétroviseur central et le pare-brise (Figure 79). Nous considérons que la zone « pare-brise » indique que le sujet est attentif à la situation devant lui, et que tout regard porté sur les zones « rétroviseurs » consiste à déporter son attention ailleurs.



Figure 79 : Zonage de L'attention visuelle du participant. La zone bleue correspond au rétroviseur gauche, la zone grise au rétroviseur central, la zone verte au pare-brise (le rétroviseur droit n'apparaît pas sur l'image). Les QR Code (encadrés en rouge) permettent de détecter automatiquement les zones pendant la conduite malgré les mouvements de tête du sujet équipé de l'occulomètre.

Les données brutes recueillies nous permettent d'observer une tendance d'attention (Figure 80) : les participants semblent plus attentifs au devant de la route en S1b. Cela s'explique facilement par l'absence de rétroviseurs qui permet au conducteur de conserver son attention sur la scène. Cela souligne le fait que le bouton est facile à saisir et ne nécessite pas que le conducteur décroche le regard de la route pour le trouver visuellement.

	Réto gauche Ratio d'attention	Pare-Brise Ratio d'attention	Réto intérieur Ratio d'attention	Réto droit Ratio d'attention
S1A	2,505	72,023	5,680	0,090
S1B	0,798	83,290	0,167	0,041
S1C	2,235	71,532	7,024	0,042

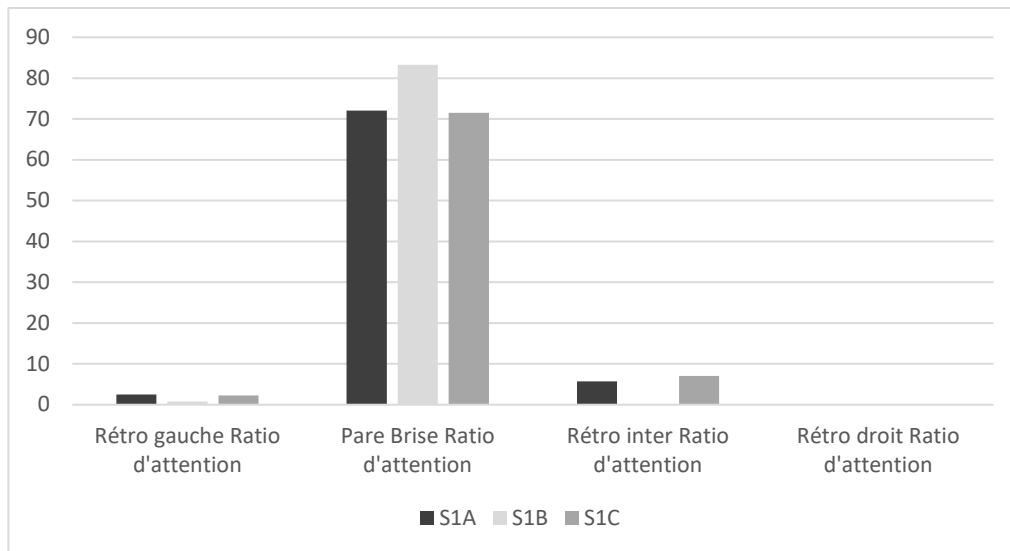


Figure 80 : Moyenne du ratio d'attention des participants selon les zones pour les scénarios S1a,b,c, tous groupes confondus

Afin d'étudier plus finement l'effet des conditions et de l'ordre de passage de ces dernières, nous effectuons une analyse de la variance des données pour toutes les variables Y avec deux X : la condition et l'effet de groupe (appelé « en premier »).

	R ²	F	Pr > F	en premier		Condition	
Rétro gauche Ratio d'attention	0,300	8,009	0,000	3,305	0,074	10,360	0,000
Pare Brise Ratio d'attention	0,339	9,571	0,000	0,870	0,355	13,921	0,000
Rétro inter Ratio d'attention	0,451	15,336	0,000	0,019	0,891	22,994	0,000
Rétro droit Ratio d'attention	0,027	0,512	0,675	0,020	0,889	0,759	0,473

Tableau 21 : Synthèse de la significativité pour tous les Y

	S1 C	S1 B	S1 A	Pr > F(Modèle)	Pr > F(Condition)
Rétro gauche Ratio d'attention	2,236 b	0,799 a	2,505 b	0,000	0,000
Pare Brise Ratio d'attention	71,533 a	83,300 b	72,024 a	< 0.0001	< 0.0001
Rétro inter Ratio d'attention	7,024 b	0,168 a	5,681 b	< 0.0001	< 0.0001
Rétro droit Ratio d'attention	0,042 a	0,042 a	0,091 a	0,675	0,473

Tableau 22 : résultats de l'analyse de la variance des zones d'intérêt visuelles des participants : Synthèse (Moyennes estimées) - Condition

Les Tableau 21 et Tableau 22 démontrent l'absence d'effet de groupe (seulement une tendance isolée se dessine), et plusieurs différences significatives de l'effet condition. Il est nécessaire de prendre du recul sur ces résultats : en effet, si S1b est significativement différent de S1a et S1c, cela est simplement dû au fait que les participants n'ont pas eu d'accès aux rétroviseurs pendant S1b.

Nous notons toutefois un effet du scénario dans les ratios d'attention des conducteurs sur le pare-brise ((F_(3;56) = 9,571; p<0,001), Figure 81).

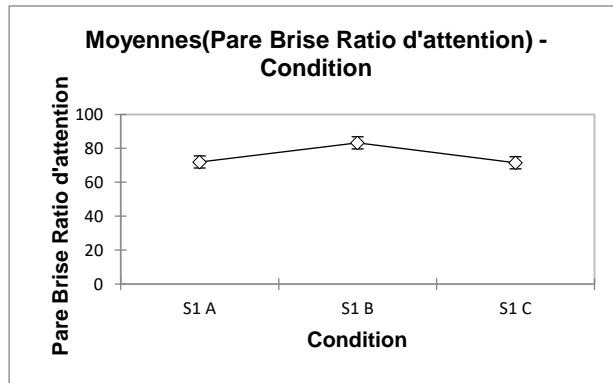


Figure 81 : Le ratio d'attention (pare-brise) des participants dans le scénario S1b est significativement différent du ratio d'attention des participants dans les scénarios S1a et S1c

S'il est évident que l'attention des sujets est essentiellement concentrée sur la route (pare-brise), nous notons que ce ratio d'attention est significativement supérieur en S1b, ce qui signifie que l'usage du bouton permet au conducteur de mieux se focaliser sur son environnement direct pendant la conduite.

Prises individuellement, les données visuelles des participants sont très disparates⁶³. Cela peut s'expliquer par les stratégies d'exploration et de contrôle de l'environnement propre à chaque sujet.

Enregistrement de l'attention tactile des participants

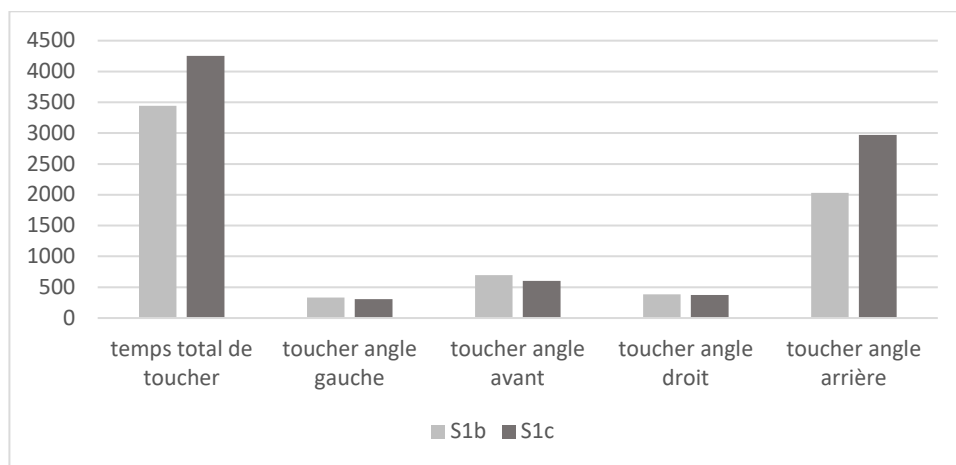


Figure 82 : Moyenne du temps de contact (secondes) du doigt avec le bouton par les sujets en S1b et S1c

Le relevé des moyennes d'utilisation des zones avant/arrière/gauche/droite du bouton dans les scénarios S1b et S1c nous montre que le temps (en secondes) de touchers (contact du doigt avec le bouton) est supérieur en S1c (Figure 82). Plusieurs raisons ont été évoquées par les sujets qui ont « pris l'habitude » -S1c intervenant après S1b-, ou ont plus confiance dans

⁶³ Les mesures oculométriques sont de qualité variable selon les sujets. Cependant, cette qualité est constante pour chaque sujet, ce qui signifie que les données globales sont bonnes (si un sujet bougeait très fréquemment la tête, impactant les données traitées, alors cet impact est le même pour toutes les données du même sujet, donc la différence s'applique à chacune des catégories comparées (rétro droit, gauche, temps de regard, etc.).

l'usage du bouton qui ne se substitue plus au contrôle visuel de l'environnement⁶⁴. Certains sujets l'ont également utilisé pour vérifier le bon fonctionnement du bouton et pour vérifier le décalage entre l'appréciation visuelle et tactile des distances.

Tous scénarios confondus, le bouton est majoritairement utilisé sur sa zone basse lorsqu'on le divise en quatre zones distinctes (Figure 83).

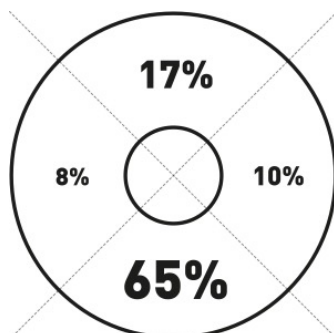


Figure 83 : ratio d'utilisation du bouton scénario B et C confondus (calculé sur la base du nombre de secondes cumulées de contact du doigt avec le bouton)

Afin d'étudier plus finement l'effet des conditions et de l'ordre de passage de ces dernières, nous effectuons une analyse de la variance de ces données (Tableau 23, Tableau 24).

	R ²	F	Pr > F	en premier		Condition	
temps total de toucher	0,315	8,587	0,000	0,009	0,925	12,876	0,000
Vibration lointaine (1)	0,178	4,034	0,011	0,374	0,543	5,864	0,005
Vibration intermédiaire (2)	0,217	5,165	0,003	1,177	0,283	7,159	0,002
Vibration proche (3)	0,226	5,459	0,002	0,022	0,884	8,177	0,001
Pas de vibration (4)	0,345	9,840	0,000	0,152	0,698	14,683	0,000
Toucher angle gauche	0,224	5,391	0,002	4,746	0,034	5,713	0,006
Toucher angle avant	0,184	4,216	0,009	0,269	0,606	6,190	0,004
Toucher angle droit	0,157	3,465	0,022	0,190	0,665	5,102	0,009
Toucher angle arrière	0,243	5,993	0,001	0,047	0,829	8,966	0,000

Tableau 23 : Synthèse de la significativité pour tous les Y

	S1 C	S1 B	S1 A	Pr > F(Modèle)	Pr > F(Condition)
Temps total de toucher	3616,250 b	3445,450 b	0,000 a	< 0.0001	< 0.0001
Vibration lointaine (1)	486,200 b	396,350 b	0,000 a	0,011	0,005
Vibration intermédiaire (2)	492,700 b	407,900 b	0,000 a	0,003	0,002
Vibration proche (3)	423,200 b	402,950 b	0,000 a	0,002	0,001
Pas de vibration (4)	2214,150 b	2238,250 b	0,000 a	< 0.0001	< 0.0001
Toucher angle gauche	260,000 b	330,000 b	0,000 a	0,002	0,006
Toucher angle avant	511,500 b	697,150 b	0,000 a	0,009	0,004
Toucher angle droit	319,050 b	386,600 b	0,000 a	0,022	0,009

⁶⁴ Lorsqu'une vibration en S1b est perçue, elle peut provoquer du stress chez le conducteur ne voit pas à quoi sa cause correspond. Il ne va donc pas forcément chercher l'information tactile sauf lorsqu'une manoeuvre à effectuer l'exige.

Toucher angle arrière	2525,700 b	2031,700 b	0,000 a	0,001	0,000
-----------------------	------------	------------	---------	-------	-------

Tableau 24 : résultats de l'analyse de la variance des zones d'intérêt visuelles des participants : Synthèse (Moyennes estimées) - Condition

Nous retrouvons des données dont la significativité est due à des conditions d'accès différentes : les sujets ont eu un usage du bouton significativement différent entre les conditions S1a,b,c, tout simplement parce qu'ils n'ont pas eu accès au bouton en S1a. Toutefois, ce tableau et les figures associées nous permettent de comparer les deux scénarios qui nous intéressent.

Ainsi, nous observons que la différence de temps total de toucher (soit la somme du nombre de secondes pendant lequel le doigt du participant est en contact avec le bouton) est significative entre S1a et S1b / S1a et S1c ; cependant, les données de S1b et S1c sont très proches ($(F_{(3;56)} = 8,587; p < 0,001)$). Ce constat s'applique aux données portant sur les retours haptiques du bouton (lorsque l'exploration du bouton donne lieu à la détection d'un autre véhicule), selon ses trois niveaux de fréquence⁶⁵.

Également, on remarque encore une fois l'absence de différence significative entre les scénarios S1b et S1c en termes d'utilisation du bouton, qu'il s'agisse de l'angle gauche ($(F_{(3;56)} = 5,391; p = 0,002)$; Figure 84), l'angle de devant ($(F_{(3;56)} = 4,216; p = 0,009)$, Figure 85), l'angle droit ($(F_{(3;56)} = 3,465; p = 0,022)$, Figure 86). Ces figures laissent observer une tendance d'usage légèrement supérieur de S1b comparativement à S1c. Nous ne retrouvons pas cette observation pour l'angle arrière ($(F_{(3;56)} = 5,993; p < 0,001)$, Figure 87).

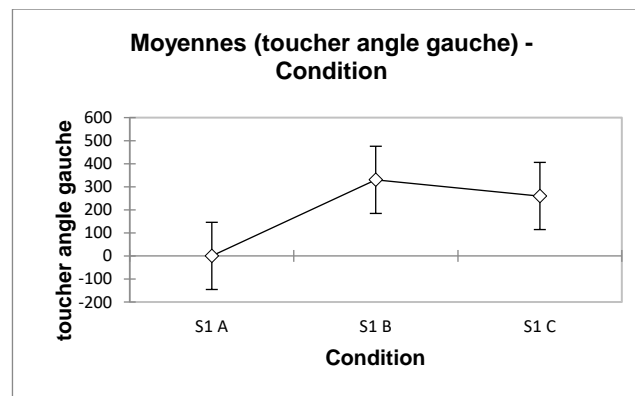


Figure 84 : La moyenne des sommes du temps de contact du doigt des sujets sur le côté gauche du bouton est significativement différente entre S1a et S1b, ainsi que S1a et S1

⁶⁵ Niveau 1 = détection d'une voiture lointaine / Niveau 2 = détection d'une voiture à distance intermédiaire / Niveau 3 = détection d'une voiture à proximité.

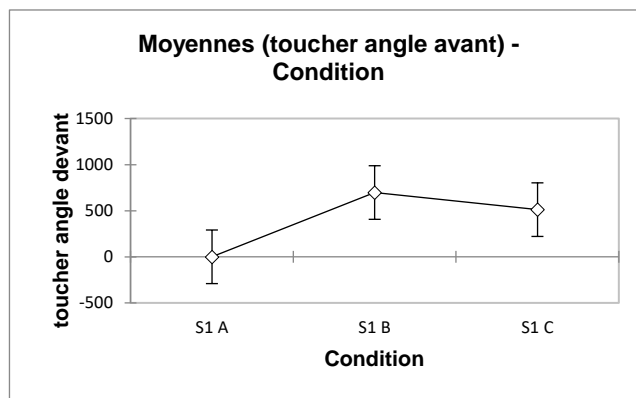


Figure 85 : La moyenne des sommes du temps de contact du doigt des sujets sur l'avant du bouton est significativement différente entre S1a et S1B, ainsi que S1a et S1c

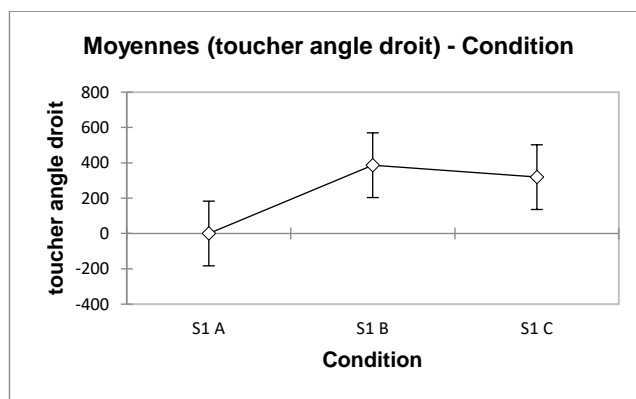


Figure 86 : La moyenne des sommes du temps de contact du doigt sur sujet sur le côté droit du bouton est significativement différente entre S1a et S1B, ainsi que S1a et S1c

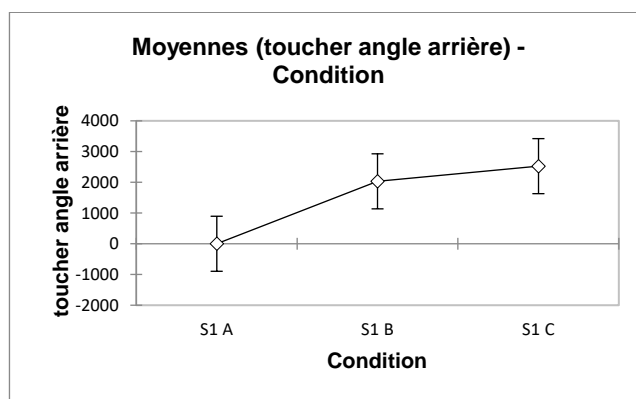


Figure 87 : La moyenne des sommes du temps de contact du doigt des sujets sur l'arrière du bouton est significativement différente entre S1a et S1B, ainsi que S1a et S1c

Cela corrobore notre analyse des résultats précédents qui mettait en avant le fait que les sujets puissent « avoir peur » de manipuler le bouton sans pouvoir confirmer visuellement la nature de l'objet du retour haptique (les contrôles haptiques avant et latéraux semblant servir à s'assurer du bon fonctionnement du bouton). Cette appréhension s'apparente plus à un jeu lorsque les rétroviseurs sont accessibles.

L'absence de différences significatives entre S1b et S1c permet de faire un constat relativement important : il n'y a pas de différence significative dans la stratégie d'utilisation du bouton par les sujets pour ces deux scénarios. Nous pouvons en déduire que **le fait d'avoir**

accès visuellement et tactilement à l'environnement impacte peu la manière d'utiliser le bouton.

Conclusion

Il apparaît que les temps de contrôle mesurés (temps passé à explorer tactilement son environnement via le bouton, ou temps passé à contrôler les rétroviseurs) sont respectivement compris entre 1,9 seconde et 329 secondes (moyenne : 127 secondes), et 0,8 seconde et 79 secondes (moyenne des trois rétroviseurs : 23,04 secondes). Le contrôle en modalité visuelle (S1a) apparaît comme significativement plus rapide que le contrôle en condition tactile (S1b). Quel que soit le temps de contrôle requis, tous les utilisateurs ont effectué leurs manœuvres (changement de voie, doublage, rabattement) sans incident, mais avec un degré de confiance moindre dans l'usage du bouton, que nous allons expliciter au travers des données qualitatives enregistrées.

4.2.3.3 Résultats qualitatifs

Plusieurs données ont été enregistrées afin d'étudier le ressenti des participants pendant l'expérimentation, et nous ont permis d'étayer les apports objectifs présentés à l'instant. Ces données correspondent à l'évaluation subjective des sujets dans l'exécution des tâches demandées. Nous rappelons la nature de ces données :

- Les réponses apportées par les sujets via un questionnaire à échelle.
- L'expérience vécue des sujets, recueillie pendant un entretien de stimulation mémorielle.
- Les réponses apportées par les sujets pendant un questionnaire (questions ouvertes).
- Le détail des données est présenté en annexe C.2.

Questionnaire à échelle

Nous nous intéressons aux réponses apportées par les participants à la fin de chacune des situations S1a, S1b, S1c et S2. Les questionnaires sont notés sur une échelle de 1 à 10, à la manière des tests d'ergonomie du Groupe Renault. Les questions posées sont inspirées de la classification de Adèle et Brangier (2013) qui permet d'étudier la relation que nous entretenons avec les artefacts technologiques selon une catégorisation spécifique⁶⁶. Certaines questions ont une tournure négative afin d'inciter le sujet à bien comprendre le sens desdites questions.

Dans un premier temps, nous comparons les situations S1a et S1b afin de déterminer l'apport d'une modalité sensorielle par rapport à l'autre, ces conditions permettant respectivement l'accès aux rétroviseurs OU l'accès au bouton⁶⁷.

Nous avons effectué une première analyse de la variance. On observe un effet de la condition sur certaines questions, mais nous n'observons aucun effet de groupe, soit le fait que les participants testent S2 (groupe A et B) avant S1 (groupe C et D). Nous avons donc fusionné les groupes A et B, qui ont pour caractéristique commune de proposer le même scénario au début des tests. Nous avons également fusionné les groupes C et D pour la même raison. La

⁶⁶ Utilité/utilisabilité, Sécurité, Hédonisme, Persuasion, Stimulation, Stratégie marketing, Facteurs organisationnels, Facteurs sociaux.

⁶⁷ Les questionnaires présentent les mêmes questions pour les deux modalités, visuelle (S1a) et tactile (S1b).

prise en compte de ces données via une nouvelle analyse de la variance permet de faire émerger les informations suivantes (Tableau 25).

	R ²	F	Pr > F	condition		En premier		condition*En premier	
L'interface est difficile d'accès	0,065	0,834	0,484	1,645	0,208	0,592	0,447	0,263	0,611
L'interface diminue mes capacités de perception de l'environnement	0,223	3,447	0,027	9,696	0,004	0,516	0,477	0,129	0,721
L'interface est efficace pour vérifier/contrôler mon environnement	0,460	10,236	< 0,0001	25,961	0,000	0,688	0,412	4,058	0,051
L'interface est pertinente dans tous contextes d'usage	0,345	6,334	0,001	4,271	0,046	2,179	0,149	12,552	0,001
L'interface est facile à utiliser	0,120	1,640	0,197	2,675	0,111	2,114	0,155	0,132	0,718
L'usage de l'interface est stimulant	0,204	3,071	0,040	3,214	0,081	3,214	0,081	2,786	0,104
L'interface est une source d'amusement lorsque je l'utilise	0,227	3,524	0,024	8,443	0,006	0,114	0,737	2,014	0,164
J'ai confiance dans l'usage de l'interface	0,448	9,743	< 0,0001	26,017	0,000	0,321	0,574	2,891	0,098
Percevoir mon environnement via l'interface est intéressant	0,061	0,780	0,513	0,629	0,433	0,855	0,361	0,855	0,361
L'interface me donne envie d'explorer davantage mon environnement	0,064	0,821	0,491	0,034	0,856	0,093	0,762	2,335	0,135

L'interface permet de mieux se focaliser sur la route devant moi	0,162	2,326	0,091	5,175	0,029	0,003	0,954	1,800	0,188
L'interface augmente mes capacités de perception	0,159	2,268	0,097	4,245	0,047	0,031	0,861	2,526	0,121
Je sens que je peux progresser dans l'usage de l'interface	0,406	8,205	0,000	19,978	0,000	0,321	0,575	4,316	0,045
L'interface encourage la coopération, la sociabilité des autres conducteurs	0,148	2,091	0,119	0,032	0,858	4,938	0,033	1,302	0,261

Tableau 25 : résultats de l'analyse de la variance des questions posées aux participants

On constate qu'à l'affirmation « l'interface⁶⁸ diminue mes capacités de perception de l'environnement », les réponses sont significativement plus marquées pour le bouton ($F_{(3;36)}=3,447$; $p=0,027$) (Figure 88). Nous avons pu en effet nous rendre compte de la difficulté des sujets à s'approprier le système. Comme nous le verrons plus tard, ces difficultés sont justifiées par les sujets par une perte de repères liés à l'usage routinier des rétroviseurs, et un manque d'apprentissage.

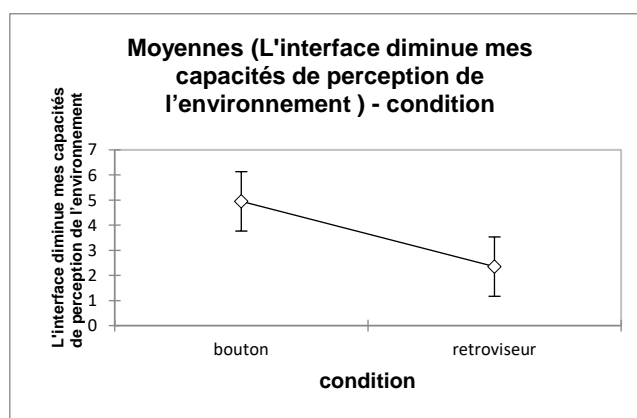


Figure 88 : le bouton et les rétroviseurs diminuent les capacités de perception de l'environnement différemment

Cela se confirme avec les réponses apportées à l'affirmation suivante : « je sens que je peux progresser dans l'usage de l'interface ». Le bouton est alors significativement considéré comme encore non maîtrisé par les sujets ($F_{(3;36)}=8,205$; $p<0,001$) (Figure 89). Cela s'explique aisément par le facteur nouveauté du système testé pour la première fois par des sujets dont les comportements sont déjà conditionnés par l'usage des rétroviseurs, qui fait l'objet d'un apprentissage en auto-école, comme l'ont également souligné plusieurs sujets.

⁶⁸ Le terme « interface » désignant soit les rétroviseurs, soit le bouton de EyeZ selon la situation testée (respectivement S1a et S1b).

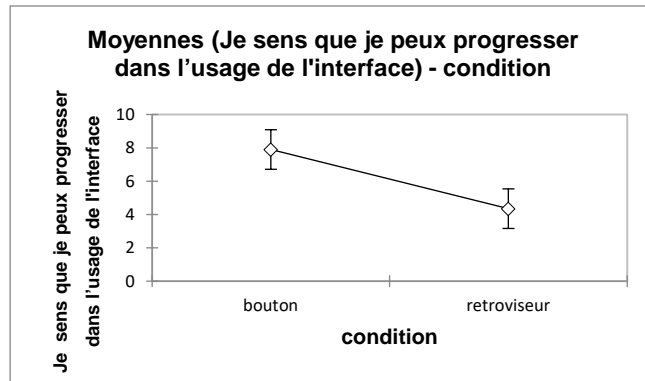


Figure 89 : les sujets sentent qu'ils peuvent progresser différemment dans l'usage du bouton et des rétroviseurs

Cet aspect nouveauté impacte logiquement l'appréhension dans l'usage du bouton par les participants qui, à l'affirmation « j'ai confiance dans l'usage de l'interface », valorisent significativement les rétroviseurs ($F_{(3;36)}= 9,743$; $p<0,001$) (Figure 90). Rappelons que dans la situation S1b, les sujets n'ont pas accès à leurs rétroviseurs et les situations nécessitant une vérification de l'environnement arrière deviennent très vite anxiogènes sans confirmation visuelle possible.

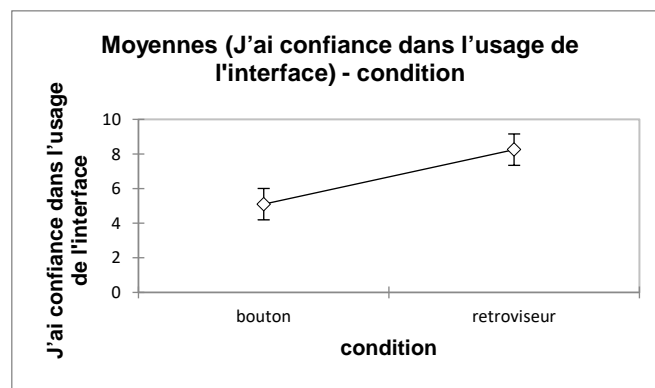


Figure 90 : le bouton et les rétroviseurs donnent confiance aux sujets différemment

Cette difficulté amène les sujets à considérer de manière significative les rétroviseurs comme plus efficaces pour vérifier et contrôler leur environnement ($F_{(3;36)}= 10,236$; $p<0,001$) (Figure 91).

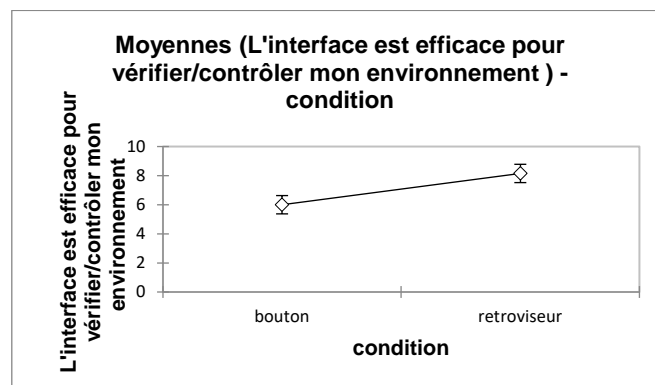


Figure 91 : le bouton et les rétroviseurs diffèrent en termes d'efficacité du contrôle de l'environnement par le sujet

De la même manière, les participants considèrent que les rétroviseurs augmentent plus leur capacité de perception par rapport au bouton ($F_{(3;36)}= 2,268$; $p=0,097$) (Figure 92). Cela est en accord avec la première question à échelle, identique mais posée de manière négative.

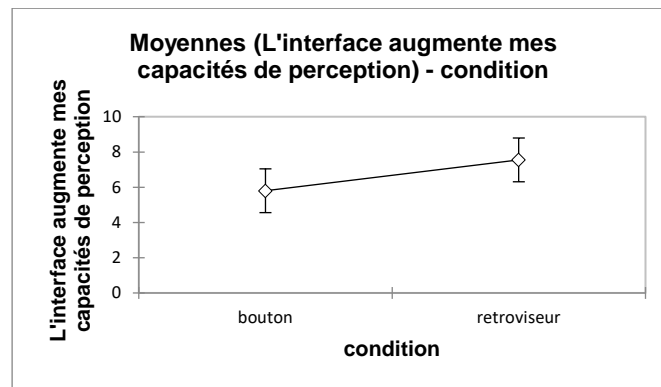


Figure 92 : une tendance se dessine quant au fait que le bouton et les rétroviseurs diffèrent en termes d'augmentation des capacités de perception du sujet

Cependant, cette utilisabilité est contrebalancée par l'aspect ludique de la manipulation du bouton. Ainsi, à l'affirmation « l'interface est une source d'amusement lorsque je l'utilise », les sujets privilégient significativement le bouton par rapport aux rétroviseurs ($F_{(3;36)}= 3,524$; $p=0,024$) (Figure 93). Nous questionnerons plus précisément, à travers leurs verbatim, l'attrait des participants pour le bouton, au-delà du facteur de la nouveauté du système.

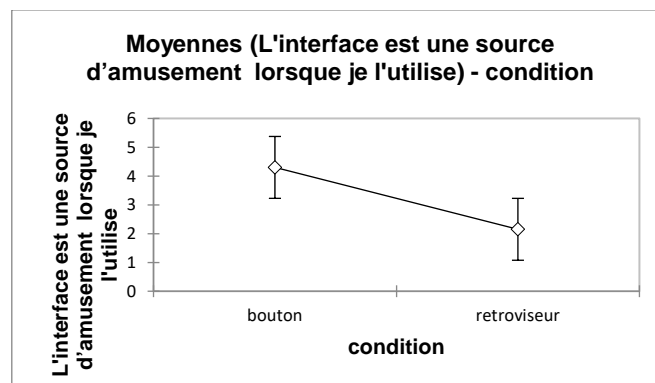


Figure 93 : le bouton et les rétroviseurs diffèrent en termes de source d'amusement lorsque le sujet les utilise

Nous notons également que malgré le manque de confiance des participants vis-à-vis de l'usage du bouton, il ressort qu'il est « l'interface (qui) permet le mieux de se focaliser sur la route devant moi » ($F_{(3;36)}= 2,326$; $p=0,091$) (Figure 94). Ce résultat est à nuancer puisque la situation S1b ne permettait pas de regarder ailleurs que devant soi. Ce résultat appuie toutefois les données qualitatives qui vont suivre.

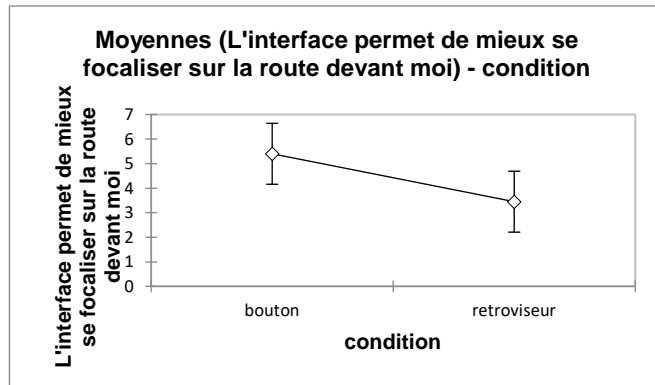


Figure 94 : le bouton et les rétroviseurs diffèrent en termes de possibilité de se focaliser sur la route lorsque le sujet les utilise

Nous trouvons également que les participants se projettent assez peu dans l'utilisation du bouton qui ne constitue pas pour eux un référentiel connu (affirmation : « l'interface est pertinente dans tous les contextes d'usage ») ($F_{(3;36)} = 6,334$; $p < 0001$) (Figure 95). En d'autres termes, les sujets ne perçoivent pas immédiatement un potentiel d'utilisation du système, tous groupes confondus.

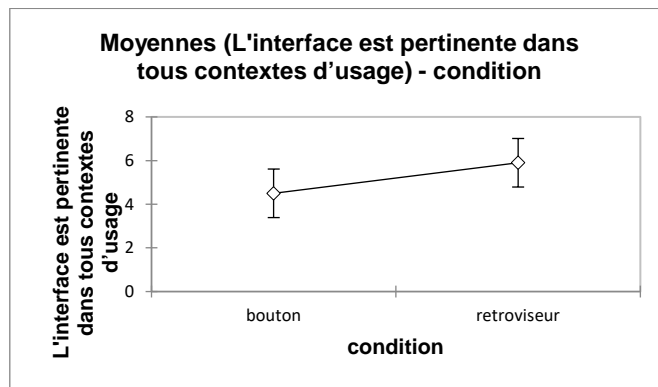


Figure 95 : le bouton et les rétroviseurs ne diffèrent pas significativement en termes de possibilité de pertinence dans les contextes d'usage proposés

Cela se confirme avec les questions annexes posées aux sujets concernant différents scénarios d'usage où les rétroviseurs sont systématiquement privilégiés (Figure 96).

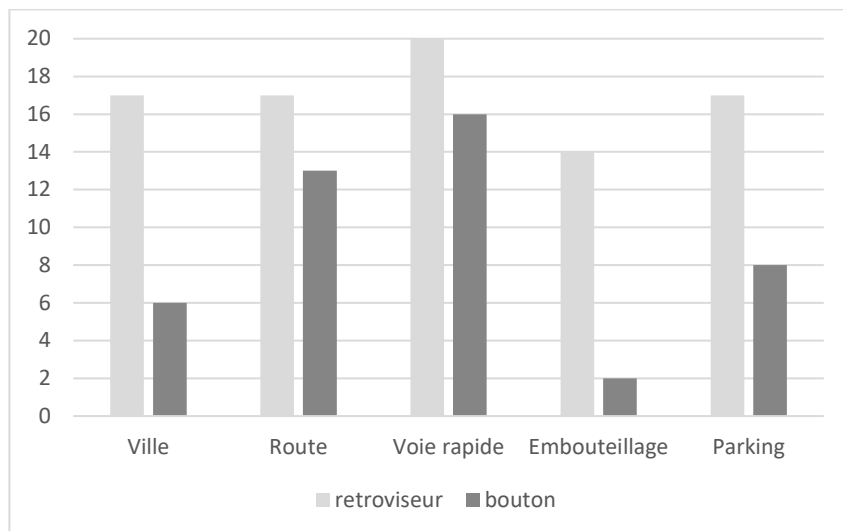


Figure 96 : nombre de sujets privilégiant les rétroviseurs et le bouton selon les contextes proposés

On relèvera que les sujets considèrent plus stimulant l'usage du bouton ($F_{(3;36)}= 3,071$; $p=0,040$) (Figure 97). Si cette donnée n'est pas significative, elle souligne toutefois une tendance qui nous montre que la mise en difficulté du conducteur en S1b ne l'empêche pas d'entrevoir le potentiel du système testé.

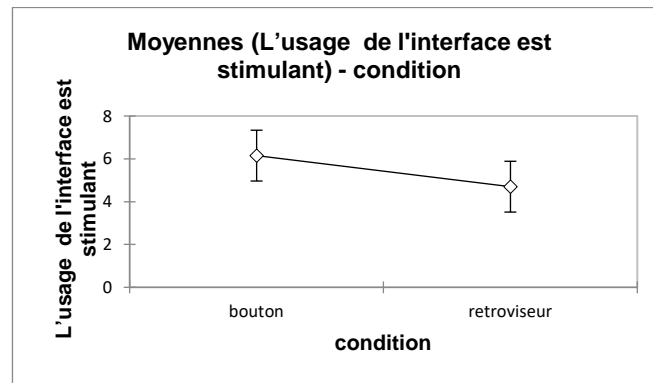


Figure 97 : les sujets ont tendance à trouver le bouton plus stimulant que les rétroviseurs

Pour finir, les réponses à l'affirmation « L'interface encourage la coopération, la sociabilité des autres conducteurs » n'ont pas été significativement différentes entre les deux conditions ($F_{(2;37)}= 2,465$; $p<0,0859$). Cela appuie le fait que très peu de sujets ont fait le lien entre la manipulation du bouton et la représentation visuelle de celle-ci pendant le test des situations S1a et S1b. On remarque cependant la présence d'un effet significatif du groupe (soit l'ordre de passage des conditions) ($F_{(3;36)}= 2,091$; $p=0,119$). Ainsi, les sujets qui ont commencé les tests par S2 trouvent que l'interface encourage la sociabilité des autres conducteurs. Ils sont en effet les plus à même de faire le rapprochement entre les signaux envoyés par les autres véhicules et la manipulation de leur bouton.

Les affirmations suivantes n'ont pas été l'objet de différences significatives :

- « L'interface est difficile d'accès ». Cela peut s'expliquer par le fait que les participants ont considéré l'affirmation sous un angle ergonomique. Si l'utilisation du bouton relève moins du réflexe que EyeZ, sa manipulation reste globalement appréciée.
- « L'interface est facile à utiliser ». L'absence de différence significative peut également être expliquée de la même manière que l'affirmation précédente.
- « Percevoir mon environnement via l'interface est intéressant ». Cela peut s'expliquer par le fait que le terme « intéressant » n'est pas adapté à l'activité qu'il qualifie.
- « L'interface me donne envie d'explorer davantage mon environnement ». L'absence de différence significative peut également être expliquée de la même manière que l'affirmation précédente : « donner envie » est un terme fort qui a pu être interprété différemment par les sujets.

Dans un second temps, nous regardons les résultats des questions à échelle posées à la fin de la passation de la situation S1c. Cette dernière, quel que soit le groupe du sujet, suit les situations S1a et S1b. Les participants ont donc un peu plus de recul sur l'usage du bouton, les possibilités qu'il offre.

Nous constatons que les sujets soulignent l'émergence d'une complémentarité entre l'usage des rétroviseurs et l'usage du bouton (Figure 98). Celle-ci est détaillée dans les résultats qualitatifs.

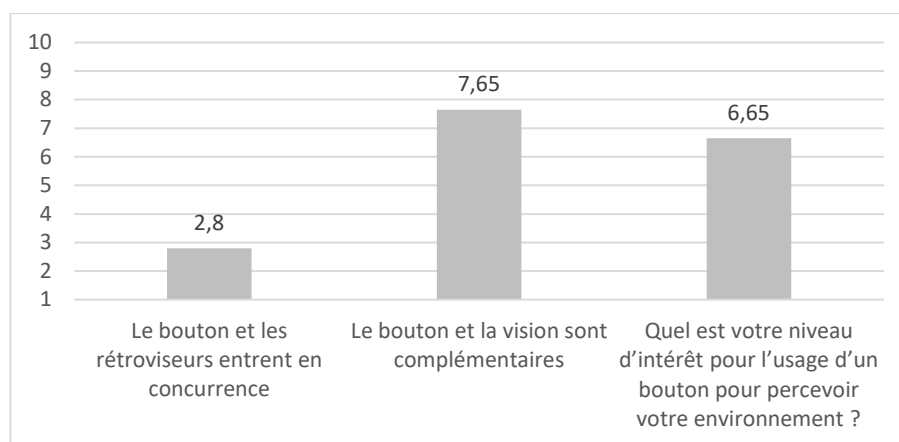


Figure 98 : moyenne des notes données par les sujets aux questions qui leur sont posées à la fin du scénario S1c

Dans un troisième temps, nous regardons les résultats des questions à échelle posées à la suite de la passation de la situation S2. Nous rappelons que celle-ci ne fait pas l'objet d'une comparaison de modalités sensorielles, puisque nous observons les comportements et réactions des participants face à des véhicules dotés d'un bandeau lumineux. La situation S2 est proposée soit en début de session, soit après les situations S1a,b,c. De manière surprenante, les résultats semblent montrer qu'il n'y a pas d'effet du facteur groupe sur les résultats. Autrement dit, il semblerait que le fait de commencer par S2 ou S1 n'a pas d'impact sur la manière d'appréhender le système par les sujets.

Nous nous apercevons par ailleurs qu'en moyenne, les participants se montrent intéressés par EyeZ. Cela se dessine nettement à travers les résultats de notre dernière question « Comment vous positionnez-vous en tant qu'utilisateur du bouton selon les trois catégories suivantes ? Rejet/acceptation/symbiose⁶⁹ » (Adele et Brangier 2013). 4 ont répondu « rejet », 25 ont répondu « acceptation », 1 a répondu « symbiose ». La sous-représentation de cette dernière catégorie ne permet pas de généraliser les réponses apportées ni de traiter statistiquement les résultats. Elle permet cependant de dégager une tendance dans les réponses des participants selon leur notation.

Verbatim et questionnaires

Dans une démarche de synthèse des données, nous traitons les verbatim des participants associés aux questionnaires, soit les remarques exprimées pendant les différentes situations de conduite et les réponses apportées aux questions ouvertes. L'effet de groupe que nous étions en droit d'attendre — ou le fait d'effectuer un scénario avant un autre — n'a révélé aucune modification significative des comportements selon les retours qualitatifs. Pour cette raison, nous classifions les réponses des sujets selon les scénarios effectués, sans tenir compte de l'ordre de passation de ceux-ci.

⁶⁹ Cette échelle est conçue et détaillée par Adele et Brangier (2013)

S1a

La fin du scénario S1a est sanctionnée par les questions suivantes :

- Dans quel contexte avez-vous utilisé vos rétroviseurs pour percevoir les autres conducteurs ?
- Avez-vous utilisé vos rétroviseurs pour d'autres raisons ?
- Quels avantages trouvez-vous à ce moyen de perception de l'environnement ? Qu'est-ce qui vous attire, que vous aimez ?
- Quels inconvénients trouvez-vous à ce moyen de perception de l'environnement ? Quelles sont ses limites, ce que vous n'aimez pas ?

Ces questions ont pour objectif de faire émerger les tendances d'usages des participants et les problèmes rencontrés pendant leur interaction avec le dispositif évalué. Dans le cadre du scénario S1a, les rétroviseurs étaient concernés par les questions.

Aux premières questions « Dans quel contexte avez-vous utilisé vos rétroviseurs pour percevoir les autres conducteurs ? Avez-vous utilisé vos rétroviseurs pour d'autres raisons ? », les participants se retrouvent dans des utilisations communes : « *Pour savoir si j'ai le temps d'effectuer mes manœuvres* » (sujet 4); « *Anticiper, se rabattre, dépasser, tendance à pas mal anticiper, pour doubler* » (sujet 22); « *Gauche = doubler, droite = rabattement, central fréquemment* » (sujet 24); « *de manière automatique* » (sujet 12, 14, 17, 25, 26, 31).

Si l'utilisation des rétroviseurs est favorisée en amont des manœuvres effectuées par les conducteurs, ceux-ci soulignent également leur rôle dans le rapport avec les autres usagers de la route : « *Régulièrement je m'informe et je vérifie ce que je regarde. Et pour voir la vitesse relative des véhicules par rapport à moi* » (sujet 1); « *Comprendre le comportement des automobilistes* » (sujet 17); « *Pour regarder la tête des gens, en ville, voir comment ils conduisent et à qui j'ai affaire, selon leur comportement, s'il me colle je veux savoir pourquoi* » (sujet 22); « *Pour s'adapter aux autres, voir ce qu'ils font* » (sujet 6). On retrouve les verbatim similaires à ceux recueillis pendant notre premier terrain (voir Section I).

À la question « Quels avantages trouvez-vous à ce moyen de perception de l'environnement ? Qu'est-ce qui vous attire, que vous aimez ? », les participants mentionnent tout d'abord la confiance qu'ils ont dans ce système : « *Ils me servent à s'assurer, se rassurer* » (sujets 4, 6, 17, 22, 25); « *Je fais confiance à 100 % au visuel* » (sujet 14). Cette confiance s'explique par l'inscription de l'utilisation des rétroviseurs dans leurs habitudes de conduite : « *C'est une habitude parce qu'on a appris à le faire* » (sujet 14, 27); « *Ça m'a été appris comme ça* » (sujet 28). L'usage est ainsi facilité, car devenu un réflexe.

On remarque que les sujets qui ont testé le bouton (S1b) avant les rétroviseurs (S1a) mettent l'accent sur la facilité de perception de l'environnement via les rétroviseurs, comparés au bouton : « *Avoir rapidement en un coup d'œil une compréhension de ce qu'il y a autour de moi c'est plus simple que toucher... Mais c'est quelque chose qui s'apprend avant d'être confortable dans l'usage* » (sujet 7); « *Je capte mieux les distances, les vitesses. Je comprends plus vite leurs intentions, je fais le lien avec la vitesse. Je peux faire un check juste en changeant les yeux de position, je n'ai pas besoin de faire d'autres mouvements. Sauf avec les latéraux, et c'est ça que j'apprécie avec le bouton, avoir l'info sans tourner la tête* » (sujet 17). La facilité n'est pas tant rattachée à la complexité du geste nécessaire à l'exploration du bouton, mais à l'habitude de perception.

De manière marginale, trois sujets ont souligné l'intérêt technique des rétroviseurs : « *Ça ne bugge pas, c'est pas technologique. Si c'était des caméras, il pourrait y avoir de la latence. Il*

faut avoir confiance en la techno. Robuste ne veut pas dire fiable » (sujet 1); « *Pas d'ambiguïté, on sait que c'est la réalité, pas d'interprétation possible »* (sujet 12), « *On les connaît, ça reproduit "la vraie vie" »* (sujet 13). Ces avantages sont autant de points qui ont été critiqués à la suite de l'essai du bouton seul.

À la question « *Quels inconvénients trouvez-vous à ce moyen de perception de l'environnement? Quelles sont ses limites, ce que vous n'aimez pas?* », les participants mettent en avant deux problématiques, fonctionnelle et esthétique. Sans surprise, l'angle mort est évoqué par la quasi-totalité des participants (17 sujets sur 20), mais également le détournement de l'attention (15 sujets sur 20). La bonne perception de l'environnement est primordiale, mais celle-ci est amoindrie par certains aspects des rétroviseurs : « *On a pas la même perception des distances avec les miroirs internes/externes. La nuit tu perds beaucoup d'intérêt, quand tu vois que les phares »* (sujet 25). Un point repris par le sujet 27 : « *Pour les trucs lointains, on a une mauvaise estimation de la vitesse »*, le sujet 29 : « *C'est dur d'évaluer si un véhicule se rapproche »* et le sujet 12 : « *La continuité de la vision change entre les différents rétros. Les distances perçues sont pas les mêmes »*.

Moins évoquées, les problématiques esthétiques concluent les inconvénients remarqués par les participants : « *Ça prend de la place, ça se casse, on doit le régler pour chaque personne. On doit le nettoyer »* (sujet 1). Le sujet 21 souligne « *l'erreur esthétique » liée à la présence des rétroviseurs sur les véhicules, « nuisant au design de la voiture »*. À l'inverse, le sujet 22 déplore « *une visibilité de plus en plus mauvaise sur le rétroviseur central à cause des nouveaux designs de voitures qui réduisent la vitre arrière »*.

S1b

Le scénario S1b se conclut de la même manière que le scénario S1a, les questions étant alors adaptées au dispositif testé, soit le bouton.

- Dans quel contexte avez-vous utilisé le bouton pour percevoir les autres conducteurs ?
- Avez-vous utilisé le bouton pour d'autres raisons ?
- Quels avantages trouvez-vous à ce moyen de perception de l'environnement ? Qu'est-ce qui vous attire, que vous aimez ?
- Quels inconvénients trouvez-vous à ce moyen de perception de l'environnement ? Quelles sont ses limites, ce que vous n'aimez pas ?

Aux questions « *Dans quel contexte avez-vous utilisé le bouton pour percevoir les autres conducteurs? Avez-vous utilisé le bouton pour d'autres raisons?* », les participants adoptent différentes stratégies face à l'obligation d'utiliser le bouton pour percevoir leur environnement inaccessible visuellement. Pour cette raison, la zone la plus explorée tactilement concerne l'arrière du véhicule des sujets : « *Je garde mon doigt sur l'arrière pour vérifier. Et juste pour voir si ça fonctionne quand je pense à côté d'une voiture »* (sujet 1); « *Je suis tout le temps à l'arrière comme le rétro »* (sujet 4); « *Je suis tout le temps, j'arrête pas d'explorer comme je le fais en visuel. Beaucoup à l'arrière, pas à l'avant parce que j'ai le visuel »* (sujet 30); « *Je repère si des véhicules s'approchent ou pas. S'il y a des vibrations, il y a quelqu'un derrière moi »* (sujet 31). Nos résultats quantitatifs montrent que la moyenne de la zone la plus explorée reste sensiblement la même pour tous les participants. Cependant, **les stratégies d'exploration diffèrent fortement selon les sujets**. Par exemple, le sujet 4 laisse son doigt à l'arrière du bouton en continu, pour augmenter sa conscience de l'environnement. Le sujet 31 adopte un comportement similaire, tout en gardant son doigt mobile pour percevoir une plus grande zone de l'environnement. Si certains sujets utilisent le bouton de manière

continue, d'autres le sollicitent ponctuellement, notamment afin d'anticiper une manœuvre : « *je le touche juste changer de voie, je vais pas chercher l'info sinon* » (sujet 22) ; « *Principalement pour dépasser. Surtout le devant. Et côté gauche quand je dépasse* » (sujets 6, 7) ; « *Pour doubler, me rabattre, si je suis suivi, et connaître la distance. Ça remplace les rétros* » (sujets 24, 6). Le sujet 27 indique que « *De temps en temps je fais un petit tour de radar pour savoir ce qu'il se passe* ». Le sujet 16 adopte la même technique du « *“coup d'œil” de temps en temps pour voir les autres* » via le bouton, à l'inverse du sujet 23, qui « *n'a pas cherché à savoir s'il y avait des véhicules autour* ».

Les trois fréquences haptiques de EyeZ ont servi de supports à plusieurs sujets pour créer un « *régulateur adaptatif manuel* » (sujet 12). Le sujet 16 « *touche plusieurs fois le bouton pour sentir une baisse d'intensité* », comme les sujets 3 et 25 qui veulent savoir « *si je respecte les distances de sécurité. Instinctivement je m'en sers devant* » et « *pour se rendre compte de la distance avec les véhicules que tu as dans le champ visuel. Confirmation/conforme à ce que je vois* ».

La conscience de la présence d'autrui dans l'environnement non accessible visuellement permet d'éviter d'être surpris. Pour cette raison, les sujets qui conservaient le doigt à l'arrière du bouton ont été moins surpris que ceux qui l'utilisaient ponctuellement, par exemple lors du dépassement rapide d'un véhicule simulé⁷⁰.

Deux participants qui ont commencé le test par le scénario S2, nous ont fait part de leur compréhension de l'impact visuel de leur exploration : « *Je signale devant que je souhaite doubler, en plus du clignotant. C'est comme un système pour les aveugles. Je signale que je sors quand je double. Là comme je file tout droit j'ai pas besoin de communiquer, d'interagir avec quelqu'un* » (sujet 21) ; « *Je m'en sers vachement comme scan, mais je pensais pas du tout à signaler ma présence. Je touche pas tout le temps j'en ai pas besoin. C'était majoritairement pour scanner derrière moi* » (sujet 17). On peut s'attendre de fait à une meilleure interprétation de l'aspect communicatif du système pour les groupes ayant débuté par le scénario S2. Cependant, on retrouve des considérations similaires pour deux participants des groupes qui ont commencé par S1 : « *Le bouton c'était aussi pour l'avertir que j'étais là et pour avoir la certitude qu'il reste dans sa voie. Pour prévenir. Pour me sécuriser* » (sujet 23, 30). Cela souligne une nouvelle fois que le fait de passer une modalité sensorielle avant l'autre n'a pas de conséquence significative : il semblerait que la démonstration du système en amont des tests a été assimilée de manières variées par les sujets, quelque soit le groupe qui leur a été attribué.

À la question « *Quels avantages trouvez-vous à ce moyen de perception de l'environnement ? Qu'est-ce qui vous attire, que vous aimez ?* », les participants ont vu en le bouton tactile la possibilité de combler les lacunes des rétroviseurs : « *Pour les angles morts je cherche la confirmation pour être sûr* » (sujets 1, 26) ; « *Permet de ne pas quitter la route des yeux, on ne jongle plus avec les rétros* » (sujets 4, 17, 25) ; « *Ne pas s'occuper de derrière c'est cool* » (sujet 22) ; « *La mesure des distances est plus précise que les yeux* » (sujets 7, 25) ; « *Je peux “voir” des choses qui ne sont pas dans mon champ de vision, me dit si je dois me méfier* » (sujets 23, 24) ; « *J'aime bien le principe du radar militaire. On peut regarder tranquillement ce qui se passe autour. Aperçu rapide de l'environnement, et tu continues à regarder ce qui se passe devant. Ça donne des possibilités* » (sujet 27).

⁷⁰ (Interaction 3 du scénario S1b).

Les possibilités offertes par EyeZ et liées à l'aspect communicatif n'a encore une fois été évoquées que par très peu de participants : « *Communiquer, interagir, signaler qu'on va faire un changement de voie, dire merci* » (sujet 21); « *S'il y a quelqu'un à côté tu partages l'info de là où tu regardes. Ça évite le sonore* » (sujet 30).

Certains participants apprécient la simplicité relative de l'usage du bouton : « *On comprend rapidement le système. Simple d'usage. C'est un peu comme un bouton d'aveugle. On accède à une dimension qu'on n'avait pas. Je trouve ma "cible" et j'attends que les vibrations diminuent pour me rabattre* » (sujet 29); « *Une fois qu'on l'a en main, c'est logique. L'angle est assez grand* » (sujet 6). Il est intéressant de voir que les retours des participants nous ramènent souvent aux travaux menés dans le cadre de la suppléance perceptive (Bach-y-Rita et Kerckel 2003; Hardy et al. 2007; Lenay et al. 2003) avec des résultats similaires.

À la question « *Quels inconvénients trouvez-vous à ce moyen de perception de l'environnement? Quelles sont ses limites, ce que vous n'aimez pas?* », les participants justifient leurs difficultés d'appropriation du système par un manque d'apprentissage (13 participants sur 20). L'utilisation du bouton, par sa nature tactile encore non assimilée par les sujets, a parfois mis ses utilisateurs en difficulté. **Prendre des décisions dans un contexte de conduite sur la base d'un retour très simple est stressant.** Les sujets évoquent en premier lieu le manque d'information —comparativement à la vision— : « *On ne sent pas la vitesse relative de l'autre par rapport à nous. C'est l'approche/l'éloignement qui devrait être restituée (évolution de l'interdistance)* » (sujets 1, 28); « *Quand ça vibre et que c'est insistant j'ai l'impression que les autres me collent au cul. Et c'est perturbant. Ça manque de précision et d'infos. Je sais si quelqu'un est derrière, mais je suis pas sûr de ce qu'il fait. J'ai quand même le réflexe de regarder les rétros* » (sujet 14); « *S'il te colle, peut-être qu'il va doubler, peut-être qu'il y a un problème on sait pas* » (sujet 25); « *Imprécision, rien ne vaut la vision. Il manque des infos* » (sujet 3).

Plusieurs sujets ont relevé que la perception des véhicules qu'ils venaient de doubler les faisait apparaître tactilement comme des dangers (niveau de fréquence le plus élevé) du fait de leur proximité. La pauvreté du signal tactile perturbe certains sujets qui se sentent diminués : « *Le regard est assez rapide. Du coup si on est rapide avec le bouton il y a de la latence donc moins performant. Par rapport à un rétro où on peut regarder très rapidement là c'est plus long* » (sujet 4); « *C'est perturbant de devoir se fier à une vibration. Il faudrait presque que je ferme les yeux. C'est un système de conduite pour les aveugles?* » (sujet 7). Le sujet 12 voit également du potentiel à la modalité tactile, exploitée différemment : « *Et on peut pas ressentir sur les fesses? Et avec la paume de la main où on sent tout d'un coup? On veut un retour sinon il n'y a rien qui fait qu'on est sûr que ça marche. C'est saoulant de devoir bouger. Je préfère poser ma main à un endroit et tout avoir* ».

De manière récurrente, les participants sont très peu à tenir compte de la résultante visuelle de leur exploration tactile, et ce pour deux raisons. La première est liée à la nouveauté de la tâche, qui explique que les sujets se concentrent uniquement sur les propriétés perceptives du système (par exemple, le sujet 16 explique qu'il n'est « *pas assez à l'aise pour communiquer* » et veut « *juste pallier à l'absence des rétros, pas parler aux autres* »). La seconde est due à l'absence de retour sensoriel confirmant l'exécution visuelle du geste pour les autres usagers de la route : « *C'est difficile de déterminer où notre doigt est. On a pas de confirmation* » (sujet 26). Seul un sujet a verbalisé sa réflexion sur l'incidence visuelle de son exploration tactile : « *En ville faudrait tester. Il faut pas juste dire "je vais doubler", les clignotants sont là pour ça. Les gens vont passer leur temps à faire mumuse avec en se disant "je suis prioritaire, je clignote dans tous les sens donc je passe"* » (sujet 21).

Les termes « *anxiogène* », « *stressant* », « *hésitant* », « *peur* » reviennent souvent pour qualifier l'expérience de perception des participants. Le sujet 12 évoque « *un jeu de roulette russe* ». Cette expérience négative semblerait être dû au fait que les sujets interprètent le test comme l'évaluation d'un système technique dont la vocation serait de remplacer le rétroviseur. Dès lors, la perte d'un repère habituel apparaît comme problématique.

Pour finir, on note une grande disparité des usages (ponctuel, continu, localisé...) illustrant autant de stratégies différentes : les sujets les plus actifs semblent être ceux qui acceptent le mieux le dispositif. Des problèmes ont été relevés, en lien avec la nature technique du dispositif et corrélée à ses limitations : l'imprécision des signaux haptiques et le mappage du bouton (sujets 29, 30, 31). D'autres appréciations négatives ont été faites sur l'emplacement du bouton, en termes d'emplacement, de taille, etc., mais sans tendances communes entre les participants.

S1c

Le scénario S1c conclue les tests des sujets en tant qu'utilisateur du bouton, S1c leur permettant également l'accès aux rétroviseurs. Les questions suivantes leur sont posées :

- Avez-vous utilisé le bouton lorsque les rétroviseurs étaient disponibles ? Pourquoi ?
- Avez-vous d'autres remarques ?

À la question « Avez-vous utilisé le bouton lorsque les rétroviseurs étaient disponibles ? Pourquoi ? », les participants évoquent plusieurs motivations. La plus saillante est **la complémentarité entre les deux modalités sensorielles sollicitées : chacune d'entre elles compensant les défauts de l'autre**, détaillés dans les paragraphes précédents. Le cas d'usage qui en ressort est illustré par le sujet 31 : « *Je reste appuyé et je regarde sur la route. Je contrôle juste quand quelque chose arrive. Si t'enlèves ton doigt du bouton, t'es obligé de regarder* ». La modalité tactile intervient en amont du contrôle de l'environnement, de manière ponctuelle ou continue selon la stratégie du sujet. Le bouton permet de « *rester en veille* » (sujet 6) avec un « *scan tactile* » (sujets 17, 24), puis d'aller « *chercher l'information avec les yeux parce que j'ai plus confiance dans le rétro* » (sujets 1, 24, 25, 31) / « *parce que je ne comprenais pas ce que je touchais* » (sujets 3, 7) lorsqu'un autre conducteur est détecté haptiquement. Le sujet « *identifie ensuite visuellement le comportement du véhicule en voyant ses clignotants, etc.* » (sujet 14). L'attention du conducteur « *n'est pas détournée de la route en face* » (sujet 4), ce dernier ayant simultanément conscience de la présence potentielle d'autres usagers proches de sa position. Cette proximité est d'ailleurs perçue comme plus précise lorsque considérée via le bouton : les trois niveaux vibratoires du bouton assurent une bonne interprétation des distances, « *mal évaluées avec les rétroviseurs* » (sujet 14). Le sujet 17 résume cette complémentarité : « *Bouton = détecter, diagnostiquer. Rétro = comprendre ce qui a été détecté. C'est un peu comme manger des petits pois avec un couteau et une fourchette : il faut les deux* ».

Une seconde motivation expliquant l'usage du bouton couplé aux rétroviseurs est la volonté de certains sujets à donner des indications aux autres usagers de la route : « *Je veux indiquer que j'arrive, que je fais coucou (et la voiture s'est rabattue). Quand je suis dans l'angle mort, je me manifeste. J'indique aux autres que je les double. À la place des clignotants. J'ai senti la voiture et elle s'est rabattue comme si elle avait compris* » (sujet 16) ; « *Pour signifier que j'ai vu les voitures, je les dépasse, j'avance* » (sujet 21) ; « *Dans la dernière interaction⁷¹, celui*

⁷¹ Le sujet fait référence à l'interaction 5, qui correspond à la voiture qui se déporte à plusieurs reprises dans l'angle mort du sujet à une distance restreinte.

*qui vient buter sur moi, ça m'énerve, je lui ai dit "je t'ai vu, passe ton chemin" » (sujet 21) ; « Oui, ça me rassure, comme si je pouvais prévenir que je passe » (sujet 23). Cette conscience de la possibilité de communiquer est plus forte que dans le scénario S1b ; il semblerait que la dépendance au bouton génère une situation de stress qui fait que les participants s'appliquent à percevoir leur environnement (monotâche). **La conscience du renvoi d'un signal lumineux s'intègre dans leur réflexion lorsque la présence des rétroviseurs permet d'explorer les possibilités du bouton, le contexte étant plus favorable.***

L'aspect communicatif du bouton revêt parfois un aspect ludique, les sujets essayant de provoquer des réactions des véhicules simulés : « *Quand je scanne mon environnement, les gens doivent se dire : "Tiens il joue avec son bouton" » (sujet 27) ; « J'aime bien jouer avec même si c'est pas utile » (sujet 12). Les véhicules simulés n'étant pas programmés pour réagir aux actions des participants, l'aspect ludique d'une communication est resté marginal. Un seul sujet a évoqué son rejet du système : « Ça n'apporte rien. J'ai l'info directement accessible, j'ai pas envie de chercher » (sujet 22).*

À la question « Avez-vous d'autres remarques ? », les participants ont évoqué leur frustration de voir les véhicules lointains, mais ne pas pouvoir les toucher (sujet 3), ou la difficulté de percevoir plusieurs véhicules dans un trafic chargé (sujet 4). Un participant a souligné l'intérêt d'un tel système pour se garer en marche arrière (sujet 30). Ces réflexions sont à intégrer comme des besoins potentiels auxquels EyeZ pourrait répondre.

S2

Le scénario S2 met les participants en position de « spectateur » : ils ont un accès visuel à ce que les conducteurs des véhicules simulés perçoivent. Les questions suivantes leur sont posées :

- Quels avantages trouvez-vous au bandeau lumineux ? Qu'est-ce qui vous attire, que vous aimez ?
- Quels inconvénients trouvez-vous au bandeau lumineux ? Quelles sont ses limites, ce que vous n'aimez pas ?
- Auriez-vous désiré avoir d'autres signes de la part des autres usagers de la route ? Lesquels ?

À la question « Quels avantages trouvez-vous au bandeau lumineux ? Qu'est-ce qui vous attire, que vous aimez ? », les participants sont unanimes sur l'interprétation première faite des cinématiques lumineuses : savoir où se porte l'attention d'autrui. Cela permet tout d'abord de comprendre les manœuvres des véhicules équipés associés à la zone de la route qui les intéresse : « *Des fois on ne sait pas s'ils nous ont vu/s'ils font attention. Là il me perçoit et agit en conséquence » (sujet 1) ; « On sait si la personne est attentive à l'environnement » (sujet 3). À la manière d'un regard, la dynamique lumineuse laisse deviner la direction de l'attention d'autrui : « Comme si c'était la tête du conducteur, c'est un bon moyen de voir s'il nous a vus » (sujets 7, 17, 27, 29, 31).*

Savoir qu'autrui les a perçus permet aux participants d'anticiper leurs manœuvres. Cette connaissance génère de la rassurance, soulevée par plusieurs sujets : « *Ça permet de savoir que l'autre t'a vu, qu'il ne va pas te couper la route. Je vois si la personne se décale, ça me donne plus confiance. Quand je suis derrière je sais qu'elle me voit ça m'évite de klaxonner » (sujet 4) ; « C'est rassurant de savoir qu'on est vu » (sujet 1) ; « Je vois qu'il me capte, qu'il s'intéresse à moi. Il me voit même si je suis dans son angle mort, il va pas entamer*

une manœuvre » (sujets 14) ; « Il me repère donc je sais qu'il sait que je suis là. On est certain d'être repéré. D'habitude avec le clignotant c'est ambigu, on a tendance à ralentir. Je peux lui faire confiance et qu'il va pas déboîter si je suis là il est pas suicidaire » (sujet 16) ; « C'est rassurant de voir qu'il sait » (sujet 21). Cette connaissance permet de prêter des intentions aux véhicules émetteurs du signal : « Il voit que je veux aller plus vite. C'est pas mal parce s'il y en a qui restent avec le clignotant, les gens peuvent penser que le type déboîtera. Ça lève l'ambiguïté du clignotant. Il faut l'activer, c'est forcément un choix du conducteur, une action conducteur. C'est dans l'air du temps. Je l'interprète comme "je vais te laisser passer" » (sujet 21) ; « Ça me dit "Je t'ai bien vu derrière. Pour montrer qu'on veut doubler, sans être agressif » (sujet 22) ; « On s'est vu. Je me sens moins en danger que dans une voiture normale. Ça fait comme un petit salut, une conversation sans le mot. On sait l'un l'autre qu'on s'est vu, à chacun de faire attention » (sujet 23). Le fait que l'exploration soit volontaire permet de lever l'ambiguïté d'un geste non intentionnel. Mais si l'attention est bien comprise, huit sujets notent que l'intention reste parfois floue : « Ça donne une info, mais qu'est-ce qu'on va pouvoir en faire à part des suppositions ? Ça donne pas assez d'info, mais ça réduit les possibles » (sujet 7) ; « Le fait de savoir que la voiture m'a repéré est satisfaisant, mais il faut une deuxième étape de signe de l'intention » (sujet 17).

À la question « Quels inconvénients trouvez-vous au bandeau lumineux ? Quelles sont ses limites, ce que vous n'aimez pas ? », les participants relativisent la capacité du dispositif à envoyer un message clair : « On voit une attention, on sait pas s'il a vraiment capté ce qu'il se passait. Je m'attendais à ce que ça change de couleur, avoir une confirmation » (sujets 12, 26) ; « Il me perçoit, mais je sais pas comment l'interpréter. Manifester le fait qu'il m'ait vu ok, mais l'intention est difficile à évaluer » (sujet 17) ; « Ça permet de voir si la personne explore la zone où tu es, mais il manque une validation, là je suis pas sûr qu'il m'ait vu » (sujet 24) ; « On sait qu'ils nous perçoivent parce qu'ils sont vers nous, mais on ne sait pas s'ils nous perçoivent bien » (sujets 4, 24, 29, 31).

Nous expliquons cela de deux manières : premièrement, la contrainte technique affecte la cinématique lumineuse, dont la dynamique ne dépend pas entièrement de la position du sujet relative à celle du véhicule simulé émetteur du signal. L'approximation du rendu visuel peut prêter à confusion, comme l'illustre le sujet 4 : « On dirait que c'est généré par un ordi, ça fait pas très naturel ». Cependant, d'autres sujets ont su faire la différence entre les cinématiques programmées pour simuler la perception directe d'un conducteur orientée vers eux (interaction 1-3 du scénario S2) et celle conçue pour simuler une exploration aléatoire sans point d'accroche (interaction 4 du scénario S2). Par exemple, les sujets 27 et 30 discriminent l'activité perceptive du véhicule simulé de l'interaction 4 qui « scanne aléatoirement, tu sais pas s'il te perçoit vraiment ou s'il fait un tour » des autres interactions qui « oscillent vers moi ça allait ».

Secondement, un problème de compréhension de certains sujets nous est apparu à la lumière de leurs verbatim : « C'est forcément le conducteur qui fait les signes ? » (sujet 6) ; « La voiture de devant me donne l'info, mais elle ne va pas s'en servir, ça ne va rien changer à son comportement. C'est une info pour moi » (sujets 25, 26). En effet, certains participants ont interprété le signal comme étant contrôlés automatiquement par le véhicule, en mode autonome. Cette interprétation, en plus d'être induite par la contrainte technique soulevée dans notre premier point, est nourrie par les attentes projets des collaborateurs travaillant sur cette thématique.

À la question « *Auriez-vous désiré avoir d'autres signes de la part des autres usagers de la route ? Lesquels ?* », les sujets soulignent que le bandeau est polysémique. Cette caractéristique élargit la variété de fonctions supposées, des indications de véhicules autonomes au vecteur de communication. Sur ce dernier point, les sujets proposent un panel de propositions techniques comme des messages texte, des changements de couleur lorsque le bouton vibre pour améliorer cette fonction : « *J'aimerais dire merci ou insulter les gens* » (sujets 7, 4, 21) ; « *Dans mes rêves les plus fous, j'aurais un système à l'avant qui dise dégage. Ou "hé, c'est pas la peine de toucher le pare choc connard"* » (sujet 22). **Cette richesse relative ne fait pas l'unanimité, d'autres sujets appréciant le minimalisme des signaux qui évitent d'accaparer l'attention des conducteurs, tant pour leur production (utilisateurs) que pour leur réception (spectateurs).**

Deux tendances dominantes se distinguent : une partie des sujets envisage le système de bandeau lumineux comme un moyen de reconnaissance de son environnement, reproduisant les indices expressifs du visage qui sont autant d'indices soutenant la coordination inter-individuelle. Ce principe est illustré par la demande du sujet 3 : « *Dans un carrefour, on se regarde. Là on veut le même ressenti. Parce qu'on s'occupe toujours de si l'autre nous a perçus ou pas* ».

L'autre tendance concerne la communication : l'intérêt pour un médium uniquement dédié à cette fonction a même amené deux participants à proposer, en plus de propositions techniques plus poussées, à « *décorrélérer la fonction bouton tactile et le bandeau* » (sujets 27, 30).

Synthèse

À la fin des tests, les questions suivantes ont été posées aux sujets :

- Comment avez-vous perçu le fait que l'attention du conducteur via le bouton soit rendue visible à l'extérieur du véhicule ?
- Accepteriez-vous d'avoir ce système dans votre véhicule ?
- Quelles propositions d'amélioration pourriez-vous formuler ?
- Conseilleriez-vous à Renault de continuer à développer le sujet ?
- Souhaitez-vous ajouter un commentaire ?

À la question « *Comment avez-vous perçu le fait que l'attention du conducteur via le bouton soit rendue visible à l'extérieur du véhicule ?* », **les participants insistent une nouvelle fois sur le parallèle entre l'orientation de la dynamique lumineuse vers leur véhicule et un croisement de regard. Ils distinguent ce signal d'un clignotant par l'intentionnalité qu'implique l'exécution du signal** : « *Dans certaines situations de conduite, les gens oublient leur clignotant, ont un comportement erratique. Là c'est une confirmation, ça permet de se rassurer sur le fait qu'il nous a vus* » (sujet 1). À la manière d'un échange de regard ou d'une expression faciale, la nature du signal restitué « *donne des infos sur leurs intentions* » (sujets 4, 16), « *montre qu'il est conscient de ma présence* » (sujet 14) et « *apporte une dimension concrète de l'attention* » (sujets 23, 26, 27, 31). **La résultante émotionnelle soulignée est la sécurité, et un sentiment de reconnaissance : les sujets parlent d'ailleurs du « regard de l'autre » en parlant du bandeau.**

Toutefois, plusieurs sujets soulignent la limitation du système lumineux de EyeZ, faisant la **distinction entre perception et intention** : « *Intéressant, après c'est bien de savoir ce qu'il perçoit c'est pas assez. On est pas dans sa tête on connaît pas sa décision. Est-ce qu'il pense qu'on est trop proche* » (sujet 7) ; « *Ça m'informe pas vraiment sur ce que le conducteur va*

faire de cette info » (sujet 24). Nous faisons l'hypothèse que les interactions proposées sont de nature trop simple pour en tirer des informations sans aide contextuelle.

La complexité de l'expérimentation a amené certains sujets à ne pas faire la corrélation entre la position du doigt sur le bouton et la dynamique de la bande lumineuse : « *Je n'ai pas compris que c'était là où se trouvait le doigt* » (sujet 6) ; « *Je me suis pas dit "tiens il me cherche"* » (sujet 22) ; « *Je l'ai pas perçu parce que finalement comme on a pas l'info dans le véhicule qui t'indique que tu communique vers l'extérieur tu n'y penses pas. Je l'ai percuté qu'à la fin* » (sujet 28) ; « *J'utilisais ça comme un récepteur, pas comme un émetteur... J'étais pas conscient que j'envoyais un signal aux autres personnes. C'est peut-être pour ça que l'autre véhicule ne voulait pas me doubler. Je veux décorrélérer perception et émission. Mais tout à l'heure j'envoyais un signal aux autres. Il y a une ambiguïté. Il me perçoit ou il me fait coucou ? On a déjà la communication à l'avant avec les appels de phares. Mais c'est intéressant pour des manœuvre. Et si tu te gares la nuit ça peut le faire* » (sujet 30).

Cependant, cette incompréhension de EyeZ a permis à une petite partie des sujets de se l'approprier et de se projeter dans un usage que nous n'avions pas anticipé : « *J'avais complètement zappé que la lumière était visible sur la voiture. Par contre le fait que je puisse constater que les autres me voient, ça fait comme un capteur de distance* » (sujets 25). Cette fonction est reprise par 7 autres sujets. Trois autres participants font le rapprochement entre le signal lumineux et une fonction prospective attachée au véhicule autonome, orienté « *Communication car-to-car, pas driver-to-driver* » (sujet 21).

Aux questions « *Accepteriez-vous d'avoir ce système dans votre véhicule ? Quelles propositions d'amélioration pourriez-vous formuler ? Conseilleriez-vous à Renault de continuer à développer le sujet ?* », les participants sont 18 sur vingt à se prononcer en faveur de l'intégration du système dans leur véhicule, en émettant parfois des réserves et faisant référence à leurs propositions d'amélioration du système, notamment l'intégration de la réalité augmentée ou une IHM dédiée pour confirmer au conducteur la direction de son attention tactile, une liberté d'expression accrue, ou un dispositif plus précis.

Les participants, à l'exception d'un sujet, s'accordent tous à dire que le sujet doit être développé au sein du groupe Renault. Les considérations relationnelles inter-conducteurs peuvent être un facteur différenciant pour la marque, et le support de prestations nouvelles pensées sur la base du concept qu'ils ont testé. Tous soulignent également le besoin d'apprentissage du concept pour pouvoir « *développer des stratégies personnelles pour mieux communiquer et percevoir son environnement* » (sujet 16).

Le recul permet finalement aux sujets de se poser la question de l'interprétation des signes qu'eux-mêmes ont renvoyé à autrui. Comment percevoir une dynamique orientée vers eux qui n'a pas conscience de sa nature visible et qui n'existe que dans un but égoïste (la perception de son environnement) ?

Conclusion

Les résultats nous amènent à questionner la nature du message envoyé et communiqué via EyeZ, en tant que signal non motivé/non conscient ou signe à vocation communicative.

Au vu des réponses apportées par les participants, nous faisons face aux deux situations. Supposément dus à la nouveauté de la tâche, les participants ont majoritairement exploré leur environnement via le bouton sans s'attarder sur la résultante visuelle perçue par les autres usagers. **Le fait que ce signal soit involontaire est fort : le conducteur ne perçoit pas autrui pour lui montrer qu'il le perçoit.** Ce témoin involontaire que nous portons nos yeux

sur la route et vers autrui est l'activité perceptive. À l'inverse, la communication inter-conducteurs semble répondre à un besoin latent et fantasmé par les conducteurs, ainsi qu'à un imaginaire guidé par l'apparition de nouvelles problématiques liées au véhicule autonome. Nous pensons également que le contrôle de l'environnement via le bouton ou via les rétroviseurs impliquerait une surcharge cognitive, cette activité de contrôle s'ajoutant à la tâche principale que représente la conduite. Pour cette raison, nous nous attendions à ce que la plupart des participants se concentrent moins sur leur tâche principale tout en obtenant des informations supplémentaires sur la situation routière via les deux modalités. Pourtant, le scénario S1c qui associe bouton et rétroviseurs est bien perçu par les sujets qui y voient majoritairement un intérêt complémentaire aux deux systèmes. **L'évocation de cette complémentarité visuelle-tactile se retrouve également chez seize sujets, qui ont indiqué qu'ils pouvaient mieux se concentrer sur leur tâche principale en contrôlant leur environnement via le bouton, car cela leur permettait de continuer à se concentrer sur la route.** C'est un aspect prometteur qui pourrait être intéressant à étudier ultérieurement.

Concluons avec les points qui nous ont étonnés : corrélées aux résultats quantitatifs, les réponses des participants ne permettent pas d'observer des tendances de groupes fortes : le fait d'effectuer S2 avant les scénarios S1a, b, c n'a pas d'impact significatif sur la manière des sujets à s'approprier EyeZ. Nous supposons qu'assister aux démonstrations lumineuses de S2 permettrait aux sujets de mieux comprendre la corrélation entre leurs gestes sur le bouton et son incidence externe sur le bandeau, mais cela n'a pas été le cas⁷².

D'autres prennent conscience de cette incidence à la fin de l'exercice « *Je me rends compte que j'ai utilisé le bouton que pour prendre des infos, pas en donner. Je ne sais pas si le bouton affiche une lumière* » (sujet 28). Cette distinction est appréciée par d'autres sujets, afin de mettre l'accent soit sur la communication, soit sur la perception de l'environnement. Les réflexions des participants en termes de « communication » étaient attendues ; beaucoup réclament une montée en précision du système (ajout de message, de smiley...) pour pouvoir communiquer plus précisément (les messages souhaités sont « *merci* », « *attention tu es trop près* », « *je t'ai vu* » ... ainsi que des insultes. C'est le danger des systèmes de communication s'appuyant sur plus qu'un échange paralinguistique : le détournement de celui-ci par ces usagers risque justement de donner plus de matière à la colère des conducteurs si on met à leur disposition des moyens de l'exprimer. Notre bande n'a initialement pas été pensée comme un système de communication, mais comme une révélatrice d'intentionnalité.

Du point de vue utilisateur du système, les participants qui souhaitent communiquer ne sont pas forcément ceux qui interprètent les cinématiques lumineuses comme des messages qui leur sont destinés. Cependant, les verbatim des participants fournissent une base d'information faisant émerger des stratégies d'interaction variées. **Les émotions ressenties par les participants semblent limitées par leur appréhension du système technique qui génère un nouveau type de relation à l'environnement.** Nous confirmons que EyeZ joue un rôle important dans les activités humaines : les sujets à l'aise dans sa prise en main ont vu en lui une complémentarité sensorielle permettant de « *voir derrière soi* ». D'autres y ont vu une opportunité de communiquer et ont jugé le système sous l'angle de cette fonction. Les sujets moins à l'aise ont pu y voir une possibilité de se rassurer quant aux comportements des autres conducteurs ; d'autres y ont vu une contrainte anxiogène en faisant le parallèle entre

⁷² Cinq sujets ont verbalisé leur conscience de la reproduction visuelle de leur exploration tactile. Parmi eux, 2 sujets appartenaient à un groupe leur proposant de commencer les tests avec S2.

l'exploration « à l'aveugle » de l'environnement et le principe de la roulette russe. Un sujet a également souligné son besoin « d'intimité » lorsqu'il s'est rendu compte de la visibilité de ses gestes, considérant son exploration comme une expérience subjective privée qui ne doit en aucun cas être partagée, car elle polarise d'une manière particulière sa capacité à percevoir les autres. **L'activité de perception via EyeZ, ainsi que le contexte dans lequel elle s'opère, sont déterminants dans la relation que les sujets ont entretenue avec la route.**

Entretien de Stimulation Mémoirelle

Les questionnaires et verbatim nous ont permis de différencier des profils d'utilisateurs en fonction de l'usage qu'ils ont eu d'EyeZ. Afin de mieux comprendre et catégoriser l'expérience d'utilisation de ces profils, nous avons sollicité sept participants, sélectionnés selon leurs différences de stratégies d'appropriation de l'interface et les raisonnements qui les motivent. Nous nous sommes intéressés aux situations S1c et S2, respectivement le scénario donnant accès au bouton et aux rétroviseurs pour percevoir l'environnement, et le scénario dans lequel des véhicules simulés équipés du système circulent.

Nous avons opté pour des entretiens d'autoconfrontation à la suite de notre premier terrain d'observation, afin de remettre les participants en condition de conduite via un support vidéo. Le point de vue subjectif leur avait permis de se remémorer leurs actions, aidé par l'expérimentateur qui orientait l'entretien afin d'amener les sujets à verbaliser les expériences qui l'intéressent dans le cadre de l'étude. L'autoconfrontation, si elle présente un intérêt en termes d'information complète notamment sur le contexte et les réactions du sujet, est utile pour avoir des retours non pas sur le ressenti des sujets (présent dans les questions ouvertes et verbatim), mais pour voir si la modification des stratégies de conduite impacte le comportement des participants. Nous voulons ici mettre l'accent sur l'expérience vécue et l'aspect relationnel potentiellement envisagé par certains sujets dans les premiers questionnaires, afin de mieux comprendre les expériences des utilisateurs en matière de facilité d'usage du bouton et des utilisations détournées qui ont été faites, pour construire des catégories d'expériences. L'autoconfrontation vise une documentation de la conscience préreflexive qui porte sur l'activité (Theureau 2006), tandis que **nous cherchons à identifier les modalités de construction de sens et à qualifier les registres relationnels d'un utilisateur à travers son activité.** Pour ces raisons, nous avons choisi d'utiliser la méthode REMIND et mis en place des entretiens de stimulation mémoirelle.

La méthode REMIND

REMIND, introduite dans notre section II, est une méthodologie permettant de comprendre l'articulation d'une expérience en tant qu'activité corporelle, cognitive et émotionnelle, dont la description est documentée par les verbalisations produites au cours d'une stimulation mémoirelle. Elle a pour objectif de comprendre la logique d'action effectuée par le sujet, à travers la dynamique cognitive et émotionnelle du couplage de celui-ci avec le monde tel qu'il le perçoit et tel qu'il fait sens pour lui (Schmitt et Aubert 2017).

REMIND s'appuie sur l'hypothèse suggérée par la théorie de l'énaction, selon laquelle il est possible de faire revivre une expérience à un utilisateur en reproduisant le monde tel qu'il l'a perçu pendant celle-ci. La stimulation mémoirelle trouve son avantage dans la possibilité pour l'utilisateur de prendre le temps de décrire cette expérience à la première personne, et de préciser sa valence hédonique.

Pour comprendre l'articulation de l'expérience d'un utilisateur, la stimulation mémoirelle consiste à confronter ce dernier à la vidéo de son expérience préalablement enregistrée à la

première personne, et de l'amener à décrire et développer sa pensée propre en rapport avec son action affichée sur un moniteur. L'expérimentateur n'intervient que ponctuellement (relance, demande de précision, arrêt de la vidéo...) en évitant que l'utilisateur adopte une posture analytique de son expérience. Toutes les interventions de l'utilisateur pendant la vidéo de son activité antérieure permettent à l'expérimentateur d'accéder à la signification des actions entreprises. Par exemple, la direction du regard nous indique où un sujet porte son attention, comme nous avons pu précédemment le constater via nos données oculométriques ; cependant, cette information ne veut pas dire que le participant a pris en compte l'objet de son attention, ni même s'il a *vraiment vu* ce vers quoi il a dirigé son regard. Il est également possible que l'expérimentateur demande de noter les actions sur une échelle de Likert permettant d'évaluer son degré de plaisir/déplaisir pour une action spécifique. L'expérimentateur enregistre l'entretien (vidéo de l'action antérieure + participant qui l'explique à travers la voix, des gestes, etc.), matière qui lui permet d'analyser les traces de cet entretien. La méthode REMIND permet ainsi de saisir la genèse de la prise de décision d'un utilisateur, la logique de sa mise en œuvre, d'en conserver la trace et la signification afin d'identifier de potentielles failles et de proposer des pistes d'amélioration des pratiques en situation naturelle (Schmitt et Aubert 2017). Nous avons donc mis à profit cette méthodologie dans nos tests.

Déroulement des tests

Notre objectif est de comprendre l'expérience de conduite des profils sélectionnés de notre expérimentation sur simulateur à travers la manière dont ils verbalisent la stimulation mémorielle, par la vidéo subjective enregistrée par l'occulomètre qu'ils ont porté pendant les tests. Sur la base de ces vidéos, **nous souhaitons faire émerger le monde propre de chaque sujet pour détecter les opportunités de conception et améliorer l'expérience émotionnelle permise par l'utilisation de EyeZ.**

Nous avons fait passer 7 personnes⁷³, confrontées aux vidéos prises par l'occulomètre pendant le test sur simulateur. Pendant cet entretien de stimulation mémorielle, nous avons scrupuleusement appliqué la méthodologie REMIND. Les sujets ont pu revivre leur expérience via les vidéos affichées sur un moniteur placé entre eux et l'expérimentateur, et avec lequel ils pouvaient interagir. Les événements critiques (les « interactions » définies dans les scénarios S1 et S2) étaient évalués sur une échelle de Likert (de -3 à +3), dont les extrêmes représentaient le déplaisir/plaisir éprouvé par les participants pendant lesdites interactions (Figure 99).

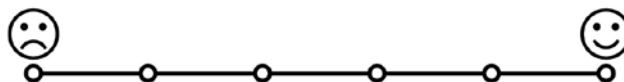


Figure 99 : Échelle de Likert permettant d'évaluer les interactions des scénarios en termes de plaisir/déplaisir (état émotionnel) éprouvé par les participants.

Nous avons utilisé le logiciel Camtasia® pour enregistrer l'activité de l'écran de manière synchronisée avec les verbatim de sujets. Notre support d'analyse était la vidéo en vue subjective, couplée aux verbatim des participants. Nous avons également relevé les gestes faits par les participants pendant l'exercice.

⁷³ Les auteurs de la méthodologie REMIND conseillent de faire passer 5-7 ou 10-12 personnes.

Scénario S1c

Ce scénario était le premier présenté aux participants sélectionnés. Sur la vidéo en vue subjective était affichée une cible rouge indiquant la zone où le participant portait son regard, soit l'objet de son attention. Afin de restituer l'information tactile correspondant à l'exploration du doigt du participant sur le bouton (non visible sur la vidéo), nous avons reproduit visuellement cette modalité haptique à l'aide d'un schéma intégré dans la vidéo (Figure 100).



Figure 100 : La vidéo du scénario S1c intègre la direction de l'attention du conducteur (croix rouge) ainsi que l'utilisation qu'il fait du bouton. Celui-ci s'affiche en bas à droite de l'écran lorsque le participant met son doigt au contact de la surface tactile. Nous avons zoné en huit parties le bouton pour indiquer précisément quelle zone est concernée par l'exploration tactile du participant.

La stimulation mémorielle s'est montrée très efficace pour replacer les sujets en condition et les amener à se remémorer leurs actions⁷⁴. Nous avons comparé les verbatim des sujets recueillis à la fin des tests sur simulateur avec les premières remarques faites par ces mêmes sujets lors de la stimulation mémorielle. Ceux-là s'avèrent être fortement similaires (par exemple, le sujet 14 déclarait « *Je peux lui faire confiance et qu'il ne va pas déboîter si je suis là il est pas suicidaire* » (S1c, interaction 5, pendant le test sur simulateur) et « *Là je le double et il me voit, donc je sais qu'il va pas entamer un changement de voie, à priori il est pas suicidaire* » (S1c, interaction 5, pendant l'entretien de stimulation mémorielle). Les sujets se sont laissé guider par leurs actions sur le bouton corrélé à l'attention qu'ils portaient sur leur environnement. Le premier point qui nous a marqués est la différence d'appropriation par les sujets, et les stratégies rattachées à l'utilisation du système. L'explicitation des sujets sur des « micro-actions » n'ayant de sens que pour eux a mis en lumière des stratégies distinctes.

La première stratégie d'utilisation du bouton est liée à une volonté de s'informer sur l'environnement en limitant l'effort cognitif. Elle s'illustre par un usage continu du bouton, permettant ainsi à l'utilisateur d'être en alerte constante sans pour autant que cela nécessite une action de sa part, autre que le maintien de son doigt sur la zone du bouton ou il souhaite

⁷⁴ Les entretiens ont eu lieu en moyenne trois semaines après l'expérimentation en simulateur pour des raisons techniques, à savoir l'intégration de l'illustration dynamique du bouton dans la vidéo.

porter son attention. L'usage du bouton par le sujet 25 lui permet par exemple de porter son regard à l'arrière du véhicule dans détourner son attention de la route. Lorsque le bouton renvoie un signal haptique, il contrôle alors son environnement visuellement pour saisir la nature de l'objet ayant provoqué la réaction haptique en premier lieu. Cela s'entend lorsque le contrôle haptique se fait sur la partie basse du bouton pour percevoir l'environnement arrière, mais également vers l'avant, ce qui permet au sujet d'interpréter avec plus de précision la distance qui le sépare des autres véhicules devant lui. « *C'est le bouton qui m'alerte. Après je repasse mon doigt devant parce que le danger venait plus de devant, pour sentir les trois niveaux. C'est plus en complément de l'œil, parce que je l'ai vu le camion avec mes yeux. Par contre en termes de distance, c'est intéressant de se dire quand est-ce qu'il y a vraiment danger* » (sujet 25). Cette perception accrue permet notamment au sujet de mieux anticiper ses manœuvres, avec un apport sécuritaire : « *Quand je conduis, toutes les informations que je peux avoir elles vont entrer dans ma planification. Plus on a d'informations intéressantes, mieux c'est pour la conduite. Et ça ça peut être une information intéressante parce que du coup si on sait qu'il y a quelqu'un qui est juste derrière nous et qu'il y a un animal qui traverse on va pas forcément piler on va se décaler ou du moins on mettra les warnings* » (sujet 7). L'accent est mis sur la perception d'autrui dans un but défini. La dimension relationnelle permise par le bouton (soit la reproduction des gestes du conducteur sur le bouton via le bandeau lumineux) n'est pas prise en compte, voire totalement occulté : « *Avec le doigt je l'utilise comme une sorte de radar tactile pour dire est ce que ce que je vois je le perçois bien avec l'appareil aussi. Mais j'avais oublié qu'en faisant cette manœuvre j'étais en train d'envoyer des messages. J'étais centré à moi-même plus que centré aux autres. [...] Mon comportement reflète que je capte pour moi, je capte pas pour les autres. Les autres sont à une vraie distance derrière moi et là ce que je zappe à nouveau c'est que le dispositif permet de communiquer aux autres, là je ne transmets aucune communication et je suis en mode égocentrique* » (sujet 30). Nous appelons les profils de cette première catégorie les « *veilleurs passifs* », pour illustrer leur tendance à attendre passivement l'information avant de confirmer cette dernière.

Nous avons amené les sujets à noter chacune des sept interactions rencontrées pendant le scénario S1c⁷⁵, selon notre échelle de Likert définissant leur niveau de plaisir/déplaisir pour ces interactions. Les moyennes des notes données par les trois sujets s'étant pliés à l'exercice de stimulation mémorielle représentant ce profil sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 26).

Interactions	1	2	3	4	5	6	7
Moyenne des notes	-1	2	2	3	2	-3	-1

Tableau 26 : moyenne des notes des participants, données à chacune des interactions rencontrées

La deuxième stratégie est une dérivée de la première. L'objectif premier des profils la composant est également d'être en alerte constante sur ce qui se passe dans l'environnement. Ils se différencient cependant sur deux points. Ils tendent à agir pour percevoir leur environnement. Ils ont également conscience de la possibilité des autres conducteurs à

⁷⁵ (1 : insertion/2 : Une voiture se déporte puis ralentit derrière le sujet/3 : Deux camions se doublent devant le sujet/4 : Un véhicule double rapidement le sujet/5 : Un véhicule se rabat devant le sujet/6 : Un véhicule se déporte derrière le sujet à plusieurs reprises/7 : Le sujet se gare).

visualiser leurs gestes et sont enclins à orienter leur perception pour communiquer avec les autres usagers de la route : « *Alors plus que pour m’informer moi-même, je le fais pour lui signaler que je tourne mon attention vers lui et que je me pose des questions sur ses intentions à lui. Peut-être qu’il peut s’en rendre compte et qu’il changera de comportement. Mais on le voit pas en fait. Une fois qu’on l’a en tête, ça peut être utilisé pour faire savoir à un gars que je suis en train de me demander ce qu’il est en train de faire* » (sujet 14). Lorsque nous avons amené ce participant à verbaliser l’influence du bouton sur sa conduite, il nous a répondu qu’il était plus dans l’anticipation de son propre comportement ainsi que de celui des autres. Il a également souligné l’importance de la corrélation entre ses mouvements exploratoires sur le bouton et leur reproduction pour les autres usagers de la route : « *Si j’avais juste le bouton pour envoyer des signes je l’utiliserais pas forcément. Là du coup même si j’ai une fois oublié qu’il y avait ça en fait c’est bien que ça soit couplé. Nous on pense peut-être pas que ça soit important de montrer où est-ce qu’on porte notre attention aux autres automobilistes en fait ça peut l’être. Dans le cas où la personne extérieure montre qu’elle porte son attention vers nous ça peut être utile, c’est bien que ça soit couplé* » (sujet 14). Nous appelons le profil⁷⁶ de cette deuxième catégorie les « *veilleurs actifs* », pour illustrer la tendance à attendre passivement l’information avant de confirmer cette dernière. Nous avons amené le sujet à noter chacune des sept interactions rencontrées pendant le scénario S1c. Les notes données par ce sujet représentant ce profil sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 27).

Interactions	1	2	3	4	5	6	7
Notes	-1	3	-1	-1	2	-3	1

Tableau 27 : notes du participant données à chacune des interactions rencontrées

La troisième stratégie se distingue par son utilisation ponctuelle du bouton, dans des cas de figure spécifiques, notamment en amont de manœuvres impliquant un changement de voie. En cherchant ponctuellement l’information, l’utilisateur cherche ainsi à évaluer le risque d’une manœuvre, s’assurer du respect des distances de sécurité avec les autres usagers de la route : « *Là j’ai touché l’arrière gauche de mon véhicule pour savoir si je pouvais m’insérer. Quand j’avais les deux systèmes en parallèle j’ai plutôt le mécanisme du mec qui regardait à l’arrière, qui passait sa bande à l’arrière, de me dire que j’ai une information visuelle et avec quelque chose de physique, de calculé, que seul un capteur peut faire* » ; « *J’essaie de relier ce que j’ai l’habitude de voir visuellement au bouton pour me construire des nouvelles références* » ; « *Si j’appuie devant, c’est que je me signale. Et après je mesure la distance avec les véhicules que je double. Je regarde le véhicule avec les yeux, mais j’utilise le bouton rotatif pour montrer que je suis présent à distance* » (sujet 24). Les participants insistent sur l’intérêt ponctuel du système : « *J’ai pas d’intérêt à garder le doigt, parce que l’environnement ne change pas toutes les micros seconde une fois que tu l’as checké tu connais à peu près la vitesse des voitures. S’il y a pas de voiture à un instant T ça va pas changer d’un coup* » (sujet 23).

Les sujets ont également conscience de l’incidence visuelle de leur exploration tactile : c’est également pour cette raison que l’usage du bouton n’est que ponctuel, pour « *éviter d’avoir des lumières de partout qui polluent visuellement la route, on comprendrait plus rien sinon* » (sujet 16). Cet usage modéré du système est commun aux profils de cette catégorie : « *Je sais que le bouton donne une information autour de la voiture. Je suis pas en mode recherche de voiture autour de moi. Je lui dis juste “vas y passe”* » (sujet 16) ; « *Je préviens visuellement*

⁷⁶ Seul un sujet représentait ce profil parmi les sept participants.

les autres véhicules. D'instinct je me projette plus comme "je vais communiquer ce que je vais faire" plutôt que "je vais recevoir l'information de ce que l'autre essaie de me voir". Ça apporte une information supplémentaire, dans tel cas de dire "oui je t'ai perçu" » (sujet 24). La sécurité reste la principale raison du geste des participants : « C'est un rôle à l'approche, pas la découverte. Sinon il y aurait la bande lumineuse tout le temps, autant mettre un gyrophare [...] pour moi c'est rassurant d'avoir une action comme pour indiquer que je suis là, attention je passe. Sans vouloir me mettre en avant, je dis juste "ne faisons pas d'erreur de conduite" » (sujet 23).

Nous appelons les profils de cette troisième catégorie les « détecteurs ponctuels », pour illustrer leur tendance à chercher l'information par intermittence en amont d'actions.

Nous avons une nouvelle fois amené les sujets à noter chacune des sept interactions rencontrées selon leur niveau de plaisir/déplaisir. Les moyennes des notes données par les trois sujets s'étant pliés à l'exercice de stimulation mémorielle représentant ce profil sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 28).

Interactions	1	2	3	4	5	6	7
Notes	1	1	1	-1	3	-3	1

Tableau 28 : moyenne des notes des participants, données à chacune des interactions rencontrées

Scénario S2

Le scénario S2 était le second présenté aux participants sélectionnés. Sur la vidéo en vue subjective était affichée une cible rouge indiquant la zone où le participant portait son regard, soit l'objet de son attention (Figure 101).



Figure 101 : La vidéo du scénario S2 intègre la direction de l'attention du conducteur (croix rouge).

L'usage et les interprétations du bandeau par les sujets nous ont conduits à déterminer deux profils correspondant à des stratégies très différentes.

La première stratégie est liée à la volonté de communiquer avec les autres usagers de la route via le système. En voyant les signaux lumineux, les sujets les interprètent comme des messages visuels, et qui constituent des supports à la coopération : « *C'est pas révolutionnaire dans ma façon de doubler, mais bon ça a un petit côté rassurant de dire "ah oui tiens le bandeau s'est allumé alors que je doublais, ça veut dire que la voiture me dit qu'elle m'a vu donc à priori il va pas déboîter quand je suis en train de la doubler"... Dans une situation anxiogène, ça pourrait avoir un apport* » (sujet 25). Les sujets font le lien entre exploration tactile et reproduction visuelle de cette exploration. « *Ici la voiture me dépasse et je vois les LEDs aller de l'avant vers l'arrière de la voiture. C'est pareil, qu'est-ce qu'il veut me dire ; est-ce qu'il m'a vu, est-ce qu'il est en train d'explorer ? Avec des allers-venues, il est en train de m'explorer. Mais s'il me voit vraiment, la zone de LEDs devrait rester fixe. Je m'attendais à quelque chose de moins balayage. Mais il peut continuer à balayer pour vérifier qu'il n'y a pas d'autre voiture* » (sujet 30) ; « *Là dans l'interaction où le mec bloque la voie de gauche et que je suis derrière, je comprends que le conducteur a posé le doigt à l'arrière et ça s'est mis à vibrer. Il est au courant que je suis derrière lui. S'il est pas kamikaze, il va anticiper s'il y a besoin d'un coup de frein parce qu'il sait que je suis derrière. [...]. OK il m'a vu* » (sujet 25).

Certains participants attachent des intentions différentes aux cinématiques qui sont affichées, notamment le sujet 16. « *C'est la projection de ma présence sur la voiture. [...] Pour la dernière interaction avec la lumière qui tourne autour, on a l'impression que ça dit "attention je suis un véhicule spécial". Je sais pas si il y a une corrélation avec ma présence. C'est juste une lumière décorative* » (sujet 16). Nous avons insisté sur la finalité du système avec ce participant : « *Pour moi c'était le but du bouton, d'informer. J'ai eu un peu le sentiment de moins ressentir ça [...] de moins être engagé dans la communauté* » ; « *Quand on double là ça m'intéressait, si la voiture m'envoie un signal lumineux. Dans la vraie vie, on se demande toujours si la voiture qui est devant bloquée par un camion va déboîter pour éviter de ralentir. Là si je vois qu'il me dit qu'elle m'a vu OK j'y vais sereinement* ». Le système aurait donc une valeur informative lorsqu'il est contrôlé par le conducteur, illustrant sa prise en compte de la présence d'autrui dans ses manœuvres. Nous avons finalement demandé au sujet 16 l'impact d'un tel système sur sa stratégie de conduite : « *En théorie je comprends qu'on puisse intégrer ça dans sa stratégie et communiquer. Là je l'ai intégré dans ma stratégie (communiquer avec les autres véhicules), mais après est-ce que c'était utile, ça je sais pas. Sans ça j'aurais quand même doublé. J'ai dit que c'était plus rassurant de voir quand on le double de voir qu'il nous a vus. Si je dis que c'est rassurant, c'est que le conducteur m'a vu, pas la voiture. Savoir que j'ai été vu, ça permet de comprendre son action, pourquoi il a fait ça, je sais qu'il va pas se redéboîter, ça veut dire qu'il me laisse passer, il m'a envoyé un message. Dans le meilleur des mondes, tout le monde est équipé du système et t'es le roi du pétrole* » (sujet 16).

Aucune interaction conflictuelle n'a été relevée dans le scénario S2, contrairement au scénario S1 ou encore pendant notre premier terrain d'observation. De fait, aucun signe émis par les véhicules simulés n'a été perçu comme agressif ou illustrant une émotion négative. Unanimement, les participants représentant le profil actuellement traité soulignent l'importance de la généralisation d'un code bien défini, ou d'un protocole d'explication : « *Pour moi c'est positif comme système de communication. Ça peut être une solution si tout le monde comprend et l'adopte* » (sujet 30). Pour cette raison, plusieurs sujets ont proposé l'intégration d'un code couleur (rouge/orange/vert) pour renforcer la nature de certains messages à la dynamique plus ou moins explicite⁷⁷.

⁷⁷ Nous précisons que toutes les dynamiques des signaux lumineux étaient identiques dans leur mouvement, puisqu'issues du même code d'animation du logiciel de simulation.

Nous appelons les profils de cette première catégorie les « communicants », pour illustrer leur tendance à interpréter les signaux lumineux des autres véhicules comme des messages qui leur sont destinés.

Nous avons une nouvelle fois amené les sujets à noter chacune des six interactions rencontrées⁷⁸ selon leur niveau de plaisir/déplaisir. Les moyennes des notes données par les trois sujets s'étant pliés à l'exercice de stimulation mémorielle représentant ce profil sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 29).

Interactions	1	2	3	4	5	6
Notes	-2	-1	-1	3	-1	-2

Tableau 29 : moyenne des notes des participants, données à chacune des interactions rencontrées

Nous tenons toutefois à nuancer les propos d'un sujet (30) qui, s'il a pris position en considérant le bandeau comme un système de communication, a particulièrement su décrire les deux stratégies qui ont émergé des observations du scénario S2. La première, que nous venons de présenter, est axée sur la communication. La seconde, qui fera l'objet du prochain paragraphe, est axée sur la perception de l'environnement pour soi. Le participant 30 qualifie ces deux stratégies selon les termes d'« *output* » et d'« *input* » et explique que c'est la dynamique de la cinématique lumineuse relativement à sa position qui lui permet d'identifier la stratégie du conducteur. Il illustre cette théorie par un exemple : « *Pendant la dernière interaction, la voiture est en mode exploration (Input) qui ne m'indique pas s'il m'a vu. Là c'est un mode exploratoire sans m'affirmer quelque chose de direct pour moi. Tout à l'heure quand on doublait les camions, ça m'interpelle : "je te vois, je te surveille", mais pas là* » (sujet 30). En effet, la dernière interaction du scénario S2, contrairement aux précédentes consiste à reproduire un signal erratique sans aucune logique interactionnelle avec son environnement et la situation, ce que le sujet a parfaitement souligné : « *L'activité tournée vers toi n'est pas exploratoire avec des mouvements pas en lien avec moi. Là (dernière interaction, ndr) il fait attention à son environnement, pas à moi* » (sujet 30). Il rattache ensuite ce signal erratique à sa propre expérience de conduite en simulateur : « *A un moment donné je discutais avec toi et je continuais à explorer le truc, pour moi l'action est devenue une partie de ma logique, je peux l'adopter rapidement. C'est un élément supplémentaire au niveau de la sécurité. Ça me n'empêcherait pas de rester tout le temps en train d'explorer* ». **Il y a donc distinction entre deux gestes : un geste intentionnel tourné vers autrui à des fins de communication, et un geste fait pour soi lié à une prise d'information de l'environnement et pour lequel la visualisation de ce geste pour autrui n'est pas forcément assimilée.** Cette dissociation Output/input, ou j'avertis/j'explore est détaillé par le participant 30 de la manière qui suit : « *Je fais une interprétation de ce que je vois, je suis pas dans la tête de l'autre donc je sais pas ce que vraiment il est en train de faire. En mode égocentrique je n'ai aucune intention d'envoyer un signal. À un moment donné je laissais le doigt pour ressentir la distance, mais je transmets aucune information avec lui c'était pas mon intention. C'était juste pour moi. Maintenant il faut*

⁷⁸ (1 : Deux véhicules, dont l'un émet une cinématique lumineuse vers le sujet, arrivent au niveau de la voie d'insertion/2 : Une voiture double le sujet et émet une cinématique lumineuse vers celui-ci/3 : Le sujet double la voiture qui s'est rabattue devant lui. Elle émet une cinématique lumineuse orientée vers le sujet lorsque celui-ci le double/4 : Deux véhicules lents bloquent le sujet. Le véhicule sur la voie de gauche émet une cinématique lumineuse orientée vers le sujet, accélère et se rabat/5 : Le sujet dépasse un véhicule qui affiche une cinématique lumineuse erratique/6 : Le sujet se gare).

le voir pour la personne de l'autre côté. Peut-elle interpréter « ah il est en train de me voir : je passe, je passe pas, qu'est-ce que je dois faire ? A la limite je peux lui faire des vagues unidirectionnelles pour dire vas-y. Il est en train de s'installer un mécanisme protocolaire dans ma tête pour communiquer avec cette personne et que ça soit compréhensible par tout le monde ».

Au regard de son usage, le sujet 30 conclut qu'une décorrélation des fonctions pourrait être judicieuse : « *Le bouton est perceptif et communicatif. C'est un input/output. Est-ce qu'il faut pas faire une distinction, être en mode égocentrique, ou non ? Dire « là je regarde je vais lui faciliter la vie je vais lui faire un signe, tu peux passer ».*

La seconde stratégie, que nous venons d'introduire sous le terme d'« input » ou de « mode égocentrique », se définit comme l'interprétation du signal en tant que « regard du conducteur ». Autrement formulées, les intentions des autres usagers de la route se traduisent par la direction de leur attention selon le contexte. En rendant visible là où certains conducteurs portent leur attention, les sujets sont rassurés, car certains d'avoir été perçus ou pas. Cela a pour conséquence de pacifier les relations inter-conducteurs : « *Dans une situation de conduite complexe comme l'insertion je me dis qu'il m'a vu, qu'elle s'est dit que j'allais passer derrière lui. Parce que s'il m'avait vu et qu'il avait freiné pour moi ça aurait voulu dire qu'il estimait que j'étais assez haut pour passer devant lui. Il a continué à accélérer. S'il avait pas eu le bouton lumineux, il aurait continué à accélérer sans me voir. Vu qu'il a continué sans freiner, ça veut dire qu'on pensait la même chose ; du coup c'est rassurant » (sujet 24).* Chaque décision de conduite prise par le conducteur équipé du système semble dépendre de la conscience de la présence d'autrui. Le « comportement lumineux » du conducteur sur la bande est alors révélateur de ses intentions : « *S'il me perçoit et ralentit, il veut me laisser passer. S'il me perçoit et continue et/ou accélère, il ne veut pas me laisser passer [...]. C'est bien de savoir que l'autre est conscient de ta présence, on se dit « puisqu'il m'a vu et que je suis très près il va peut-être pas donner un gros coup de frein, et s'il y a quelque chose devant lui et personne sur la voie de droite il va peut-être se décaler. Alors que si quelque chose se produit devant toi alors que t'as pas conscience que quelque chose se produit derrière toi et que tu regardes pas forcément tu vas peut-être plus avoir tendance à donner un coup de frein » (sujet 7) ; « Quand on voit la lumière sur le bandeau, on comprends que ça va se passer sans douleur, l'autre nous a vus. Il faut avoir le signal que si c'est déclenché par le conducteur qui se fait doubler. Le bandeau lumineux ne devrait exister que s'il y a une action humaine. Pour bien comprendre entre les deux conducteurs "je t'ai vu/tu m'as vu" sinon on se retrouve dans le cas du blindspot. C'est un automatisme qui peut rassurer l'utilisateur, mais est-ce qu'il l'a vraiment regardé ? » (sujet 23).*

La cinématique lumineuse de la dernière interaction erratique n'est pas orientée vers le participant : sa position de dépend pas de celle du sujet. Si les sujets n'ont visuellement pas accès à la totalité de la bande du véhicule équipé, ils ont tout de même réussi à distinguer le caractère singulier de cette interaction. Penchons-nous sur l'interprétation des participants confrontés à ce signal. « *C'est quelqu'un qui joue avec le bouton, je redouble de prudence. Il est en train de jouer avec le bouton, il m'a pas vu, ou alors il m'a vu et il fait n'importe quoi, ce n'est plus dans l'utilisation primaire, c'est devenu un jeu. Je vais le doubler, mais je vais faire attention. Il a détourné l'utilité première du système » (sujet 23) ; « Si je vois le signal passer rapidement, je me dis que le conducteur pose son pouce rapidement et explore. Je me sens moins perçu parce que peut être qu'il teste son bouton parce qu'il pense qu'il marche plus, c'est pour ça qu'il le fait dans tous les sens. Pour moi je sais pas ce que ça peut vouloir dire.*

Alors que si c'est insistant vers moi il me capte moi. S'il est pas utilisé vers moi je sais pas ce que ça veut dire » (sujet 14).

Le caractère erratique est identifié comme une exploration fugace dont la rapidité ne permettrait pas à son auteur de bien percevoir son environnement. La dynamique visuelle lumineuse est bien différenciée de celle des autres interactions. Mais lorsqu'on se penche sur les interactions précédentes (non erratiques), les participants se projettent dans leur propre utilisation du système et apportent des explications différentes : « *C'était bien, mais en même temps c'était difficile de savoir jusqu'où ils voient, s'il t'ont vraiment perçu » (sujet 7, par rapport à ses impressions sur les premières cinématiques lumineuses) ; « Je connais la signification du système après, là pour lui vu qu'il me regarde c'est censé vibrer, ça veut dire qu'il sait qu'il y a quelqu'un, que je sois dans son angle mort ou pas. Il sait que j'existe. Comme moi j'aurais fait, il va attendre que le bouton vibre moins pour se rabattre devant moi, il va faire plus attention à moi. A priori il va pas me faire une queue de poisson » (sujet 14, à propos de la cinématique 3). On voit se dessiner les bénéfices d'un tel système lorsque la cinématique semble indiquer qu'autrui nous perçoit. Le sujet 14 souligne, à la manière du profil « communicant » présenté à l'instant, que le signal peut servir « *pour anticiper les situations, montrer aux autres qu'on anticipe les situations, montrer aux autres qu'ils sont là avec nous et qu'ils soient plus courtois avec nous en retours »*. Cependant, cette prise de conscience a été faite en fin d'entretien. De son propre aveu, ce participant n'avait pas conscience de renvoyer des signaux lumineux pendant le test sur simulateur.*

Cette question de la conscience d'un geste et de son intentionnalité est fondamentale. Le sujet 30, cité il y a quelques lignes, parlait d'un « *mode input* » dont la visibilité n'avait pas d'intérêt : seule la perception de son environnement motivait son geste. Le « *mode output* », motivé par un aspect communicationnel, n'a pas convaincu les sujets utilisant cette seconde stratégie : « *Je savais que je renvoyais des signaux, mais quand je l'utilisais je me disais pas "tient si je mets mon pouce en bas le véhicule derrière va voir la petite lumière derrière" » (sujet 7). Certains le perçoivent comme un signe altruiste, qui n'a pas pour vocation de créer une interaction directe inter-conducteurs mais qui a une portée sécuritaire : « C'est informatif plutôt que du plaisir d'interaction. Ça va plutôt augmenter ma sécurité, c'est pas intentionnel » (sujet 24).*

La communication n'est pas valorisée par les profils de cette stratégie. L'absence d'un code commun ressort très rapidement, ainsi que l'usage actuel des outils à disposition du conducteur : « *Quand tu mets ton clignotant, c'est pour dire "attention je vais tourner", et quand tu mets tes warnings c'est pour dire "attention je freine". Alors que là... ça perturbe le conducteur, tu te dis "tiens, pourquoi ça clignote, qu'est-ce que ça veut dire..." » (sujet 23). Les participants s'appuient habituellement sur des signes connus (qualifiés de *non motivés*, dans le chapitre 1.3) pour prendre des décisions : « *D'ailleurs quand je conduis je regarde les roues. Si je vois qu'elles commencent à sortir, je sais que le véhicule va tourner » (sujet 23). En ce sens, le bandeau n'est pas un support de communication, mais devient un indice supplémentaire quant à la manœuvre que le conducteur va entreprendre. À la manière des pneus qui indiquent une direction, le bandeau indique une intention : « Je me dis peut-être qu'il m'a vu m'insérer dans la circulation et peut être qu'il comprend... Ça implique pour moi en tant que conducteur qui double à vraiment avoir l'œil. Je me dis bon je suis rassuré je peux relâcher un petit peu l'attention... » (sujet 23). Les participants valorisent finalement le minimalisme du signal et comprennent l'intérêt de celui-ci vis-à-vis de l'usage rendu possible par un médium technique plus avancé : « *Moi comme ça ça me convient. C'est vrai que ça fait***

longtemps que j’imagine avoir un bandeau à l’arrière des véhicules pour avoir de quoi écrire, on aurait un clavier à l’avant, mais je crois que ça dériverait vite vers des grossièretés. Mais je trouve que là c’est bien : une lumière qui reste discrète, je trouve ça très bien, il n’en faut pas plus » (sujet 23).

Pour finir, le système a un impact fort sur la stratégie de conduite des sujets non équipés, qui tiennent compte des cinématiques (ou l’absence de celles-ci) pour prendre des décisions de conduite :

« Je cherche si le véhicule a le signal ! S’il ne l’a pas, je fais attention comme à l’ancienne. En voyant ce bandeau... on est rassuré. On ne relâche pas son attention quand on est rassuré. On est serein. Il y a une sérénité qui fait qu’on peut conduire non stressé.

- *Là le bandeau est éteint...*
- *Là veut dire que pour moi le conducteur ne m’a pas vu. S’il a pas le signal lumineux qui se dirige vers moi c’est qu’il m’a pas vu. Je vais être prudent. » (Échange avec le sujet 23).*

La stratégie de conduite est donc influencée par la visualisation de l’attention tactile d’un autre conducteur —et interprétée comme telle. La reconnaissance dans le regard d’autrui favorise l’empathie et l’émergence d’émotions positives : *« Là pour une question de courtoisie. Quand tu conduis, tu as l’impression que les gens s’en foutent de ce qu’il y a autour d’eux. Du coup ils sont un peu égoïstes ou égocentriques, je sais pas comment je pourrais le dire, et qu’il porte pas attention aux autres usagers de la route et ça c’est énervant. T’as tendance à être pas très civil avec eux. Alors que là pour le coup vu que je sais qu’il m’a vu, il va faire plus attention à moi et moi pareil vu que je sais qu’il m’a vu et qu’il fait attention à moi moi je vais être plus prudent, courtois, etc. Pour la courtoisie au volant, ça a un impact » (sujet 14).*

Nous appelons les profils de cette seconde catégorie les « interprétateurs », pour illustrer leur tendance à interpréter les signaux lumineux des autres véhicules comme le regard de leur conducteur et l’orientation de son attention, sans que ces derniers aient conscience de la visibilité de celui-ci.

Nous avons une nouvelle fois amené les sujets à noter chacune des six interactions rencontrées selon leur niveau de plaisir/déplaisir. Les moyennes des notes données par les trois sujets s’étant pliés à l’exercice de stimulation mémorielle représentant ce profil sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 30).

Interactions	1	2	3	4	5	6
Notes	1	-2	1	3	-1	1

Tableau 30 : moyenne des notes des participants, données à chacune des interactions rencontrées

Conclusion

L’entretien de stimulation mémorielle est une méthodologie qui nous a permis d’assimiler plus finement le ressenti des sujets selon les expériences de conduite vécues, en tant qu’utilisateur ou spectateur de EyeZ. Elle complète les questionnaires précédemment soumis pour évaluer plus profondément l’aspect expérientiel en tant que connaissance sensible qui structure leurs représentations. À travers nos entretiens, nous avons catégorisé les profils des utilisateurs interrogés, et généralisé celles-ci à tous les participants malgré la plasticité comportementale dont ils ont fait preuve.

La difficulté majeure de l’exercice a été de comprendre l’interprétation que les sujets ont eu du

dispositif. Nous avons conçu EyeZ dans une optique de perception consciente d'autrui : nous constatons que l'appropriation du système par les sujets ne se superpose pas parfaitement avec nos attentes. La dissociation des « fonctions » (entendre les usages du dispositif adopté par les sujets) *percevoir* et *communiquer* ressortent des entretiens, mais nous sommes dans l'impossibilité de corrélérer les profils liés à l'usage du bouton et ceux à la compréhension du système, et ce pour deux raisons.

La première concerne la personnalité unique de chacun des participants. L'effet sujet amène à une catégorisation des interprétations du bandeau et du bouton séparément. En rentrant dans le détail de l'expérience vécue des sujets, nous notons que leurs états affectifs ne sont pas spécifiques à une situation donnée, mais dépendent de l'appréciation qui en est faite en fonction des objectifs des sujets, de leurs attentes ou encore de leurs motifs d'intérêt (c'est le modèle de l'appraisal (Frijda 1986; Lazarus 1991; Scherer, Schorr, et Johnstone 2001) : pour une même situation, différentes réactions peuvent être observées).

La seconde concerne la compréhension réelle des sujets et la modification de leurs discours après détection de nouvelles opportunités d'usages : par exemple, le sujet 14 nous expliquait que le bouton pouvait servir à communiquer, alors que, de son aveu, il n'avait pas conscience des signaux qu'il renvoyait lors de l'exploration (faisant partie du groupe C, il avait commencé par le scénario S1). Il nous est difficile de savoir si le sujet a bien fait cette corrélation bouton/bandeau. Et lorsque celle-ci est établie, la réalité peut encore être perçue de manière différente par les sujets. Par exemple, le sujet 25 distingue le bandeau du bouton, trouvant ce dernier plus intéressant tout en ayant conscience des deux : « *J'ai oublié qu'il y avait la bande parce que finalement l'information importante pour moi c'était que ça vibre. Que je renvoie un signal indiquant à la voiture de derrière que j'ai bien vu qu'il y avait une voiture derrière moi, pour moi ça m'intéresse pas. Tant mieux pour elle si ça a de l'intérêt, mais pour moi... Dit autrement, que je renvoie ou pas un point lumineux ne change rien à ma conduite. [...] Le bandeau c'est une info soit, mais je pense que le retour haptique qui est dans la voiture de la personne est beaucoup plus important que moi l'info que je récupère* ». Ce participant comprend donc l'aspect communication lorsque l'activité lumineuse du bandeau est dirigée vers lui. Cependant, en discutant plus précisément sur cet aspect communication, nous nous rendons compte que ce sujet pensait que lorsqu'il posait son doigt à un endroit du bouton sans bouger, le point lumineux oscillait automatiquement autour de cette position. En projetant son propre usage dans ce qu'il voit chez les autres, il a donc interprété les signaux qui lui étaient envoyés avec un biais.

Finalement, malgré la possibilité de catégoriser et de détailler les expériences des participants sélectionnées, nous avons noté quelques limites à cette méthodologie appliquée à notre étude de cas. Nous avons en effet observé que les participants ont eu des difficultés à se projeter (la passation de l'exercice s'est faite dans une pièce quelconque et non pas dans un habitacle de voiture, réel ou simulé). L'absence d'indices, tels que la position du corps, la présence de pare-brise, etc. ont été autant de freins à la projection du sujet dans le vécu de l'expérimentation sur simulateur. L'occulomètre n'enregistrant pas la voix des sujets, les verbatim et remarques du participant lui ont été rappelés au cours de l'entretien lorsque cela était pertinent. De plus, nous avons observé que plusieurs sujets reproduisaient les gestes d'exploration « dans le vide », en même temps que ceux affichés sur l'écran avec la position du doigt simulée. La représentation visuelle d'une modalité sensorielle reproduite tactilement semble avoir des limites, dans le sens où les participants n'ont pas réussi à se représenter facilement leur exploration tactile. Nous avons toutefois noté la corrélation entre la trajectoire des gestes reproduits et ceux effectués pendant l'expérimentation précédente.

Définition des profils utilisateurs

L'interprétation des données qualitatives nous a permis de définir des profils d'utilisateurs pour lesquelles les attentes diffèrent. Sur la base des verbatim des sujets, couplés à leurs actions enregistrées via l'occulomètre et leur activité sur le bouton, nous avons regroupé les profils similaires pour formaliser des « profils types » permettant de catégoriser les attentes et objectifs de tous les participants. Nous avons utilisé la méthodologie de *l'expérience map*⁷⁹, outil permettant de retracer et décrire le parcours d'un utilisateur (ou d'une catégorie d'utilisateur) en contact avec un service ou un système. Sa représentation graphique, sous la forme d'un diagramme chronologique, reprend les différentes étapes des interactions avec le service et donne une vue d'ensemble des expériences vécues par les utilisateurs (Figure 102).

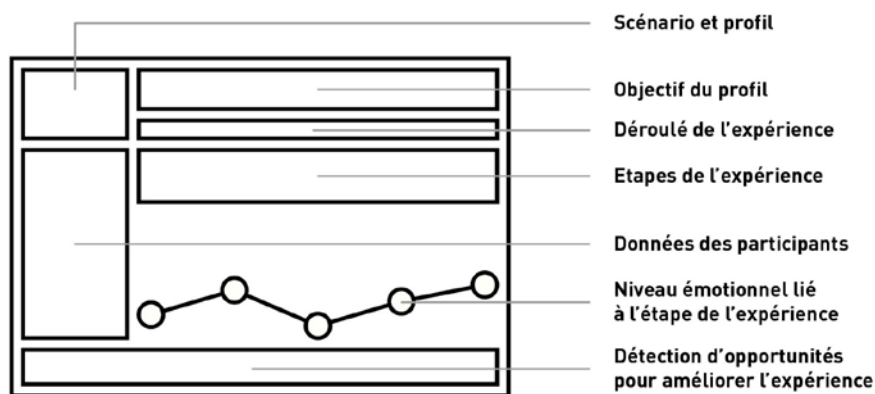


Figure 102 : Informations contenues dans les expériences maps déterminant les profils de groupes de participants pour les scénarios S1c et S2. L'axe horizontal représente le parcours utilisateur, c'est-à-dire les principales étapes de ses interactions avec l'interface. L'axe vertical positionne en priorité les actions, les expériences de l'utilisateur, et les opportunités de conception identifiées pour chaque étape du parcours utilisateur. Les expériences maps du scénario S1c incluent également les données d'utilisation du bouton, en pourcentage (moyennes d'utilisation des participants rattachées au groupe) et pour chaque étape d'utilisation.

Les expériences maps (EM) sont une manière de se projeter dans l'esprit de futurs utilisateurs, afin de concevoir un système qui répond à leurs attentes, leurs besoins, et s'adapte à leurs comportements. Les informations qui y figurent proviennent de nos expérimentations précédentes ; elles représentent une situation construite sur des données réelles. De la situation décrite du point de vue de l'expérience utilisateur émerge les obstacles et les problèmes que les utilisateurs ont rencontrés avec EyeZ. Les EM sont structurées de telle sorte qu'elles permettent à un concepteur d'identifier les actions critiques pour l'utilisateur dans son expérience vécue. À partir de ces éléments, des opportunités de conception sont listées, et peuvent être développées puis testées au cours des phases suivant cette étape (Buttle 2004; Crosier et Handford 2012).

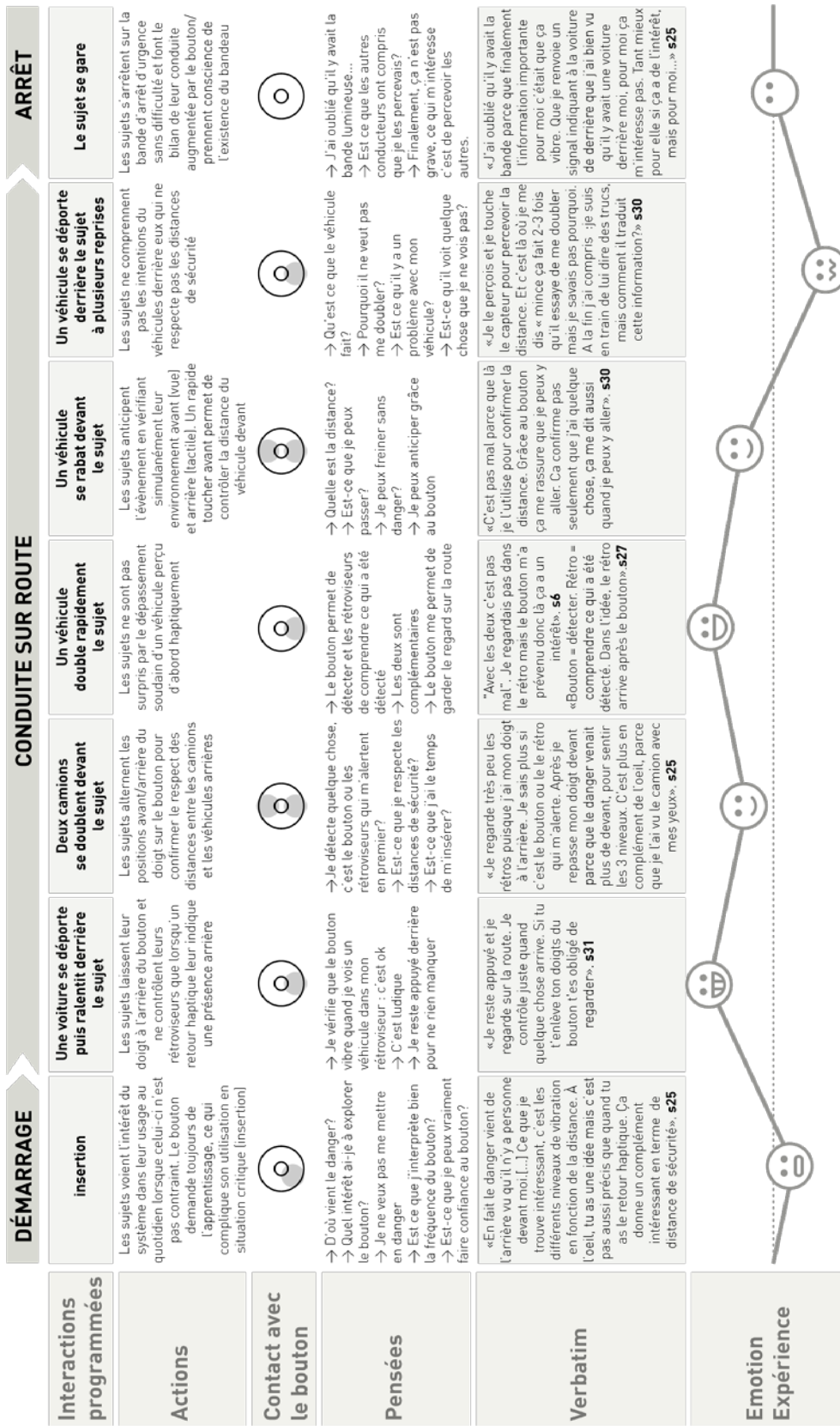
Nous avons couvert la globalité de l'expérience des cinq profils d'utilisateurs classés selon leurs stratégies d'utilisation du système. Les EM s'y rapportant couvrent la globalité de leur expérience en répertoriant leurs actions et pensées se déroulant avant, pendant et après l'interaction avec EyeZ (Figure 103 ; Figure 104 ; Figure 105 ; Figure 106 ; Figure 107).

⁷⁹ Ou carte d'expérience.

SCENARIO S1 C
PROFIL : VEILLEURS PASSIFS
 8 SUJETS (1,4,6,7,25,27,30,31)

OBJECTIFS de la stratégie : être en alerte constante de ce qui se passe dans l'environnement arrière, et aller chercher visuellement l'information lorsque celle-ci se manifeste haptiquement. Mesurer les distances de sécurité avec les autres véhicules. Point de vue «égocentrique».

~~17%~~
~~9%~~
~~65%~~



OPPORTUNITÉS

- Indiquer visuellement sur le bouton la présence d'un véhicule détectable
- Dissocier les trois retours haptiques avec plus de précision
- Approfondir la phase d'apprentissage
- Supprimer la partie supérieure du bouton qui n'est que peu exploitée?

→ Peaufiner le scénario de conduite pour que les véhicules simulés réagissent aux signaux envoyés par les sujets
 → Indiquer visuellement au sujet la transmission visuelle de son exploration aux autres conducteurs
 → Proposer d'autres usecases impliquant la nécessité de collaborer et de communiquer avec les autres usagers de la route

Figure 103 : Experience map des « veilleurs passifs »

OBJECTIFS de la stratégie : être en alerte constante de ce qui se passe dans l'environnement. Mesurer les distances de sécurité avec les autres véhicules. Tenter de communiquer sur la base des mouvements du pouce via le bouton pour collaborer avec les autres véhicules.

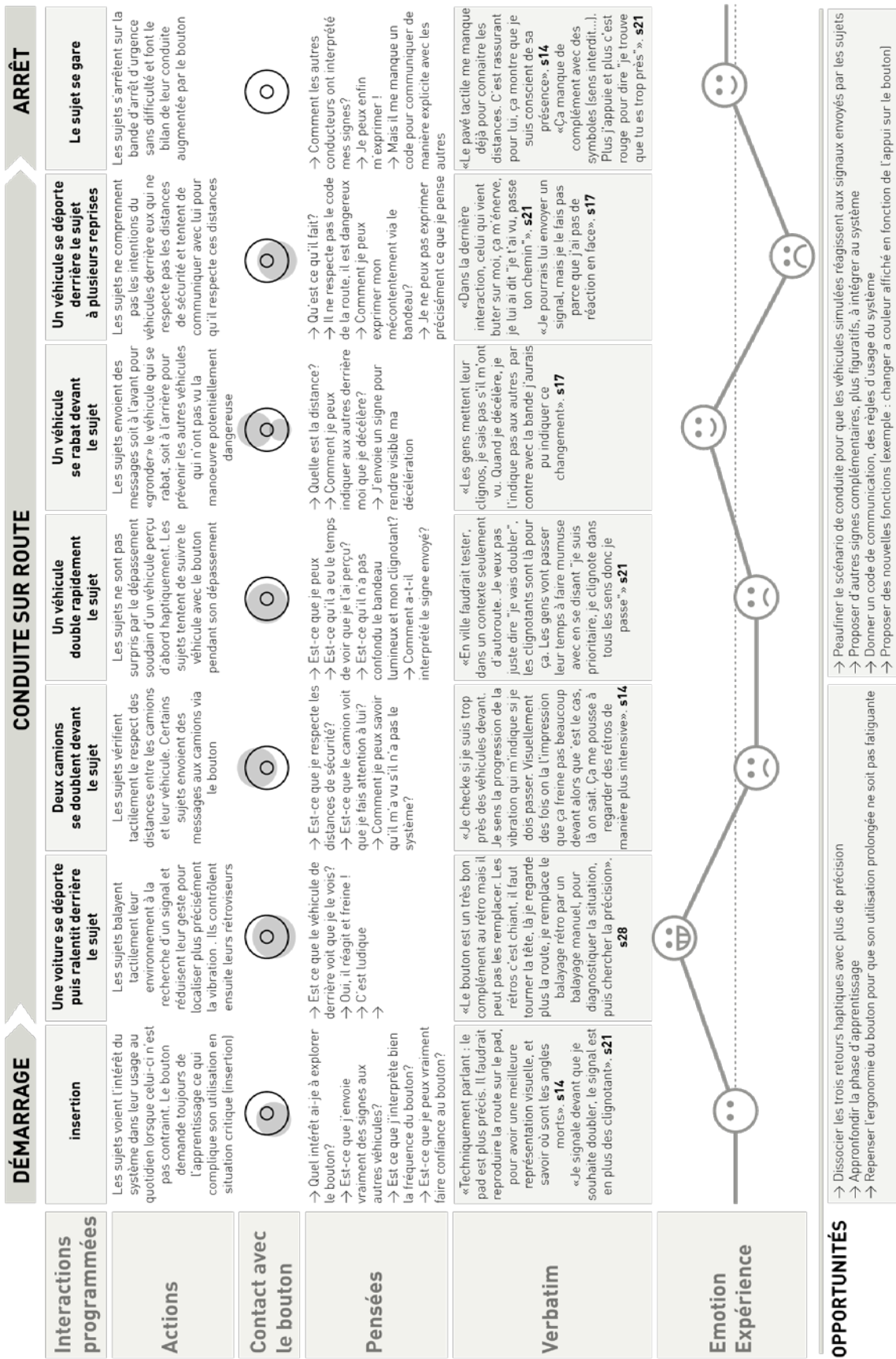


Figure 104 : Experience map des "veilleurs actifs"

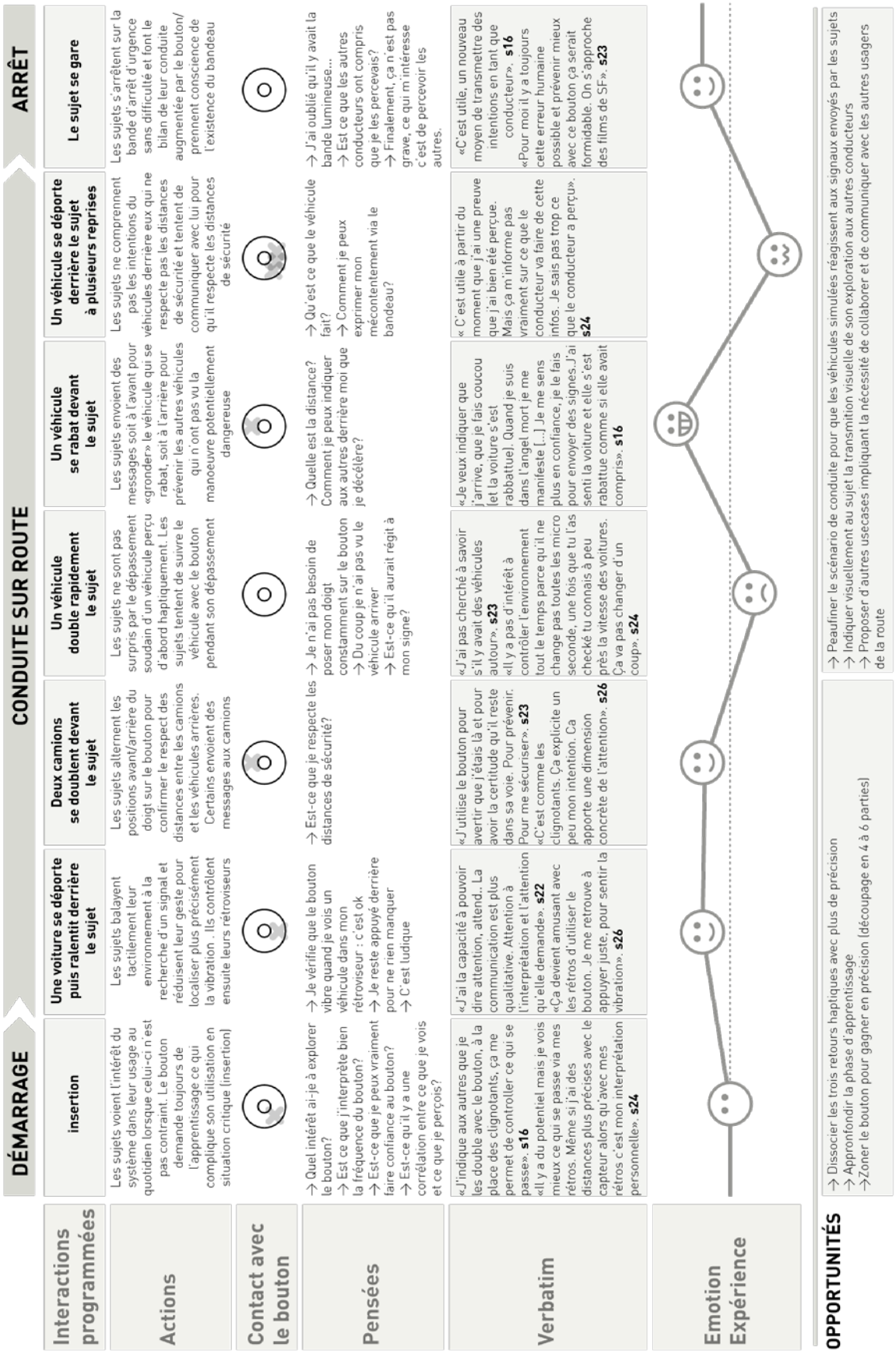
SCENARIO S1 C

PROFIL : DÉTECTEURS PONCTUELS

5 SUJETS (1,6,22,23,24,26)

OBJECTIFS de la stratégie : prendre ponctuellement l'information de ce qui se passe dans l'environnement, selon les manoeuvres engagées et leur niveau de risque. Mesurer les distances de sécurité avec les autres véhicules. Prévenir visuellement les autres véhicules.

~~21%~~
~~2%~~
~~72%~~



→ Dissocier les trois retours haptiques avec plus de précision
→ Approfondir la phase d'apprentissage
→ Zoner le bouton pour gagner en précision (découpage en 4 à 6 parties)

→ Peaufiner le scénario de conduite pour que les véhicules simulées réagissent aux signaux envoyés par les sujets
→ Indiquer visuellement au sujet la transmission visuelle de son exploration aux autres conducteurs
→ Proposer d'autres usecases impliquant la nécessité de collaborer et de communiquer avec les autres usagers de la route

Figure 105: Experience map des "détecteurs ponctuels"

SCENARIO S2

PROFIL : LES COMMUNICANTS

12 SUJETS (4,12,16,17,21,22,25-26,27,28,30,31)

OBJECTIFS de la stratégie : collaborer et communiquer avec les autres usagers de la route afin d'améliorer les relations interconducteurs. Sécuriser la conduite collective en indiquant ses intentions -et ses griefs- aux autres usagers de la route.

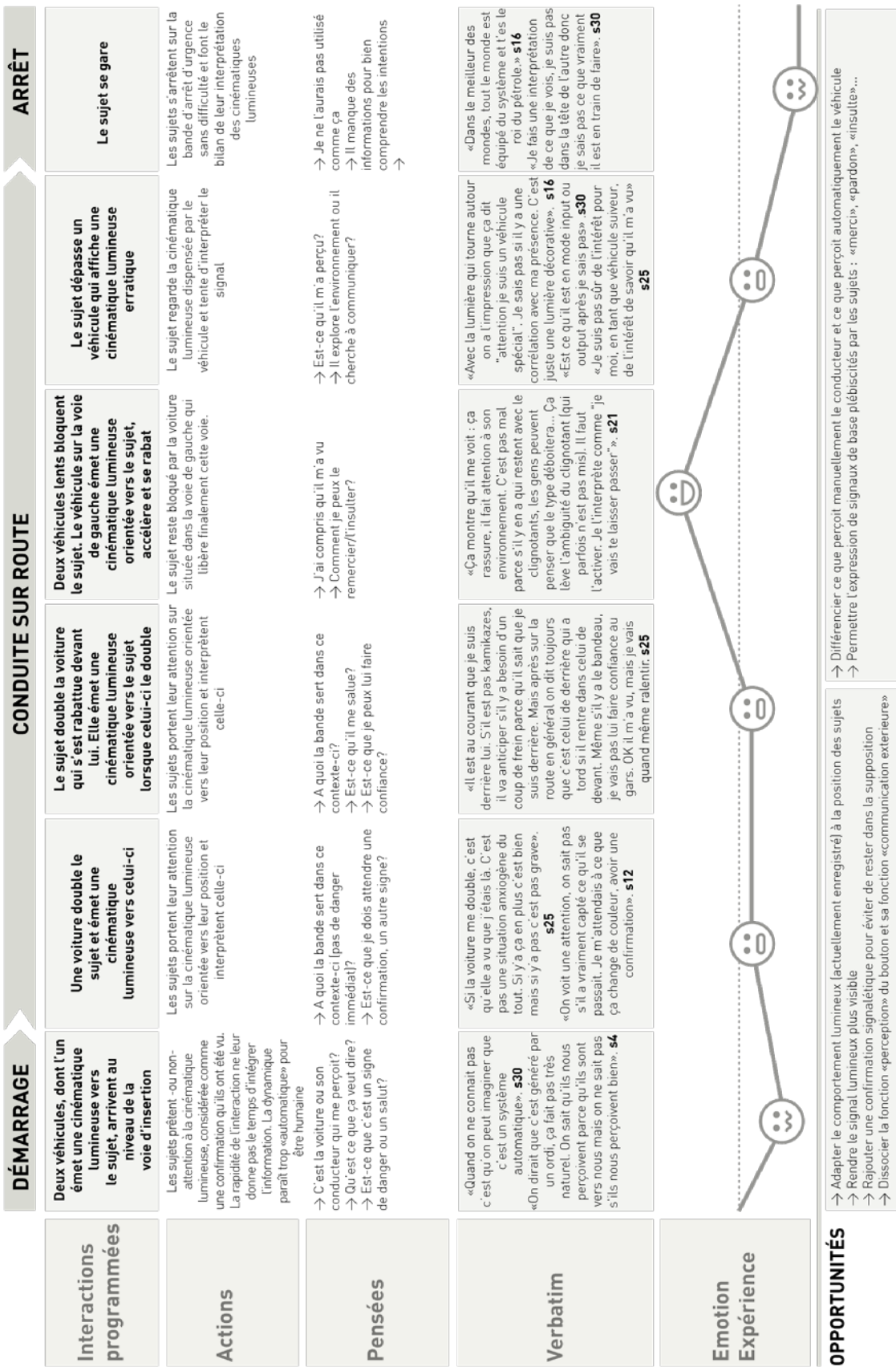


Figure 106 : Experience map des « communicants »

SCENARIO S2

PROFIL : LES INTERPRÉTATEURS

8 SUJETS (1,3,6,7,14,23,24,29)

OBJECTIFS de la stratégie : Pacifier les relations interconducteur. Les intentions des autres usagers de la route se traduisent par la direction de leur attention et du contexte. En rendant visible la où certains conducteurs portent leur attention, les sujets sont rassurés car certains d'avoir été perçu ou pas.

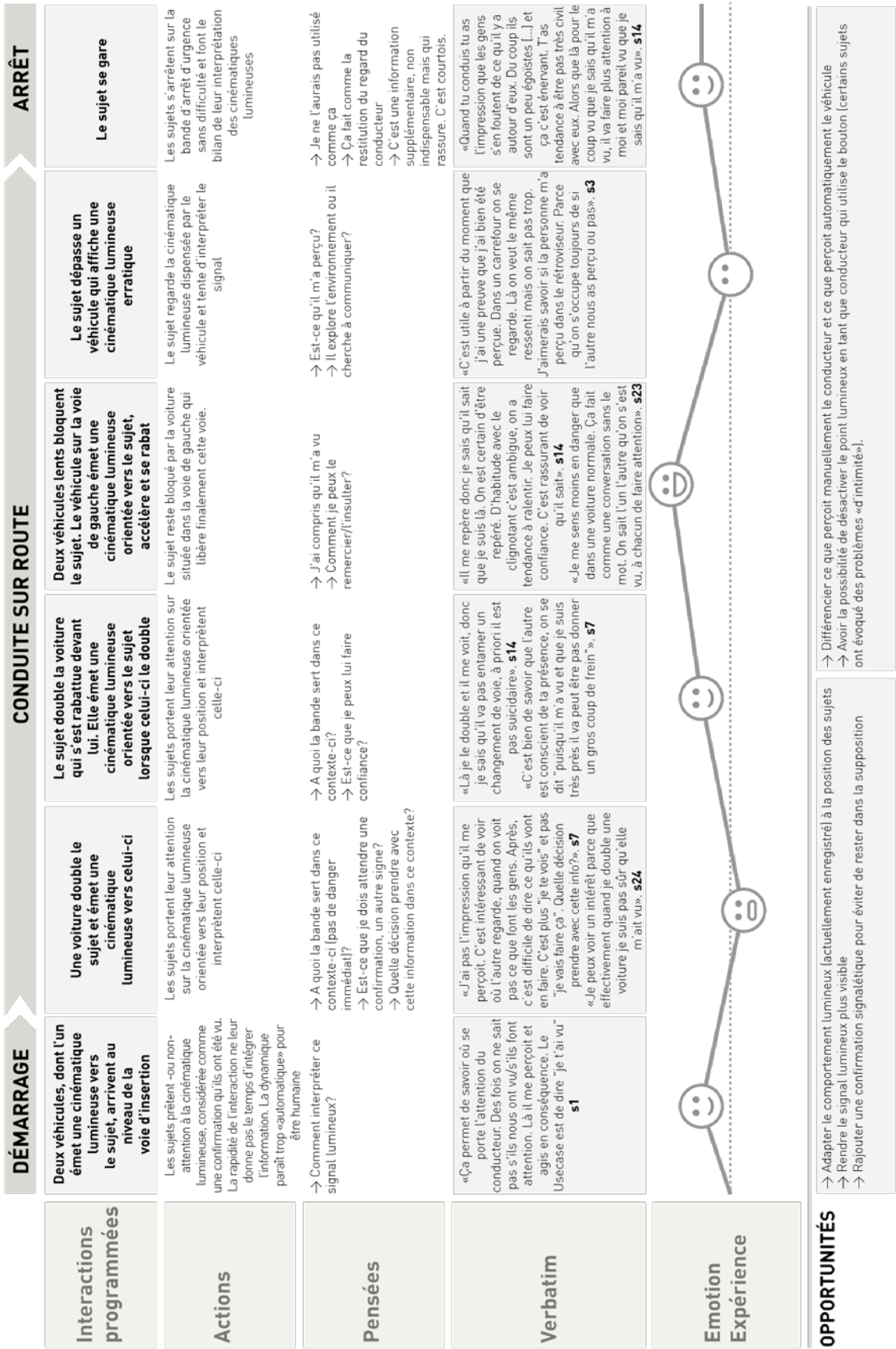


Figure 107 : Experience map des « interprétateurs »

Les EM des cinq profils d'interactants quantifient leur expérience émotionnelle afin d'obtenir une courbe de la qualité de l'expérience à travers le temps, basée sur les notes des sujets sur l'échelle de plaisir/déplaisir présentée pendant l'entretien de stimulation mémorielle. Les émotions et affects négatifs ressentis (incertitude, déception, insatisfaction, agacement...) permettent de relever également les événements marquants en termes d'expérience. Ces « moments de vérité », soit les moments cruciaux où l'utilisateur va prendre des décisions importantes, serviront de base à la génération d'idées de conception.

Les EM mettent en lumière les éléments suivants :

- Ce qui motive les utilisateurs. Quels sont les besoins qu'ils cherchent à satisfaire durant l'interaction et quelles sont leurs attentes ?
- Ce que font les utilisateurs. Quels sont les comportements et actions menées par les utilisateurs pour atteindre leurs objectifs ?
- Ce que pensent les utilisateurs. Quel est l'état d'esprit des utilisateurs et que pensent-ils à chaque étape de l'interaction ?
- Ce que ressentent les utilisateurs. Quelles émotions positives et négatives les utilisateurs ressentent — ils (craintes, frustrations, obstacles, satisfactions...)?

4.2.4 Discussion

4.2.4.1 Apports

Les tendances d'usage

Nos résultats quantitatifs et qualitatifs ont souligné la cohérence entre les réponses des participants et leurs actions : les sujets ayant le mieux réussi l'exercice de perception sont ceux qui ont compris le fonctionnement du système, et qui sont les plus à même de l'adopter. La majorité des participants (18 sur 20) a également indiqué que le prototype était facile à utiliser et à prendre en main. Cependant — et cela corrobore les résultats précédemment obtenus via les questionnaires à échelle —, le bouton permet plus difficilement d'appréhender les informations fournies sur le trafic. **L'association de nos données nous a permis d'étudier la manière dont les spécifications techniques de EyeZ ont fait émerger une expérience donnée qui conditionne les émotions résultantes de l'exploration tactile.**

On retrouve alors différents schémas d'appropriation de EyeZ. La plus importante est la dissociation bouton-bandeau, qui semble être due à la nouveauté de la tâche amenant une partie des sujets à ignorer la corrélation entre les interfaces interne et externe⁸⁰.

Sans pouvoir généraliser cette tendance, nous observons que les participants s'approprient dans un premier temps le dispositif pour en faire un outil sécuritaire (tâche de contrôle, perception des distances). Cet usage génère l'activité perceptive perçue visuellement par les autres usagers de la route. Le simulateur ne permettait à ceux-ci de réagir spécifiquement à

⁸⁰ La constitution de groupe ayant pour caractéristique le changement d'ordre de passage des scénarios n'a eu aucun impact sur les stratégies des participants. Nos explications en début d'exercice, incluant la manipulation d'une maquette de principe de la corrélation n'ont pas suffi à établir une base de compréhension suffisante et égale pour tous les sujets. Nous n'avons pas insisté sur la corrélation entre mouvement du doigt sur le bouton et reproduction de ses mouvements sur le bandeau pendant l'entretien, afin d'éviter qu'un sentiment d'incompétence émerge et se transforme en une certaine hostilité à l'égard de l'interface.

l'activité perceptive de chaque participant. On observe cependant que la position de « spectateur » des sujets (S2) stimule leur volonté de communication inter-véhicule. Les sujets, dans un premier temps, apprennent donc à percevoir, puis prennent conscience de la visibilité de leur activité tactile. Une partie choisit de l'ignorer, et une autre partie des sujets penche pour une utilisation du système à des fins de communication enrichie par EyeZ (et propose même des développements techniques supplémentaires).

Nous avons pu faire émerger différents profils que les entretiens de stimulation mémorielle ont appuyés. Ces profils présentent les constructions significatives que les participants créent afin de donner un sens au système mis à leur disposition. Les résultats de notre étude mettent en avant l'appropriation double d'un nouveau système intégré à la conduite automobile : augmenter tactilement la conscience de la situation, ou communiquer.

Nous pensons le rapport de l'individu à la voiture et, par extension, aux autres et au monde selon un continuum avec deux extrémités : d'un côté un rapport très réflexif qui correspond à la capacité à dire, à raconter et à préciser verbalement ce que l'on fait et ce que l'on pense, et de l'autre un rapport très pratique qui se traduit par des sentiments et des affects peu verbalisés, très intimes, se déclinant sur un mode pré-réflexif (Marchal 2014). **La distinction entre ces deux types de rapport à soi, aux autres et au monde s'illustre au travers des processus d'appropriation de EyeZ, orienté vers soi ou/et vers autrui.**

La relation émotionnelle au monde techniquement médiatisée

D'une façon générale, nos résultats permettent d'appuyer plusieurs idées importantes pour étudier l'engagement social comme partie intégrante de l'activité de conduite. Nous venons de le souligner, la relation à la technologie est multiforme et dépend de l'appropriation de chacun. Aucun modèle de relation à EyeZ n'étant stable, nous avons classé les comportements des participants selon cinq profils permettant de définir des attentes et des opportunités en termes d'usage. Le potentiel perceptif du système a été bien accueilli (2 rejets, 17 acceptations, 1 symbiose). Plus la technologie est perçue comme complétant habilement les capacités humaines — sous des aspects différents selon la technologie en question — et plus elle conduit vers la symbiose (Adele et Brangier 2013). Deux raisons peuvent justifier l'unique accueil « symbiose ». Premièrement, le fait d'appréhender la nouvelle capacité perceptive dans un contexte « à risque » (scénario S1b, où les rétroviseurs ne sont plus accessibles) induit un biais expérimental. Cela impacte notre seconde raison, qui concerne l'évaluation d'une technologie selon la maîtrise ressentie par le participant pendant l'utilisation du système (plus la personne se sent capable de maîtriser le système, plus la résultante — performance, réalisation d'une tâche est assurée). Cependant, un temps d'ajustement et d'entraînement est nécessaire pour accéder à ce niveau de couplage. Le besoin d'apprentissage, et l'habituation à la manipulation du système nécessitent un suivi de la prise en main qui s'étale dans le temps. Nos tests se durant qu'une heure, nous ne visions pas à une étude exhaustive de l'appropriabilité du concept.

Demandons-nous maintenant quels facteurs ont permis l'acceptation d'un système sans fonctionnalité définie. Quelles sont les actions permises par EyeZ qui ont généré un sentiment de satisfaction chez ses utilisateurs ?

L'efficacité relative de EyeZ n'a pas été le premier critère de satisfaction. Si plusieurs sujets ont apprécié l'apport de la modalité tactile dans la perception de l'environnement, celle-ci reste moindre que la modalité visuelle. Nous nous sommes donc penchés sur l'apport

psychologique de EyeZ. Au-delà des comportements apparents, les retours utilisateurs nous ont permis de comprendre ce qui est vécu émotionnellement par les sujets.

C'est d'abord la complémentarité entre tactile et vision qui impacte émotionnellement la conduite. La vision très centrée des sujets prend d'abord le dessus et reste focalisée sur l'aspect sécuritaire de la perception des autres. Le fait de pouvoir « voir partout tout le temps » fait l'unanimité. Une résultante liée à cette possibilité est apparue : la charge cognitive. La question est traitée dans beaucoup d'articles, notamment autour de la question de la gestion du risque (Bourgeon et Cahour 2013; Nguyen et al. 2011) ou plus récemment avec la reprise en main d'un véhicule autonome (De Winter et al. 2014; Zeeb, Buchner, et Schrauf 2015; Zeeb, Buchner, et Schrauf 2016; Miller, Sun, et Ju 2014; van Veen, Karjanto, et Terken 2017). Si nous n'avons pas les éléments pour mesurer la charge cognitive, l'évocation récurrente de son absence lors de la manipulation du bouton, et de la complémentarité sensorielle de ce dernier avec la vue nous amène à penser que **l'intégration d'une fonction tactile peut avoir un impact positif sur l'attention des utilisateurs à leur environnement**. En l'absence d'éléments mesurables complétant ces avis subjectifs, cette piste reste à développer.

Ensuite vient la conscience de la communication de l'activité perceptive à autrui. Elle prend plusieurs formes : ignorée, demandée ou tout simplement oubliée, elle fait émerger des comportements différents basés sur des appropriations divergentes de EyeZ.

Finalement, c'est l'imagination des sujets sur l'exploitation du système qui nous amène à envisager des cas d'usage différents et des fonctions complémentaires. Le concept peut être exploité dans de nouveaux contextes comme le dialogue avec les autres usagers de la route, l'aide au parking pour percevoir les obstacles, voire le véhicule autonome. Nous développons cela un peu plus loin.

4.2.4.2 Limites

Notre étude a généré des données quantitatives et des informations qualitatives riches et complémentaires. Il y a cependant plusieurs limites à cette recherche.

L'expérimentation a été techniquement contrainte. Parce qu'il nous était impossible de faire interagir simultanément deux participants, nous avons opté pour un test décomposant l'interaction, d'un point de vue conducteur « testeur » (Scénarios S1a,b,c) et d'un point de vue conducteur « spectateur » (Scénario S2). Les interactions via EyeZ avec les autres usagers de la route étaient simulées, ce qui a impliqué une limitation des actions du sujet pour que les cinématiques soient corrélées aux déplacements des participants. Cette limite nous a toutefois permis de comparer des interactions identiques à tous les sujets.

Également, l'usage d'un simulateur implique des biais de comportement, que certains sujets ont appuyé : « *Si j'étais sur une vraie route, je m'engagerais pas comme ça sans rien voir, mais là je le fais* » (sujet 22, scénario S1b). En effet, il n'est pas envisageable pour une partie des participants d'effectuer un changement de voie en ne se basant que sur un retour tactile, sans contrôle visuel.

Nous notons que chaque session de conduite a duré moins de 10 minutes : cette étude n'a donc pas été en mesure d'enquêter sur l'attitude des participants envers EyeZ à long terme. Malgré les phases d'apprentissages proposées aux sujets, l'appropriation du système ressort comme complexe : « *L'apprentissage dans le temps est indispensable pour bien prendre en main le bouton* » (sujet 16). Mettre le dispositif dans les mains des participants de manière prolongée permettrait de mieux mesurer l'impact de celui-ci sur leur conduite, et dans quelle mesure il affecte la nature de l'interaction de son utilisateur avec son environnement.

La stimulation mémorielle nous a donné un accès privilégié à l'expérience vécue lors de l'utilisation de EyeZ. Par contre, le format vidéo a constitué une contrainte pour l'évocation. Le rapport du sujet avec notre concept étant de nature kinesthésique, donc non reproductible par l'accès sensoriel induit par la vidéo, le rappel a été rendu plus difficile sans support dédié (malgré la reproduction visuelle de l'exploration tactile intégrée à la vidéo).

Accessoirement, seuls des collaborateurs du Groupe Renault ont effectué le test, ce qui implique plusieurs biais culturels, notamment l'appétence de certains participants pour le véhicule autonome qui les a conduits à évaluer le système non pas selon des critères sensoriels et émotionnels, mais selon un idéal fantasmé du véhicule de demain. La conception et l'évaluation de notre concept en simulateur a permis l'évaluation fine de l'apport sensoriel de EyeZ, et de faire émerger des stratégies d'interaction liées aux possibilités perceptives offertes par le système. Toutefois, la nature réelle de ces interactions reste à observer, pendant une période de temps plus longue afin d'évaluer leur valeur dans la routine quotidienne de l'utilisateur, ou/et en situation écologique, pour limiter les biais de comportements des sujets impactant la nature de leurs interactions.

4.2.5 Toucher pour voir, toucher pour toucher

La voiture, en tant que système technique, incite son conducteur à penser le monde —son environnement de conduite — comme étant fait pour son unique usage. Cette considération mène à un comportement individualiste illustré par notre premier terrain, où chaque conducteur a de « bonnes raisons » de croire qu'il conduit bien et prudemment « *tout simplement parce que sa conduite correspond à ses représentations* » (Peretti-Watel 2001). L'automobile impose une perception égocentrée du monde dans laquelle autrui disparaît. On ne cherche pas à être compris de l'autre, mais bien plus à s'éprouver soi-même en dialoguant avec soi. C'est sûrement au regard de ces dimensions qu'il faut comprendre l'incompréhension mutuelle entre différents usagers de la route (Marchal 2014). La relation inter-conducteurs met pourtant en relations deux interactants : mais la relation avec un « autre » qu'ils ne peuvent écouter et regarder, qu'ils ne peuvent saisir dans sa globalité, qu'ils ne peuvent toucher tant sur un plan figuré que sur un plan littéral est complexe. La voiture dépossède son conducteur de sa capacité à faire comprendre son point de vue, à dire ce qu'il pense et ressent. Autrui est ainsi réduit à un véhicule, et ses caractéristiques nous échappent. En rendant inaccessible le visage de l'autre au profit d'une médiation technique, la voiture remet en cause la capacité des individus à s'identifier réciproquement comme tels.

C'est que le visage, et bien plus encore le regard, est un contact. Par le regard, on touche l'autre et on est touché par lui, pour le meilleur et pour le pire. Car on peut fusiller du regard tout comme on peut caresser avec les yeux. [...] Or l'autre vu à travers un média, ici la carrosserie, ne peut pas être regardé dans l'immédiat d'une relation sensible ; telle est ce qu'impose a priori la condition automobile (Marchal 2014).

Marchal parle de relation sensible lors d'un croisement de regard. Cette activité tournée vers autrui, nous l'avons qualifiée d'activité perceptive et conceptualisée sous forme d'IHM, qui permet d'accéder au point de vue d'autrui. **EyeZ permet à la voiture de devenir un moyen d'interagir avec le monde qu'elle cloisonnait. L'interface ainsi manipulée, testée,**

éprouvée, devient une manière de porter son attention sur l'autre, qui percevra alors l'attention qui lui est portée. En cherchant à savoir quelles expériences étaient constitutives de valeurs émotionnelles, nous avons noté que l'expérience de plaisir découle de l'interprétation de l'interface par le sujet, son utilisation dans une fonction qui lui apporte satisfaction, et la corrélation entre les attentes des sujets quant aux actions des véhicules simulés et la non-réponse à ses attentes. Les sujets s'approprient la possibilité d'un contact avec autrui selon deux biais de pensée.

Le premier est basé sur l'exploration de son environnement, en tant qu'information rendue publique ; en même temps, parce qu'il est spontané et inconscient, l'individu qui éprouve l'émotion n'a aucun accès privilégié à la façon dont son émotion est apparue, aucune compréhension particulière de ce qui constitue l'émotion qu'il ou elle vit. Cela rejoint la définition de coordination affective selon Dumouchel (1995). Nous appelons cette première approche « *l'approche directe* », dans laquelle le sens est créé dans l'action. Les transformations du comportement et de l'expérience se font par la manière dont le produit se présente physiquement à une personne, de manière non linguistique. Il crée des liens significatifs entre des actions physiques et une fonctionnalité numérique comme moyen d'inviter à un comportement (Ullmer et Ishii 2000; Overbeeke et Wensveen 2003).

Le second assume la dimension publique de l'expression extérieure permettant au conducteur de faire des interprétations sur la base d'un échange paralinguistique. Cette approche, que nous qualifions de « *sémantique* », repose sur l'idée de base que nous utilisons nos connaissances et notre expérience pour interpréter les signes. Ceux-ci ne se limitent pas à un langage connu ou figuratif, et peuvent prendre une forme plus riche et dynamique (Ross 2008). Penchons-nous d'abord sur le premier cas.

4.2.5.1 L'activité perceptive restituée inconsciemment : le toucher touchant

Un hochement de tête, un portier qui signale qu'il comprend votre approche du bâtiment avec des mouvements faciaux subtils, en ouvrant la porte un peu plus près à mesure que vous vous approchez, un regard amical ou même une tape sur l'épaule : ces actions implicites sont celles qui se produisent sans qu'un utilisateur y soit averti ou sensibilisé. Ces « *interactions implicites* » (Ju 2015), à travers un répertoire de gestes et de postures, organisent et coordonnent nos relations. Les expressions d'autrui sont le reflet de son état émotionnel et constituent autant d'indices sur ses intentions d'agir sur le monde. Le fait que les signaux émotionnels peuvent affecter l'observateur émotionnellement connote affectivement un événement. Pour toutes ces raisons, les expressions faciales, gestes, postures et vocalisations de nos congénères sont autant de signaux qu'il convient de traiter rapidement et efficacement. La bonne tenue de la vie sociale, et plus largement, la survie et la reproduction, en dépendent (Grèzes et Dezecache 2012).

EyeZ réplique et rend visuellement accessible l'activité perceptive tactile d'un conducteur aux autres usagers de la route. Leur réaction affective leur échappe, dans le sens où sa signification ne dépend pas que d'eux seuls : la réaction de l'autre, qu'elle soit une confirmation (par exemple, la voiture effectue une action de coordination) ou une dénégation (par exemple, la voiture ignore l'action), construit l'affect issue de la coordination affective. L'émotion est le fait d'une interaction avec un autre indéterminé. Il y a ensuite coordination lorsque les deux interactants sont satisfaits du degré d'incertitude momentanément atteint.

Nous l'avons noté, la conscience de la visibilité du geste n'a pas été intégrée par tous les participants. C'est-à-dire que lorsque l'utilisateur d'EyeZ perçoit un autre véhicule et qu'il effectue une action de balayage tactile localisé sur le bouton pour « toucher » l'autre véhicule, il cherche à interpréter un positionnement, une distance, etc. C'est la position instable du véhicule perçu qui conditionne les mouvements exploratoires, qui suivent dynamiquement l'origine du retour haptique. Comme dans une relation affective complète, sa propre expression semblera moduler celle de l'autre, et infléchir la suite du processus affectif (Dumouchel 1995).

Il y a une asymétrie dans la relation entre le touchant (le conducteur équipé de EyeZ) et le touché (le véhicule perçu par EyeZ et récepteur d'un signal visuel dépendant de ses propres mouvements). Lenay (2010) qualifie ce paradoxe de la manière suivante :

C'est l'effet d'une intentionnalité qui nous concerne puisqu'elle nous touche... mais une intentionnalité qui nous affecte en profondeur dans la mesure même où elle échappe en partie à son auteur. Cette relation peut se comprendre comme un croisement perceptif partiel, oblique : je perçois autrui, celui-ci regarde la situation à laquelle j'ai accès, mais il ne perçoit pas que je le perçois, du moins c'est ce que je crois percevoir.

Même si EyeZ cherche à recréer le croisement de regard, l'asymétrie de la situation fait que le conducteur équipé de notre système ignore « son visage », aussi autrui peut le regarder librement. À travers la dynamique lumineuse affichée par la bande, autrui comprend que l'attention du conducteur le concerne, et partage son intention à son insu. Engagé dans son activité perceptive, le conducteur équipé transmet une image sincère de son activité perceptive, car non volontaire. **L'information de ce à quoi le conducteur fait attention permet à l'utilisateur de la route d'adopter une posture empathique face à un comportement humain ne se percevant pas lui-même.**

Le toucher prend dans cette situation plusieurs dimensions. Le spectateur confronté à un signal orienté vers sa propre existence et réactif à ses actions est doublement touché, par le conducteur via son bouton, et émotionnellement lorsque ce spectateur prend conscience de la nature expressive, mal maîtrisée⁸¹, qui le cherche dans l'environnement. Le conducteur, en cherchant autrui, se trouve entraîné dans une dynamique qui lui échappe partiellement, car également dépendante d'autrui dans la constitution d'une coordination affective (Dumouchel 1995).

EyeZ ne peut être porteur d'émotion, de signification, que si la face visible par autrui qu'il donne est directement liée à son activité perceptive. Contextualisée (selon l'environnement routier et les actions de la personne perçue), l'activité fait sens et permet de faire émerger l'intention qui a nécessité la perception de l'environnement et d'autrui par le conducteur : était-ce pour doubler, changer de voie, vérifier une distance ?

Visant à réduire l'incertitude, la série de « tâtonnements » via EyeZ initiée par la coordination des deux interactants évolue ainsi vers une convergence ou une divergence. **Ce processus de tâtonnement est dans un premier temps inconscient. Mais il y a de bonnes raisons**

⁸¹ Rappelons que le suivi d'autrui via le bouton de EyeZ n'est possible que par un jeu d'oscillation autour de la zone générant des retours haptiques.

de croire qu'il risque de devenir progressivement délibéré dans la mesure où il est le processus par lequel le sens de l'affect se constitue⁸².

La conscience de ce qu'on donne à voir à autrui impacte la nature de l'utilisation du système. Si le signe envoyé est inconscient, sa nature implique un contact touchant avec autrui, construit à travers une dynamique d'interaction asymétrique. Si le conducteur équipé du système est conscient du signe qu'il transmet et l'utilise comme médium d'expression, l'utilisation qu'il fait de EyeZ tombe dans le registre de la communication.

4.2.5.2 L'activité perceptive comme biais de communication

Nous traitons de la communication d'un point de vue sémantique et pragmatique⁸³ : tout langage présuppose une convention sémantique (le message est fait de sens), et la communication affecte le comportement (tout comportement étant une forme de communication) (Watzlawick et al. 1972).

EyeZ incarne techniquement un champ des possibles qui a été exploité à des fins de communications par plusieurs sujets, dans le but d'envoyer des messages lumineux aux autres usagers de la route, avec la particularité suivante : les messages ne sont pas figuratifs, mais dynamiques (nous dirons même comportementaux), à la différence des éléments de langage connus généralement spécifiés par des traits explicites et socialement codifiés. *L'expression* permise par notre système technique se définit selon un ensemble de quatre paramètres, présentés par Vaughan dans le cadre de ses travaux de synthétisation des mouvements expressifs sur l'écran d'un ordinateur (Vaughan 1997). Le chemin (ligne — dans notre cas éphémère — créée par l'objet), la surface (utilisation de l'espace par l'objet), la direction (la direction de l'animation), et la vitesse (la vitesse et le tempo de l'objet animé).

L'évocation d'une *expression* s'explique par l'engagement corporel du conducteur dans la présentation d'une information dynamique pour autrui. EyeZ, par son affichage lumineux, permet à ses utilisateurs d'exprimer directement une attitude, leur permettant d'agir dans un monde imprégné de sens social. Mais toujours dans un cadre d'utilisation communicationnel, les utilisateurs ne tiennent plus compte des retours haptiques du bouton. **Leurs expériences corporelles ne façonnent pas leur compréhension du monde, avec lequel ils cherchent simplement à communiquer.** Nous nous éloignons donc de la doctrine de Dourish pour qui les expériences corporelles font partie intégrante de la manière dont nous interprétons et donnons un sens au monde (Dourish 2001).

Via EyeZ, les participants peuvent donc interférer avec les pratiques des usagers de la route, avec l'organisation sociale de l'environnement par un langage dynamique. Mais même **si elle partage certaines caractéristiques manifestes de l'activité linguistique, il lui manque une des dimensions essentielles de celle-ci : un référentiel commun aux interactants pouvant se rattacher à la compréhension d'un signe.** Cependant, au regard de l'appropriation du système par les sujets, il semblerait qu'on puisse traiter les comportements de communication comme une assertion et la réaction de l'autre comme une confirmation ou

⁸² C'est seulement par autrui que j'apprends mes expressions faciales, et ce sera certainement la rencontre avec un autre véhicule équipé qui permettra d'apprendre à maîtriser pleinement le système.

⁸³ La syntaxe, soit la question de la transmission de l'information, et autres propriétés du langage, n'est pas traité puisque dans notre cas, c'est EyeZ qui permet la communication.

comme une déné gation portant sur cette assertion première. Ces actions ne s ont pas intrinsèquement linguistiques, mais partagent néanmoins avec les actes de langage le fait que leurs conditions de satisfaction dépendent des autres. Ces attitudes, que les sujets reconnaissent sans les comprendre totalement, sont sujettes à des interprétations variables. Sur la base des caractéristiques décrites précédemment par Vaughan (chemin, surface, direction, vitesse), les sujets interprètent le caractère urgent ou tranquille de c ette communication paralinguistique.

La perception d'actions réalisées par autrui facilite l'exécution de nos propres actions, ou bien au contraire, interfère avec ces dernières (Grèzes et Dezecache 2012; Brass et al. 2000). Nous serions ainsi plus en mesure de prédire et de comprendre les actions d'autrui si elles font partie de notre propre répertoire moteur, et de les prédire, toujours sur la base d'une dynamique affichée par EyeZ. L'usage de EyeZ comme moyen de communication a permis à certains sujets de construire un rapport de prudence/rassurance vis-à-vis des autres usagers. L'interface a augmenté le sentiment subjectif de sécurité lorsque les sujets l'ont manipulé (S1) et lorsqu'ils l'ont vu sur d'autres véhicules (S2). Dans ces deux cas de figure, EyeZ a été exploité comme « confirmation » ou « assurance ». **La simplicité du système aide à mettre en évidence « combien il est important pour les utilisateurs que les actions des autres reflètent envers eux, d'une part, des attitudes de bienveillance, d'affection ou d'estime ou, d'autres parts, de mépris, d'indifférence ou de malveillance** (Dumouchel 1995).

Le code sémantique de l'IHM externe ne consiste pas en un échange d'informations portant sur un état émotionnel et/ou sur un état de l'environnement : elle consiste à chercher à influencer autrui. L'observateur serait ainsi préconditionné à l'action, comme contraint de réagir au signal émotionnel en fonction de différents paramètres (entre autres, en prenant en compte la relation avec l'émetteur et la nature du signal émotionnel). La compréhension de l'émotion d'autrui ne consisterait donc pas en un travail cognitif d'évaluation de la portée informationnelle du signal reçu. Elle consisterait plutôt en une évaluation de la réaction à adopter, en fonction de plusieurs paramètres, dont la nature du signal émotionnel. En d'autres termes, **les expressions émotionnelles d'autrui seraient des affordances sociales, car elles suggèrent, à l'observateur, différentes réactions à adopter** (Grèzes et Dezecache 2012).

Plusieurs sujets ont critiqué la « pauvreté » technique de ce mode de communication. Se pose alors la question d'une « communication riche ». Est-ce seulement une question de fournir plus de données ou plus de modalités ? On rencontre souvent l'idée que l'ajout de certaines expressions émotionnelles riches aux ordinateurs entraînerait moins de problèmes de communication. Les études sur lesquelles nous nous sommes appuyés montrent plutôt que **la communication émotive est comme tant d'autres activités humaines : c'est une improvisation continue et créative. Nous ne planifions pas quelle émotion transmettre à qui, et de même, nous ne planifions pas exactement quelle action effectuer ensuite (Suchman 1987). Nous sommes situés dans le monde, agissant, émouvant, expérimentant. Et nous aimons être créatifs dans la façon dont nous nous exprimons et comment cela nous affecte à notre tour. Nous ne voulons pas automatiser les aspects créatifs de la modulation de l'expression des émotions et de l'implication des autres (Höök 2009).**

4.2.5.3 Approche directe, approche sémantique

La conduite, en tant que pratique sociale, suscite des émotions de différentes natures et valences, dépendantes d'autrui. Le conducteur associe cette coordination affective à des dispositions particulières de comportement et s'attend à trouver en lui des régularités d'actions qui leur soient conformes (par exemple, si je vois un conducteur qui zigzague, cela peut activer des émotions négatives comme la peur). Cela se traduit dans notre façon de conduire que nous adaptons à ce que nous ressentons. **Si nous ne sommes pas en mesure de modifier les interactions sociales, nous pouvons toutefois les influencer. Dans cette perspective, il est important d'avoir accès à l'attention de l'autre.** En constatant qu'autrui tourne son regard vers quelqu'un, je peux comprendre ses intentions même si elles ne me concernent pas. EyeZ, conceptualisé par une démarche de recherche-projet, propose une formalisation du principe d'activité perceptive, à travers lequel s'inscrit une volonté de permettre l'émergence d'émotions découlant des interactions ainsi permises.

L'approche sémantique et l'approche directe ont toutes deux un intérêt dans la conception de dispositifs médiatisant les interactions inter-conducteurs. Comme nous l'avons constaté, elles ont le pouvoir de créer des dispositifs qui transforment le comportement. L'avantage de l'approche sémantique réside dans le fait qu'elle permet l'établissement d'un rapport paralinguistique. L'avantage de l'approche directe est qu'elle a un lien direct avec le comportement en interaction. Une telle conception vise à créer des possibilités d'action physique qui entraînent des comportements significatifs. Djajadiningrat et al (2004) distinguent une approche de conception sémantique (produits en tant que signes) et une approche de conception directe (action et matérialité). Les deux approches sont utiles pour la conception de la transformation sociale. **D'un point de vue émotionnel, l'approche directe atteint notre objectif en créant une relation touchante, fortement liée à la perspective sensori-motrice, car elle décrit littéralement ce qui se passe physiquement. Les émotions feront partie de l'expérience et seront indissociables des expériences intellectuelles et corporelles. Dans une telle perspective holistique, il ne serait pas logique de parler de processus émotionnel comme quelque chose de distinct de notre expérience incarnée d'être au monde. Une expression ne peut être touchante que si elle nous semble sincère, donc sans écart mensonger avec l'intention qui l'anime. Et cela nécessite que, pour partie au moins, ce que l'on offre à autrui nous échappe.** Dans les situations de rencontre quotidienne, ceci est simplement réalisé par la non-visibilité de notre visage. Notre corps pour autrui, notre visage, est porteur d'expressions émotionnelles touchantes parce qu'il est nu, exposé, offert au regard des autres. Dans le cas de l'approche sémantique, le contact avec autrui est intentionnel, et n'entre donc pas dans cette perspective.

4.2.6 Pistes de développement de EyeZ

Il est maintenant largement admis que la conception d'un système technique nécessite la mise en œuvre d'un processus itératif intégrant l'utilisateur dans la conception, afin d'évaluer l'utilisabilité des interfaces créées. Le concepteur est ainsi amené, sur la base de l'expérience interactive d'un individu avec un dispositif, à développer de nouvelles solutions fondées sur des retours utilisateurs (Cahour et al. 2007). Dans notre cas, l'expérimentation sur simulateur a permis l'étude des pratiques des utilisateurs de EyeZ.

La construction de schèmes d'utilisation, évolutive, prend la forme d'une boucle d'influences réciproque et continue (É. Brangier et Hammes-Adelé 2011). Nous avons assisté à des situations paradoxales d'appropriation ; certains sujets ont trouvé EyeZ satisfaisant dans l'usage qu'ils en ont fait, sans que cet usage n'ait une quelconque utilité. À l'inverse, d'autres sujets y ont vu une opportunité d'utilisation pour laquelle les propriétés intrinsèques de EyeZ n'étaient pas satisfaisantes. Ces retours sont autant d'opportunités de conception de solutions adaptées, qui ont pour objectif de produire une expérience optimale à chaque étape du parcours de l'utilisateur. Penchons-nous sur les deux principales modalités d'appropriation du système.

4.2.6.1 La perception d'autrui

La conscience de la présence d'autrui oriente l'attention des conducteurs. La *Situation Awareness*⁸⁴ semble être l'objectif à atteindre par les sujets qui ont utilisé le bouton comme moyen de perception. Si cet usage a majoritairement été facilité par la simplicité du bouton en termes de manipulation et de retours sensoriels, plusieurs sujets ont émis des réserves, que nous trions en deux catégories.

- Les réserves ergonomiques : le placement du bouton sur le volant, la taille du bouton, la distinction peu marquée des retours haptiques, la possibilité de régler la portée de perception du bouton, un meilleur zonage du bouton (bien distinguer les zones du bouton qui représentent les angles morts), l'ajout d'une IHM interne visuelle confirmant la reproduction d'un signal extérieur dépendant de nos mouvements sur le bouton.

Ces réserves sont des points à intégrer pour la mise en place d'une version 2 de EyeZ. Quelques sujets ont évoqué la suppression de la partie haute du bouton qui ne « sert à rien, on voit devant », quand d'autres ont apprécié pouvoir faire des gestes continus sur toute sa surface et confirmer les distances tactilement. Devant ces tendances mineures, nous ne prenons pas parti pour le moment, mais restons à l'écoute des usages qui entraînent ces préférences.

- Le contrôle de l'environnement : le détournement du regard/de la tâche de conduite, la nécessité de faire un choix attentionnel, le coût cognitif et physiologique de EyeZ.

Sachant que la plupart des participants ont mis en comparaison EyeZ et les rétroviseurs, notre système est ressorti comme une alternative appréciable pour prendre conscience de la présence d'autrui dans l'environnement de conduite — même si les rétroviseurs restent indispensables pour connaître la vitesse, le type et le comportement du véhicule perçu tactilement. Avoir la possibilité de ne pas décrocher son regard de la route, ne pas tourner la tête et limiter un contrôle global à un mouvement de doigt n'interfère pas avec le contrôle du conducteur sur son véhicule. La mobilisation de connaissances (interpréter les retours haptiques, intégrer l'activité de perception tactile dans l'activité de conduite) nécessite cependant une phase d'apprentissage plus grande, EyeZ n'étant pas intégré dans les routines de conduite. Les conducteurs qui ont fait preuve « *d'avarice cognitive* » (Fiske et Taylor 1984)

⁸⁴ La conscience de la situation est un concept défini par Endsley comme étant "la perception des éléments de l'environnement dans un volume de temps et d'espace, la compréhension de leur signification et la projection de leur état dans un futur proche", soit la connaissance de ce qui est en train de se passer. Cet état instantané des connaissances sur le Monde comporte trois niveaux (perception, compréhension et projection). Nous identifions ces états de manière récurrente dans les verbatim des sujets, qui ont parlé de « comprendre l'environnement », « interpréter ce qui se passe », « voir si l'autre comprend », « il veut se rabattre parce que... » pendant la manipulation de EyeZ.

sont ceux qui ont considéré EyeZ comme objet déposé, et qui ont eu du mal à le saisir pour percevoir l'environnement et non plus le bouton. **Nous pouvons espérer qu'au terme de quelques heures de manipulation, notre système puisse s'inscrire dans un rapport non conscient du conducteur à son habitacle, à travers une nouvelle routine.**

La conscience du renvoi d'un signal lumineux n'a pas été acquise par tous les sujets pendant la manipulation du système. Dès lors, il est difficile de définir les rôles de l'observateur et du récepteur (qui est un observateur engagé dans l'interaction sociale) dans l'échange émotionnel. Grèzes et Dezecache (2012) distinguent deux manières de traiter l'échange émotionnel :

- Soit comme une transmission d'un signal dont la signification devrait être à découvrir par le récepteur. Ce dernier serait ainsi commis à un travail cognitif d'interprétation du signal émotionnel : en le décodant, l'observateur s'informe de l'état émotionnel du récepteur, en infère les conséquences en termes d'interactions futures, et prépare ensuite une réaction adaptée.
- Soit en disant que les expressions émotionnelles sont des affordances sociales : produites par l'émetteur pour agir sur le récepteur, elles pré-conditionnent l'observateur pour l'action, en fonction de la nature de l'émotion exprimée, du contexte social, des aptitudes socio-affectives et du répertoire moteur des agents.

Reste que ces signaux ont été également traités comme étant intentionnels et porteurs d'un message à destination du récepteur.

4.2.6.2 La communication

Pendant nos tests, nous avons relevé les doléances des participants préférant l'utilisation de EyeZ pour communiquer. Cet usage a été apprécié car se référant à une demande latente (volonté des gens de recevoir ou d'envoyer ce type d'information à autrui) et un imaginaire commun. Deux aspects de la communication sont ici valorisés.

L'un concerne la simplification des signaux envoyés à autrui. Certains sujets ont en effet souligné que la possibilité d'utiliser un langage riche (écriture) ou figuratif (pictogramme) conduit à une saturation d'informations, impropre à la compréhension de la situation (Martinet et Chalandon 2010). Nos résultats suggèrent que les trajectoires relativement simples des signaux lumineux peuvent être associées à des messages spécifiques sans qu'il soit nécessaire que d'autres signaux soient présents. Ces résultats corroborent ceux de Salgado-Montejo et al. (2016), qui démontrent qu'il est possible d'adapter un message émotionnel en organisant des lignes et des formes particulières (des lignes simples et des formes géométriques peuvent être utilisées pour communiquer la colère, la joie, la tristesse et la surprise).

Le minimalisme des signaux envoyé via EyeZ trouve donc deux intérêts : il n'introduit pas de nouveaux problèmes comme la distraction ou la saturation des canaux d'information du conducteur, et limite la possibilité de détournement du système par son utilisateur. Cependant, il reste à vérifier si la relation paralinguistique générée tombe sous une règle universelle à la manière d'un message texte ou des codes intégrés communs, dans un contexte particulier. En effet, l'introduction de nouveaux outils de communication doit faciliter la construction et la maintenance d'un schéma commun ou de référence dans des situations d'interaction (Munduteguy et Darses 2007).

L'autre aspect de la communication concerne l'enrichissement du signal de EyeZ. Pour plusieurs sujets, avoir un système exprimant un message clair et connu (au-delà du stade de la suggestion) pourrait rendre explicites ou plus facilement inférables les objectifs visés par chacun.

Se pose alors la question de l'appropriation. Quand EyeZ sera intégré dans la voiture, il changera la façon dont ses utilisateurs se comporteront au monde. Mais lorsque nous essayons de prédire les futurs effets de ces systèmes, nous basons nos prédictions sur le comportement actuel des conducteurs et regardons le concept comme quelque chose d'ajouté à ces comportements. Pourtant, ceux-ci seront modifiés, et un test sera nécessaire pour pouvoir observer les tendances d'usages qui en émergent. Par exemple, la mise à disposition du système sur route ouverte pourrait avoir une influence sur la relation inter-conducteurs. Un désir mimétique pourrait également motiver la construction d'une communauté. Finalement, **le plein fonctionnement de EyeZ aura lieu quand deux véhicules équipés se rencontreront ; c'est là seulement qu'on pourra observer de véritables croisements perceptifs.**

*

EyeZ change la perception du monde et impacte l'expérience vécue de ses utilisateurs. Au cours de leur interaction médiatisée par l'interface, chacun vient apprécier le point de vue de l'autre ; l'intelligence de l'artefact est construite au cours de cette interaction. L'intercompréhension avec les autres conducteurs est enrichie, via une dynamique productrice d'émotion. Ce qui fait la valeur émotionnelle est la non-intentionnalité du signal envoyé, qui produit un signe sincère et touchant orienté vers l'autre. L'appropriation de EyeZ par les participants de l'étude dégage également deux tendances d'usages qui nourrissent nos réflexions quant à au futur des IHM.

En concevant EyeZ, nous avons déterminé des qualités perceptives nouvelles : nous en présentons les résultats, non pas en tant que solution complète, mais selon une approche empirique enrichie des retours des utilisateurs du concept.



SECTION IV : REFLEXIONS ET OUVERTURE

Nous clôturons ce travail de recherche par la synthèse des résultats présentés en amont. Nous présentons ici nos acquis scientifiques soutenant les connaissances générées par nos expérimentations et répondant à notre question de recherche : comment tirer parti du contexte social de la conduite pour susciter des émotions positives entre conducteurs ? En révélant la perception d'autrui dans la relation inter-individuelle, l'activité perceptive est devenue un levier pour la conception, dont la formalisation a révélé son potentiel relationnel lors de notre expérimentation sur simulateur. Nous ouvrons finalement notre réflexion en proposant plusieurs pistes d'application de notre principe perceptif ainsi que des recommandations pour le Groupe Renault.

5 Conclusion

5.1 Apports et limites de la recherche

De notre travail de recherche, nous dégagons deux types de contributions, théoriques et industrielles, résolument constitutives l'une de l'autre, que nous présentons à travers trois catégories d'apports : académiques, méthodologiques et conceptuels.

*

5.1.1 Apports académiques

Classiquement traitées de façon internaliste, les émotions ont été ici étudiées dans le cadre d'une interaction (et plus précisément d'une interaction à distance) ; notre travail s'est donc avant tout intéressé à la relation émotionnelle, telle que décrite par Dumouchel.

« Dire que les émotions sont des modalités de la satisfaction ou de la frustration, c'est offrir une explication purement verbale du phénomène affectif. [...] Le langage courant montre que lorsque nous utilisons le nom « émoi » ou le participe « ému » nous ne ressentons pas le besoin de préciser de quelle émotion il s'agit. L'émotion vient rétrospectivement une fois la question tranchée et l'incertitude disparue. Le moment saillant de l'émotion ne s'impose pas à nous parce que nous ne savons pas encore ce qu'il signifie, mais parce que l'acte affectif accompli a un sens qui s'inscrit dans l'histoire de la relation » (Dumouchel 1995).

La force de la relation émotionnelle qui a progressivement émergé de notre recherche en est devenue structurante. Nous avons vu que la reconnaissance d'autrui est constitutive du rapport émotionnel. Le fait de percevoir qu'autrui nous perçoit également (la perception réciproque, ou croisée) crée la relation susceptible d'aboutir à la coordination affective, dont la perception est le fondement.

L'expérience de l'autre en tant qu'individu doué d'une volonté, dont les intentions sont intuitivement présentes dans les gestes, l'intonation et les expressions faciales, est toutefois affectée par la médiation technique qui impacte la relation inter-individuelle. La double lecture que nous avons eu des objets techniques, soit la distinction des états déposés et saisis, nous a amenés à nous intéresser à la manière dont ils impactent leur utilisateur, dans la relation que ce dernier entretient avec l'objet d'une part et son environnement d'autre part. **L'objet technique est l'un des déterminants majeurs de la forme de vie sociale : il contribue à la relation inter-individuelle en permettant un nouvel accès perceptif à l'autre, telle une prothèse qui enrichit les entrées sensorielles et, surtout, les actions possibles.**

Cette double-lecture nous a également permis de distinguer corps percevant et corps perçu, qui reflète une asymétrie fondamentale dans toute interaction : **ne pas percevoir ce que nous donnons à percevoir à autrui est une condition nécessaire à la dimension émotionnelle du croisement perceptif.** Ainsi, les interactions sociales peuvent suivre leur cours sans

qu'aucun des individus impliqués dans celui-ci n'exerce un contrôle strict sur le processus. La perception d'autrui d'un individu lui échappe dans la mesure où elle est guidée par les mouvements de son partenaire, bien que les deux puissent à tout moment (essayer de) le réguler.

L'expérimentation minimaliste a créé une situation révélant des schèmes constitutifs relatifs à la rencontre d'autrui et à la coordination. Dans cette situation, deux modalités d'interaction perceptive, **l'activité perceptive** et **l'information perceptive**, ont été évaluées. En démontrant fondamentalement que l'activité perceptive a un impact différenciant dans la relation inter-individuelle, et qu'elle permet de surcroît de faire émerger une dimension de prise en compte d'autrui (une dimension de *care* que nous avons associé à de la bienveillance), nous avons montré qu'autrui est reconnu par son activité perceptive. **L'attention d'un interactant donnée à autrui structure l'interaction des deux sujets, pour co-construire un monde partagé dans lequel leurs actions respectives font sens.** L'information perceptive, si elle se montre tout aussi efficace pour que deux sujets se coordonnent, fait plutôt émerger un comportement individualiste orienté sur la performance. Ces résultats viennent enrichir la recherche fondamentale sur l'étude des interactions collectives en contexte minimaliste, paradigme avec lequel le laboratoire COSTECH est familier.

Les deux premières sections de cette thèse ont fourni des informations précieuses et une meilleure compréhension de la façon dont la technique peut soutenir les interactions sociales en assurant la médiation du rapport à l'autre. Elles éclairent également sur les processus de coordination desquels émerge une dimension affective permise par l'activité perceptive, soit notre attention donnée à voir à autrui. Une méthodologie de recherche-projet a été mobilisée pour incarner ce principe perceptif dans le cadre d'une relation inter-conducteurs.

5.1.2 Apports méthodologiques

Nous avons travaillé de façon interdisciplinaire sans accepter de boîtes noires (cette façon de prendre des savoirs d'autres disciplines comme s'il s'agissait de connaissances définitives stabilisées), en particulier pour le dialogue entre design et sciences cognitives de la perception. Les situations de questionnement mutuel nous semblent faire tout l'intérêt d'un travail interdisciplinaire, où chaque discipline doit remettre en cause ses connaissances et poursuivre sa recherche en réponse aux interrogations posées par l'autre discipline, un dialogue de questions qui est condition de l'originalité et de l'innovation.

Ce travail de thèse « *en position triviale par rapport à la pureté des doctrines* » (Barthes 1977) nous a donc amenés à emprunter des outils, des méthodes et des idées aux disciplines partenaires du design sans appartenir à aucune d'entre elles. Nous avons vu dans la recherche non pas une objectivité irréfutable, mais un moyen de documenter une intuition initiatrice d'un travail de conception. Notre approche itérative conceptuelle est commune à plusieurs méthodologies⁸⁵ inspirées du *Design Thinking*, à la différence **qu'elle s'appuie initialement sur une intuition plutôt qu'un besoin utilisateur défini auquel il faut**

⁸⁵ Les *design sprint*, *Process UX* et autres méthodologies dérivées du *Design thinking* s'appuient sur des étapes qui s'entrecroisent (définir, imaginer, synthétiser, prototyper, tester) pour former un processus de co-créativité, impliquant les retours de l'utilisateur final.

répondre. L'utilisateur intervient ainsi plus en aval du processus de conception, ce qui implique une prise de risque plus grande du concepteur (celle de s'éloigner des besoins réels de l'utilisateur) mais une liberté plus forte dans ses choix initiaux, favorisant l'innovation de rupture plutôt qu'une innovation incrémentale.

La finalité de notre processus de recherche par le design est de tendre vers de nouvelles expériences esthétiques et émotionnelles par le biais d'un dispositif médiatisant la relation à autrui. Plusieurs pratiques ont été mobilisées pour valider nos intuitions (Figure 108). Nous discutons ici de la pertinence de ces différentes méthodes pour l'étude et la conception des émotions inter-conducteurs.

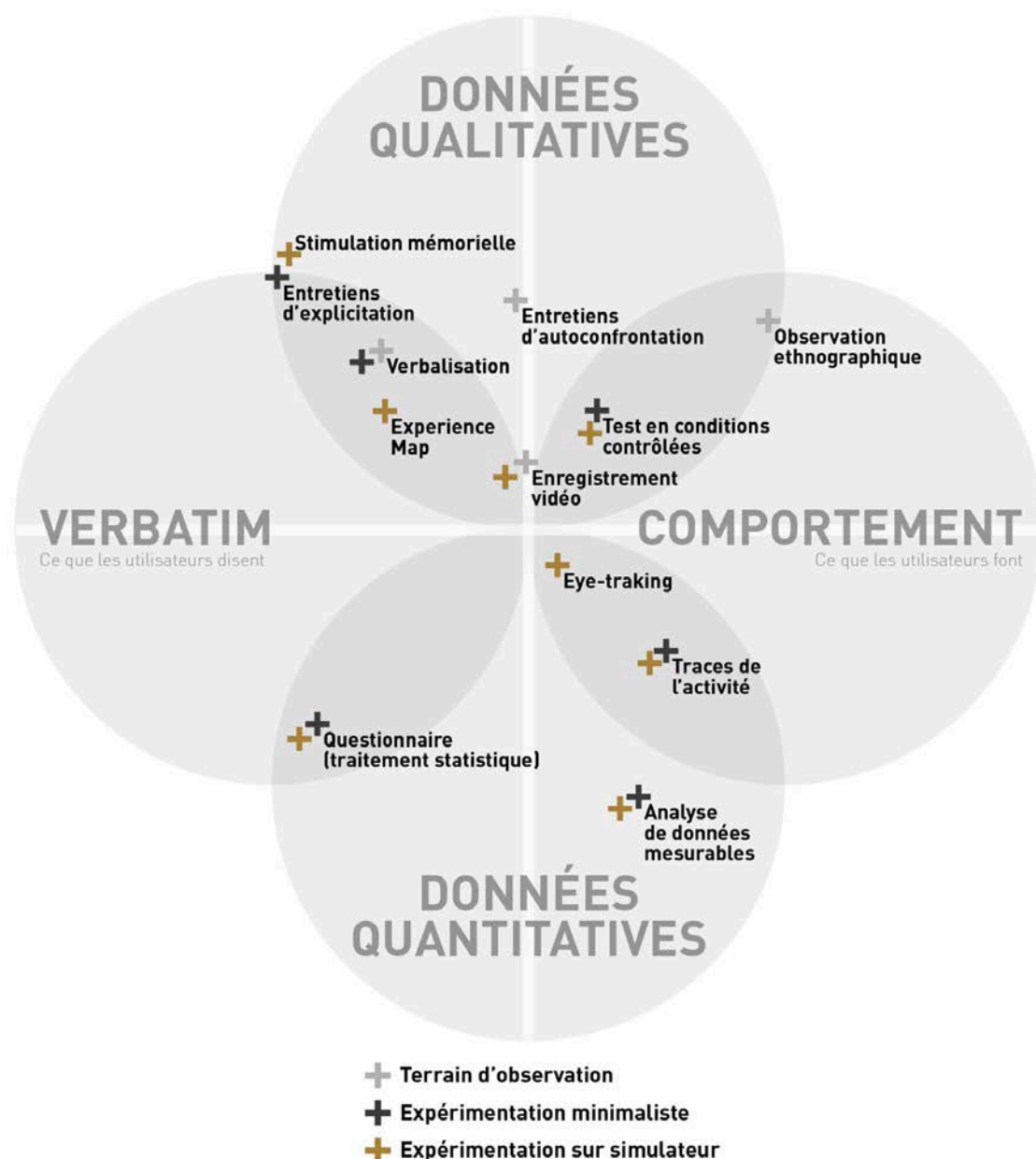


Figure 108 : méthodologies utilisées dans le cadre de notre travail de recherche

Lorsque nous évaluons la valeur émotionnelle des interactions inter-individuelles, nous ne limitons pas l'étude à ce qui est ressenti par les sujets. Nous prenons en compte la dynamique de la relation dans laquelle elles s'inscrivent. Nous décrivons aussi les émotions comme des

actions et des stratégies dont les agents sont responsables, sans que, pour autant, elles soient entièrement en leur pouvoir.

L'émotion étant la résultante d'une interaction (une coordination affective), nous avons favorisé les méthodologies d'évaluation des émotions intégrant le point de vue des sujets. Les méthodes de mesures physiologiques (par exemple le rythme cardiaque) permettent d'inférer la dynamique objective des émotions (distinction de valence (positive / négative) et de catégories d'émotions), mais ne permettent pas la détection de sentiments. Pour comprendre le processus de l'expérience affective, nous avons privilégié des techniques d'entretien mis en regard des observables externes de situations spécifiques. Dans cette visée, une approche ethnographique a été mise en place, et couplée avec des questionnaires et/ou d'échelles et d'outils de corrélation statistique afin de mesurer et comprendre le jugement affectif des participants au regard de leurs actions.

Il n'existe pas de méthode idéale pour l'étude des émotions. Toutefois, au regard des objectifs de notre travail et des contraintes posées par les situations testées, nous avons trouvé pertinent de chercher à caractériser les interactions à valeur émotionnelle entre deux sujets selon deux composantes complémentaires : la composante subjective (le sujet se rend compte lui-même de son état émotionnel) et la composante comportementale (le sujet agit et la mesure de son activité est étudiée au regard de son ressenti).

Le moyen principal d'enquêter sur les conséquences d'une approche du design inspirée par la phénoménologie et les théories des émotions passe par le design lui-même. En tant que designer et non philosophe, nous avons privilégié une approche de recherche par la conception, pour évaluer la résultante émotionnelle de la saisie (l'appropriation) d'un concept. Classiquement, les critères principaux d'évaluation de l'exécution d'une tâche demeurent la performance et la productivité, en référence à une notion mal définie d'« *efficience cognitive* » (E. Brangier, Dufresne, et Hammes-Adelé 2009). Une limite de cette approche provient du fait que l'objectif de l'évaluation ne devrait pas être simplement d'identifier des « problèmes » d'interaction par rapport à des critères prédéfinis d'utilisabilité. **Il y avait ici nécessité à développer une approche qui nous permette de comprendre la contingence radicale de la signification des activités humaines médiatisées par un dispositif technique. La résultante expérientielle d'un concept inspiré par la phénoménologie et la psychologie expérimentale ne doit pas être exprimée ni mesurée en termes d'efficacité puisque n'étant pas principalement conçu pour rendre la vie plus efficace, mais faire émerger un nouveau type d'expérience relationnelle au monde perçu.**

En appliquant notre cas aux enseignements du Kansei, nous avons mis l'accent sur l'identification des dispositifs qui déclenchent et médiatisent la réponse émotionnelle, plutôt que sur des critères de comportement purement fonctionnels. Ce parti-pris a contribué à la difficulté d'utilisation de l'exercice (il est difficile pour les sujets d'accepter que l'envoi d'un signal n'est pas contrôlé ou à une fin précise), mais a permis **l'émergence d'un être-ensemble dans un monde partagé où l'on acquiert une reconnaissance individuelle, par la participation à une intelligence collective.**

5.1.3 Apports conceptuels

À partir d'un design centré sur l'expérience utilisateur, individuelle et sociale, nous avons proposé un concept, appelé EyeZ, qui constitue une certaine manière d'appréhender le monde.

En explorant les couplages sensorimoteurs façonnant la perception et les compétences nouvelles auxquelles les conducteurs ont accès, nous sommes passés de l'évaluation d'une interface à celle du sens qui découle de l'appropriation d'un dispositif par son utilisateur.

Notre expérimentation en simulateur a démontré que la maîtrise des contingences sensori-motrices de EyeZ donne lieu à des expériences de perception qualitativement nouvelles. Nous avons constaté que ces informations sensorielles nouvellement acquises ont un effet profond sur l'expérience perceptive. En dépit de la simplicité des retours sensoriels haptiques que délivre EyeZ, la perception d'autrui est ressentie comme plus riche et intéressante que la perception d'un objet passif, car impliquée dans une action commune de coordination. D'un point de vue extérieur (non-utilisateur du système), les conducteurs ne voient pas qu'un simple signal lumineux, mais un signal orienté vers eux. De plus, le dispositif de couplage, entre les retours tactiles et les actions du conducteur sur le bouton et sur la trajectoire de son véhicule, modifie sa perception spatiale. Les distances des objets sont évaluées à partir du toucher en complément de la vue.

Nous avons ainsi pu observer l'émergence de deux rapports à autrui : l'un non conscient, qui résulte de la focalisation de l'utilisateur sur son besoin propre (savoir où sont les autres et à quelle distance, en « oubliant » qu'il donne à voir sa perception) ; l'autre intentionnel, où EyeZ devient un médium de communication paralinguistique.

Nous voyons en EyeZ un support technique à la relation inter-conducteurs, à travers l'appropriation qu'en feront ses utilisateurs. Le système a ainsi permis : de communiquer des émotions, pas nécessairement par le biais de mots ou de texte ; de transmettre un sentiment de présence à distance, au travers de mécanismes d'attention périphérique ; de jouer avec l'ambiguïté et l'inachèvement afin de permettre des échanges nuancés ; de faire usage des significations reçues et des langages privés qui évoluent de façon continue au sein des relations inter-conducteurs ; de permettre la mutualité, sans exiger pour autant la réciprocité.

A ce propos, peut-être faut-il d'abord reconnaître un plaisir individuel dans l'activité perceptive elle-même (savoir reconnaître et localiser les objets à proximité du véhicule) pour évaluer la valeur émotionnelle du dispositif dans les interactions inter-conducteurs. Ensuite, si, via la bande lumineuse, le dispositif fait voir cette activité perceptive, c'est ce plaisir qu'il fait voir dans la mesure où ce qui est ainsi vu n'a pas d'abord de visée communicationnelle. **Ce n'est pas intentionnellement que l'utilisateur donne à voir l'orientation de son intentionnalité perceptive ; or, c'est précisément en établissant ce type de relation non intentionnelle que nous serons en mesure d'éliciter des émotions non violentes. A l'inverse, la violence telle qu'elle ne demande qu'à surgir à chaque instant dans la situation compétitive de la conduite automobile, se caractérise par une adresse directe à l'interlocuteur. Par essence, le dispositif EyeZ instaure un mode de communication indirecte** (l'utilisateur vise la perception d'un objet, ce qui produit, seulement secondairement, une situation de communication). Même si l'utilisateur pourra utiliser le dispositif pour communiquer, celui-ci restera toujours en même temps un moyen de percevoir (qui est similaire au fait de montrer une direction avec les yeux).

Considérer le caractère social de l'activité de conduite est, pour les constructeurs automobiles, l'opportunité d'humaniser l'expérience de conduite qu'ils proposent, en préférant une approche qui amène les individus à interagir entre eux via leur véhicule plutôt que de se limiter à une interaction homme-machine ; l'outil voiture devenant alors un moyen et non une fin.

L'incorporation de la médiation technique dans la conception signifie que l'influence sociale du dispositif doit être prise en compte. Ainsi, la conception de dispositifs profondément transformateurs sur le plan social nécessite une vision de ce qu'est la transformation souhaitée.

À travers une méthodologie de recherche-projet associant des connaissances théoriques à des méthodes d'actions hétéroclites, nous avons défini et mis à l'épreuve un *concept intermédiaire*⁸⁶. **Nos résultats ont montré la pertinence de concevoir un outil constitutif d'un nouveau rapport perceptif entre un conducteur et son environnement, et son intérêt dans la structuration des rapports interindividuels sur la route.**

Cela offre au groupe Renault l'opportunité de proposer à ses clients une expérience de conduite inédite et collective suscitant des émotions positives, résultantes de l'usage d'un nouveau moyen d'interaction avec les autres usagers de la route. Plus généralement, ces travaux montrent l'implication du Groupe Renault comme constructeur investi dans l'expérience de mobilité, et réfléchissant aux problématiques émergentes liées à la socialité de la route. Notre travail de recherche constitue le début d'une quête permanente de « mondes possibles » impliquant de nouveaux outils et modalités de faire, permettant de se projeter dans des scénarios d'usages futurs.

5.1.4 Limites de la recherche

Notre travail présente certaines limites.

La conduite simulée permet certes une reproductibilité du contexte et une maîtrise des interactions (qui sont programmées) mais n'est pas « naturelle ». Les participants de l'étude ont évoqué des difficultés de perception des distances, de la vitesse des véhicules simulés, qui sont importants pour notre étude.

Nous n'avons pas pu mettre en parallèle deux simulateurs pour faire interagir simultanément deux participants. Deux scénarios ont été développés (d'un point de vue « acteur » utilisateur du bouton, et d'un point de vue « spectateur » du bandeau, sans jamais associer les deux), en conséquence de quoi les interactions n'étaient pas « réelles » et l'intentionnalité était simulée.

Nous notons que les participants n'ont pas eu le temps de se familiariser pleinement avec le dispositif. Cela est dû aux contraintes liées à la durée de l'expérimentation et au fait que nous n'ayons pas pu les faire revenir plusieurs fois afin qu'ils s'approprient le concept.

Pour des raisons de confidentialité, nous avons exclusivement travaillé avec des salariés Renault, non représentatifs de la grande variété des conducteurs dans le monde.

L'expérimentation en simulateur n'était pas axée sur l'utilisabilité mais l'appropriation de EyeZ : aucune fonction précise ne leur étant proposée, certains sujets se sont sentis « perdus » devant le prototype. Cette perte de repère a parfois provoqué une certaine appréhension que nous avons essayé de dissocier de l'expérience globale des participants.

⁸⁶ Le concept intermédiaire a pour objectif d'informer, d'engager et d'inspirer ; offrant un équilibre entre théorie et recherche d'une part, et expériences et exemples de conception de l'autre. Il n'a pas pour vocation à être commercialisé.

Nous avons eu plus de difficultés à nous détacher des émotions négatives générées par la frustration de quelques sujets qui, face à l'impossibilité de pouvoir communiquer leur énervement généré par le comportement d'un véhicule simulé, se sont retournés contre le bouton.

Des expérimentations complémentaires peuvent donc être envisagées pour assurer une analyse plus fine de la relation inter-conducteurs et sa résultante émotionnelle lorsque celle-ci est médiée par un dispositif technique ; en parallèle, une réflexion peut être poussée sur les perspectives et les applications offertes par un tel dispositif.

*

Notre questionnement de recherche est profondément ancré dans le terrain des interactions interpersonnelles touchantes : en effet, c'est de la matérialisation d'un prototype fonctionnel et mis entre les mains d'utilisateurs qu'a pu émerger notre problématique générale. Cela ne signifie pourtant pas que nous nous désintéressions de la construction de nouveaux savoirs et de nouvelles connaissances. Un problème empirique que l'on cherche à résoudre pose inévitablement des questions théoriques. Mais l'action, enracinée dans une situation spécifique et singulière, est à la fois l'objectif et le support de notre recherche. Des recherches futures pourraient approfondir le potentiel des systèmes basés sur le principe d'activité perceptive, conférant à leur utilisateur une meilleure compréhension de leur environnement.

5.2 Perspectives de la recherche

Dans notre recherche, concevoir des dispositifs techniques dépasse les notions de fonctionnalité ou d'expérience en intégrant la transformation sociale : la médiation technique d'un dispositif invite/inhibe certains comportements sociaux des individus et impacte leurs relations à autrui. En cela, le concepteur doit être sensible aux spécificités du contexte dans lequel son concept s'intègre, et les possibilités qu'il offre. Nous concluons sur plusieurs recommandations reprenant les grands principes qui se sont dégagés de notre travail de recherche, puis ouvrons la réflexion sur de nouvelles opportunités de conception.

*

5.2.1 Recommandations pour le Groupe Renault

Plusieurs travaux en aval de cette thèse sont à envisager pour le Groupe Renault. Comme suggéré en conclusion de notre expérimentation sur simulateur, un maquetage plus précis de EyeZ est à envisager. Des tests ergonomiques poussés pourront valider son positionnement sur le volant, la fréquence de ses retours vibratoires, et la taille du bouton assurant une manipulation optimale. L'intégration d'un retour visuel de l'exploration tactile du

conducteur (par exemple via l'interface multimédia du véhicule pour confirmer l'état de marche du dispositif et la position du point lumineux) pourrait également faciliter son utilisation. Cependant, il faudra vérifier dans l'usage si cette dernière proposition ne nuit pas à l'activité perceptive : est-ce que le fait de confirmer le bon fonctionnement d'un dispositif ne conscientise pas un geste d'abord pensé comme une prise d'information non consciente de sa visibilité ?

Accessoirement, l'esthétique du bouton (couleur, matériaux, forme) comme celle de la bande lumineuse peut être questionnée au regard des ambitions stylistiques du Groupe Renault – et des réglementations en vigueur.

La possibilité que le système de perception améliore la conscience de la situation peut être développée. Si plusieurs participants à notre étude ont souligné une meilleure compréhension de leur environnement grâce à l'usage d'EyeZ, nous n'avons pas étudié avec précision ce sentiment. Une étude dédiée à l'évaluation de la charge cognitive qu'implique notre dispositif de perception tactile en situation de conduite pourrait aboutir sur la conception de nouveaux systèmes améliorant la perception des conducteurs. La notion de sécurité sous-jacente à l'étude s'intègre dans la lignée des réflexions du Groupe Renault.

Une étude sur route ouverte et prévue sur plusieurs semaines permettrait d'étudier l'appropriation de EyeZ par ses utilisateurs. Notre expérimentation avait fait émerger plusieurs « fonctions » : évaluer leur usage dans la durée assurerait la pertinence de leur intégration dans un véhicule. D'autres usages d'EyeZ pourraient également apparaître, spécifiques aux véhicules dans lesquels le dispositif serait intégré : par exemple, sur un poids lourd, EyeZ faciliterait la perception des usagers de la route dont la proximité est forte dans des situations critiques comme des manœuvres en situation urbaine.

D'autres études sont à envisager, selon les besoins et les travaux en cours de l'entreprise. Cela ancrerait EyeZ dans une démarche concrète et potentiellement intégrée dans un projet aval du groupe Renault.

Par ailleurs, l'étude des interactions inter-conducteurs pourrait s'ouvrir aux spécificités culturelles d'autres pays, dans lesquels la dimension sociale de la conduite n'est pas la même qu'en France. Peut-être cela ferait-il émerger de nouveaux schémas d'appropriation de EyeZ⁸⁷.

Finalement, des recherches basées sur l'intégration simultanée du dispositif dans plusieurs véhicules sont à établir dès lors que cela est techniquement possible. La généralisation du dispositif libérerait tout son potentiel relationnel.

5.2.2 Ouverture

En plus de chercher à satisfaire des besoins et désirs immédiats des conducteurs, nous avons orienté notre processus de conception sur des réflexions plus prospectives. Nous nous essayons ici à un exercice de projection sur les possibles permis par des concepts inspirés de notre travail, en questionnant leur intégration dans le contexte routier (Ross 2008). En repensant le façonnage technique de l'expérience automobile, nous prenons garde à ne pas

⁸⁷ Même si l'idée de connecter l'expression visuelle à une activité perceptive, qui elle, a toute chance d'être universelle, militerait plutôt pour une forme d'universalité de ces expressions et de leur interprétation.

engendrer de déviance — ni même la potentialité de ces dernières. **La responsabilité du designer reste de transformer le monde en quelque chose de préférable**⁸⁸ (Zimmerman, Stolterman, et Forlizzi 2010). Le design se doit d'être une activité au service des personnes, de la société et de l'intérêt général. En offrant une gamme d'actions et de significations possibles, il prend comme horizon non pas l'objet du design lui-même, mais les conséquences de l'entrée de cet objet dans l'environnement dans lequel il peut interagir (Lévy 2018). En reconnaissant que EyeZ est une proposition de *système intermédiaire*, nous soulignons la nécessité de l'intégrer dans un champ d'application cadré. Nous nous étions initialement concentrés sur la détection des émotions en tant qu'étude de cas pour la reconnaissance et la communication d'indices sociaux, afin d'enrichir notre façon de communiquer et de résoudre les conflits en conduisant. À ce stade, deux réflexions ont pour le moment été envisagées : la première questionne le rapport inter-conducteurs et les possibilités nouvelles d'interaction via un dispositif doté d'un système d'affichage de signalétiques lumineuses, tandis que la seconde s'inscrit dans le champ des possibles du véhicule autonome.

5.2.2.1 La généralisation d'un système de communication intervéhicule

Pour ouvrir les pistes de recherches à de nouveaux possibles, nous avons mis en place une ultime étude terrain⁸⁹. Un prototype de type PoC (*Proof of Concept*) doté d'un bandeau lumineux a permis d'évaluer l'expérience vécue d'un point de vue externe et de faire émerger des nouveaux usages sur la base d'une communication inter-usagers de la route. Ce travail de validation par la conception s'inscrit dans le prolongement des études précédentes, mais avec un périmètre de recherche différent car **tourné vers la compréhension des signaux envoyés via un bandeau lumineux et non pas sur l'activité perceptive** (soit la direction attentionnelle du conducteur⁹⁰).

Cette expérimentation partielle a fait advenir une expérience observable en testant l'affichage de cinématiques lumineuses dans un contexte de conduite urbaine. Nous avons pu constater que la possibilité de communiquer avec les autres usagers de la route, bien qu'elle ait été réclamée par les utilisateurs pendant le test sur simulateur, n'est dans l'usage que peu utilisée/utilisable. Les affichages lumineux actuels (phares, clignotants...) sont des signaux à destination d'autrui dont la vocation est sécuritaire. L'interprétation qui est souvent donnée à notre bandeau semble avoir la même portée. L'intérêt contextuel est donc limité et les signes sont souvent interprétés comme un avertissement ou un problème à partir du moment où il n'y a pas de code spécifique instauré. Notre étude a montré qu'en l'absence de référentiel commun, il est difficile de faire émerger une compréhension partagée d'un signal envoyé par le bandeau.

Nous avons également constaté qu'une signalétique lumineuse était facilement rattachée à des prestations stylistiques (par exemple l'accompagnement du verrouillage d'une voiture ou l'accompagnement du conducteur lorsqu'il se déplace le long du véhicule). Pour autant, ces « désirs » n'ont pas fait l'objet de recherches approfondies, car ils ne s'intégraient pas dans nos objectifs de recherche.

⁸⁸ Citation originale : "*Design seeks transform the world from its current state to a preferred state*".

⁸⁹ Le contenu intégral de cette étude est disponible en annexe D.

⁹⁰ Le bouton tactile intégré dans le véhicule permettant de contrôler la bande lumineuse n'était pas rattaché à des capteurs. Il ne permettait donc pas de percevoir tactilement d'autres véhicules, et n'avait par conséquent qu'une fonction de « communication ».

Nous soulignons que le bandeau lumineux, en évitant les dérives d'une communication littérale, peut être le support d'une collaboration inter-conducteurs par son lien direct avec leurs activités perceptives. **Si la communication inter-conducteurs est une piste intéressante pour considérer l'évolution des relations sur route, elle s'éloigne toutefois de la visée de notre travail. La relation touchante nous semble avoir plus de potentiel. Nous pensons qu'il est essentiel de ne pas céder sur cette attache du signal lumineux à une activité perceptive qui vaut d'abord pour ce qu'elle donne à connaître en tant que telle⁹¹. C'est ce qui fait ensuite de ces signaux une « expression » reconnaissable car dirigée vers autrui.**

Les IHM externes (visibles des autres usagers de la route) pourraient être harmonisées afin d'éviter toute confusion majeure qui aurait un impact sérieux sur la sécurité et les manœuvres collectives. Si plusieurs constructeurs ont abordé indépendamment la question, la nécessité d'harmonisation des propositions est l'assurance de l'adoption d'un nouveau lien inter-conducteurs.

Un rapprochement a été fait entre les travaux de recherche de cette thèse et plusieurs projets à la direction de la recherche du Groupe Renault⁹², s'intéressant à l'harmonisation d'une IHM externe⁹³ sur les véhicules autonomes, sous la forme d'un bandeau lumineux.

5.2.2.2 Un système de reprise en main du véhicule autonome

Commençons avec un paradoxe : l'apparition des véhicules électriques a été en partie caractérisée par un signe distinctif, l'absence de bruit. Cette avancée majeure a cependant soulevé des problèmes de sécurité, notamment dus au fait que les piétons ne remarquaient pas la présence de ces véhicules avant de s'engager. Le problème se posant à faible vitesse⁹⁴, la Commission européenne a lancé en 2011 le projet eVADER (*Electric Vehicle Alert for Detection and Emergency Response*), dont le but était de créer un signal sonore identifiable par tous, tout en limitant le niveau de nuisance sonore⁹⁵. La réglementation, entrée en vigueur en 2019, a été également adoptée outre-Atlantique, par l'agence fédérale de sécurité routière

⁹¹ Nous pourrions à l'inverse imaginer que le bandeau lumineux puisse être désactivé pour que ses utilisateurs puissent percevoir autrui sans être perçus ; cependant, il nous semble que nous devrions empêcher cela. De la sorte, si un signal lumineux est animé sur le bandeau - même dans un seul objectif de communication-, autrui saura s'il est perçu ou non.

⁹² Également en discussion avec la cellule *User Experience* de Nissan à laquelle nous avons emprunté certaines méthodes d'observation.

⁹³ La normalisation d'un tel système tombe sous les considérations de l'ISO (Organisation Internationale de Normalisation), dont le but n'est pas de standardiser l'aspect des signaux, mais de normaliser leurs paramètres opérationnels : que doivent-ils être capables de faire ?

⁹⁴ Au-delà, en réalité, les véhicules électriques émettent presque autant de décibels que ceux à moteur thermique. En deçà, on ne les entend pas arriver.

⁹⁵ La Renault Zoé était parmi les premières à respecter la réglementation européenne. Renault, en partenariat avec l'Ircam (Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique) pour concevoir des sons, faisait partie du consortium eVADER et en a piloté certains groupes de travail. Son système "Z.E. Voice" est implanté sur toutes les Zoé. Grâce à un petit haut-parleur placé dans le moteur, il diffuse automatiquement l'équivalent d'un bruit de moteur, modulé en fonction de la vitesse, jusqu'à 30 km/h. Trois sons sont disponibles (un "cliquant", un "sportif", un "neutre"). Le conducteur peut sélectionner celui de son choix grâce à une commande du tableau de bord.

américaine qui a opté pour une nouvelle norme qui oblige les véhicules électriques et hybrides à émettre un son lorsqu'ils roulent à faible vitesse.

Le véhicule autonome pourrait connaître une situation équivalente : son adoption aboutit à une forme d'appropriation ou d'attitude non anticipée. L'introduction de véhicules autonomes doit-elle être accompagnée de nouveau moyen de communication ? Doit-on rendre les véhicules autonomes distinguables des véhicules « classiques » ? Quels seront les impacts sur la coordination et la communication des usagers de la route ?

Ces réflexions sont aujourd'hui majoritairement intégrées dans des problématiques sécuritaires. Depuis l'apparition des aides à la conduite, la présence toujours croissante de « variables intermédiaires » entre le conducteur et son environnement fait partie des préoccupations fondamentales des facteurs humains. La principale préoccupation est liée à une forme d'« isolement mental » engendrée par un manque de rétroaction, soit l'absence de plus en plus prononcée de *feedback* et d'information sur le contexte routier (Walker, Stanton, et Young 2007). À cette problématique attentionnelle s'ajoutent les sollicitations technologiques, intégrées dans des interfaces de plus en plus grandes et dont les prestations (par exemple la musique, le téléphone, le GPS, la vidéo) accaparent l'attention du conducteur. Lévy (2018) donne l'exemple d'une statistique américaine (*National Highway Traffic Safety Administration*, 2014) qui indique qu'en 2012, les accidents routiers impliquant une distraction attentionnelle du conducteur ont causé 3328 décès et 421 000 blessures⁹⁶.

La conscience de l'environnement (*Situation Awareness*), définie par Dourish et Bly (1992) comme la compréhension de l'activité des autres, est ce qui fournit le contexte de l'activité. Elle a fait l'objet de plusieurs études scientifiques, notamment sur l'impact des changements d'attention, la dégradation de la charge cognitive ou encore la capacité de détection des autres véhicules par un conducteur (Endsley, 1995 ; Gugerty, 2011 ; Lu, Coster, et de Winter, 2017 ; Sukthankar, 1997). Aujourd'hui, une partie de ces études s'attache au contexte de la reprise en main d'un véhicule autonome, soit le moment où la machine cède la gestion de la conduite au passager, qui devient ainsi conducteur (Miller, Sun, et Ju 2014; van Veen, Karjanto, et Terken 2017; De Winter et al. 2014; Endsley 1995b). Ces transitions entre conduite automatisée et conduite manuelle posent plusieurs difficultés : elles peuvent survenir à différents moments (à la demande du conducteur ou selon le contexte routier), selon différentes contraintes temporelles, etc. Cette situation étant aggravée du fait que le conducteur est placé hors de la boucle de contrôle (et potentiellement sollicité par les dispositifs techniques évoqués un peu plus haut).

Nous n'avons pas étudié les moyens d'évaluer la capacité d'un individu à récupérer le contrôle sur son véhicule, ou son niveau de conscience de la situation pendant cet acte — cela ne s'inscrit pas dans notre cadre de recherche. Mais **s'attacher à cette situation particulière nous permet de penser la conception d'outil qui pourraient faire sens, au-delà de leur fonction, pour faciliter l'action, pour que l'expérience émergente d'une interaction avec cet artefact soit à la fois cohérente et holistique** (c'est-à-dire au niveau sensoriel, perceptif, expérientiel et contextuel). Comment revisiter la conception d'un contrôle primaire pour mieux l'intégrer dans l'activité de conduite ?

⁹⁶ Lévy contextualise ces données en soulignant qu'une personne roulant seulement à 40 km/h parcourt plus de 55 mètres en 5 secondes, qui correspond également à la durée classique d'une sélection d'une musique dans une voiture.

Nous proposons d'appliquer le principe perceptif de EyeZ dans le cadre de la reprise en main d'un véhicule autonome. Actuellement, parmi les propositions conceptuelles permettant la reprise en main figure l'appui prolongé simultané sur deux boutons, situés de part et d'autre du volant (Figure 109). Le maintien de ces deux boutons déclenche l'arrêt du mode autonome et permet alors au conducteur de reprendre la main sur son véhicule.



Figure 109 : Mise en surbrillance des deux boutons de reprise en main pour le conducteur

EyeZ permet de proposer une alternative sensorielle tactile, dont nous avons prouvé la complémentarité avec la modalité visuelle, pour percevoir son environnement. De plus, nous prenons en compte la dimension collective de la conduite automobile par l'intégration du bandeau lumineux de notre système sur le véhicule. Nous proposons le schéma suivant pour illustrer l'apport de notre démarche (Figure 110).

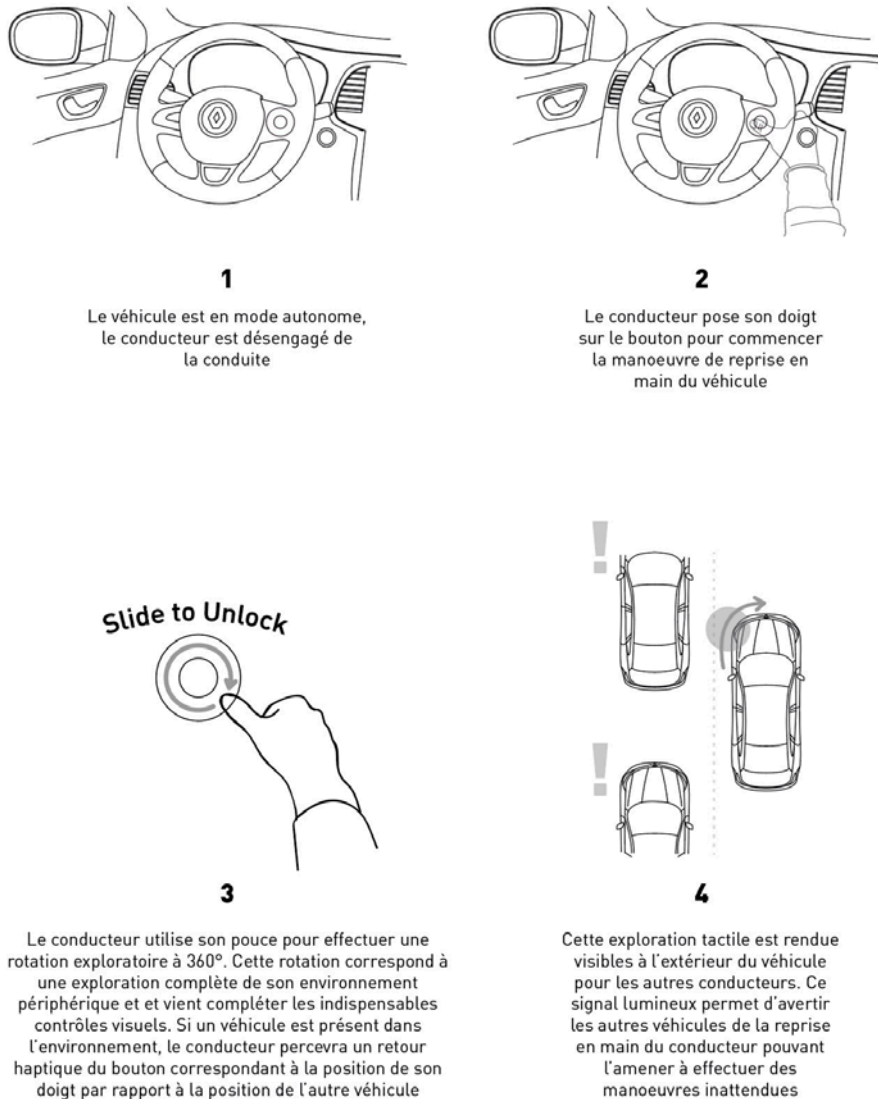


Figure 110 : Exemple de scénario d'utilisation d'un bouton de reprise en main d'un véhicule

Nous voyons deux avantages majeurs à l'intégration du concept dans le cadre des recherches portant sur la reprise en main du véhicule autonome :

- L'exploration haptique comme condition à la reprise en main permet de faire effectuer au conducteur une tâche faisant sens vis-à-vis de son contexte de conduite. En lui faisant effectuer une action de perception de son environnement, celui-ci vient prendre en compte la présence potentielle de voitures proches de la sienne. Ce signal haptique n'a pas pour vocation de remplacer l'indispensable contrôle visuel, mais est un outil supplémentaire à la compréhension de l'environnement de conduite. L'exploration haptique vient renforcer la conscience de la situation du conducteur sans surcharge cognitive (il n'y a pas d'ajout d'éléments visuels pour le conducteur déjà sollicité visuellement par des contrôles de son environnement, le tactile étant complémentaire à la modalité visuelle), ce que ne permet pas le simple appui sur deux boutons de reprise en main.
- L'exploration haptique, couplée à un dispositif lumineux situé à l'extérieur du véhicule et rendant visible pour autrui cette exploration du conducteur reprenant la main, permet d'informer les autres conducteurs sur l'action de reprise en main — et des potentielles actions involontaires que cette étape peut impliquer : changement de vitesse brusque,

déviations du véhicule, etc. Ceux-ci ne peuvent pas anticiper les changements comportementaux dus à la transition de la responsabilité homme-machine. Il est selon nous pertinent d'intégrer les autres usagers de la route dans l'action, ce qu'aucune étude portant sur la reprise en main ne traite actuellement. Également, ce possible technique ouvre sur l'opportunité d'assister à des cinématiques variées (soit le conducteur qui reprend la main le fait d'un geste et la cinématique est directe, fluide ; soit il le fait en s'arrêtant et repassant sur les éléments (autres véhicules) qu'il a repérés tactilement, ce qui reproduit le contact touchant sur lequel nous avons conclu notre étude sur simulateur).

Nous supposons que l'utilisation de EyeZ dans un contexte de reprise en main fournit à son utilisateur une compréhension plus approfondie de son environnement et l'amélioration de son attention périphérique, sans surcharge cognitive (Bakker et al. 2014). De plus, la reprise en main rendue visible pourrait améliorer la prédictibilité des réactions du véhicule et les microajustements avec les autres usagers de la route. Par ces deux points, nous avons démontré la potentielle supériorité de notre concept par rapport au simple appui sur deux boutons de reprise en main.

Des tests sont cependant nécessaires pour étudier l'influence positive du système sur la conscience de la situation de ses utilisateurs, ou encore leur rapidité de reprise en main⁹⁷ : la vérification de nos hypothèses soutiendrait le développement d'une toute nouvelle modalité de perception pour cet usage. Nous soulignons que le scénario de reprise en main servant de support à notre réflexion n'intègre pas les reprises en main imposées par le véhicule autonome ni celle effectuée dans l'urgence. Également, l'emploi de EyeZ hors de ce contexte n'est pas détaillé : l'utilisateur d'un véhicule en mode autonome peut essayer de communiquer avec d'autres usagers de la route créant de la confusion. La question se pose alors de savoir dans quelle mesure cela affecte la nature de l'interaction de deux conducteurs amenés à interagir dans un contexte routier. Enfin, et de façon plus anecdotique, d'autres fonctions en lien avec les prestations multimédias peuvent être envisagées ; défilement des informations sur l'écran tactile du véhicule, changement de musique/du volume, etc.

Nous avons montré les apports et les limites de l'activité perceptive dans un contexte de conduite collective, ainsi que son potentiel pour des sujets plus prospectifs. Toutefois, si l'activité perceptive se prête à la relation inter-conducteurs, elle ne s'y limite pas. D'autres industries pourraient tirer profit des typologies de relation permises par ce principe, en particulier celles qui s'attachent à proposer des produits ou services mettant en lien plusieurs utilisateurs. De la répartition de la parole lors d'une conférence à la discussion via un chat en ligne, donner à voir l'activité perceptive ouvre sur de nouvelles réflexions, en particulier pour les dispositifs qui visent à augmenter le sentiment de présence. De manière générale, toute tâche collective ou co-construite trouverait un intérêt à intégrer la réflexion perceptive menée le long de notre recherche, qu'il s'agisse d'instaurer un climat d'intimité lors d'une communication à distance, comme d'assurer la sécurité d'une action commune à plusieurs. Ce travail sur les interactions sociales pourrait, à travers de nouvelles propositions conceptuelles, amener la réflexion sur de nouvelles formes d'individualité. Bien qu'il soit tentant de se focaliser sur certains de ces scénarios futuristes, il convient de les utiliser non pas comme objectif, mais comme moyen d'innover dans leurs applications. Ce faisant, les

⁹⁷ Par exemple, en situation d'urgence, la reprise en main via l'exploration tactile de l'environnement (ou toute autre alternative chronophage) n'est pas adaptée.

scénarios futuristes peuvent être utilisés comme un outil pour mieux comprendre les conséquences potentielles (positives et négatives) de l'innovation (McCarthy et Wright 2004).

*

Le principe d'activité perceptive, au-delà de EyeZ et de ses perspectives d'évolution dans le domaine automobile, ouvre sur des champs de conception pouvant créer de nouveaux paradigmes relationnels. Nous pensons que nos recherches permettront de développer de futurs dispositifs facilitant l'interaction émotionnelle et la coordination, qui feront sens pour leurs utilisateurs. Leur succès dépendra largement de leur acceptation dans une société considérablement affectée par l'introduction de multiples dispositifs transformant les rapports inter-individuels. Contribuer à redéfinir le sens et les enjeux des « besoins » ou « demandes », en soulignant la manière dont l'innovation technique modifie en permanence nos pratiques et nos possibilités, soulève des réflexions parmi les plus passionnantes de la recherche dans le domaine des sciences humaines et du design.

6 Conclusion générale

Nous avons présenté un travail de recherche par le design, motivé par des enjeux industriels, académiques et guidé par l'intuition que la voiture, en tant que système technique, peut être émotionnellement constitutive de la relation inter-conducteurs. Nous avons ainsi répondu à notre question de recherche, en nous basant sur le contexte social de la conduite pour susciter des émotions positives entre conducteurs.

Nous avons tout d'abord identifié les leviers émotionnels de la relation inter-conducteurs. Un premier terrain d'observation en situation de conduite a permis de valider le fait que l'automobile soit à la fois un objet fonctionnel, marchand, culturel, moral, identitaire, mais également social. Cadre matériel d'existence pour soi et autrui, l'automobile permet d'être relié aux autres et au monde. En modelant les comportements des conducteurs, la voiture transforme leur expérience sociale. Nos observations montrent à quel point l'automobile n'est pas nécessairement symptomatique d'un isolement ou d'un repli sur soi, puisqu'elle rend possibles les relations tout en les contraignant. Ce premier travail expérimental a souligné l'importance de **la possibilité de montrer à autrui que nous l'avons perçu en soutien à la relation inter-individuelle.**

Nourrit par le premier terrain d'observation, notre état de l'art s'est attaché à l'étude des émotions et la valeur émotionnelle de l'interaction inter-individuelle, notamment lorsque celle-ci est médiatisée par un dispositif technique. En étudiant l'émotion et son rôle dans l'action tournée vers autrui (inter-action), nous avons vu qu'elle était un produit social et culturel, vécue au travers de nos interactions. Cette approche interactionnelle considère les émotions comme fondées sur la culture, expérimentées dynamiquement et dans une certaine mesure construites dans l'interaction. Finalement, elle conduit à de nouvelles stratégies de conception et d'évaluation des dispositifs. Les systèmes inspirés par l'approche interactionnelle de l'émotion mettent l'accent sur l'expression de ces dernières de manière co-construite et co-interprétée. Notre parti-pris théorique met en évidence le fait **que la reconnaissance**

mutuelle structure une interaction dyadique, établissant une coordination affective de par la dépendance à l'autre dans l'action. En considérant les émotions comme les produits d'interactions plutôt que comme des états informationnels, puis en intégrant les observables de notre premier terrain et nos acquis théoriques, nous avons défini deux modalités d'interaction perceptive : *l'activité perceptive* et *l'information perceptive*.

L'expérimentation en laboratoire, de type minimaliste, a montré que pour qu'il y ait reconnaissance de la présence d'autrui — c'est-à-dire la compréhension que l'attention d'autrui est dirigée vers nous —, celui-ci devait aussi être sensible à la nôtre. L'établissement de cette dynamique inter-individuelle dépend de la sensibilité à une activité perceptive, porteuse d'intentions. En se concentrant sur l'activité perceptive médiatisée par un système, nous avons fait émerger l'existence d'une perception **réciproque avec autrui, constitutive de l'implication de soi dans une relation partagée**. Les résultats montrent également qu'il est nécessaire d'agir pour permettre la compréhension sociale, même si cette action est réduite à son expression la plus simple. **La dynamique collective des individus devient le support d'une construction mutuelle de sens.**

Après avoir identifié les leviers de la relation inter-conducteurs, nous avons proposé des solutions pour les exploiter dans un contexte automobile. Notre démarche nous a conduits à la conception d'un dispositif technique. En étudiant le couplage techniquement médiatisé entre un homme et son environnement, le dispositif devient un opérateur fondamental de cette expérience située. Les différentes composantes de l'expérience (composantes sensibles, hédoniques, affectives, émotionnelles, cognitives, intersubjectives...) sont alors décrites et conçues — *designées* — à partir de cet ancrage technique. Réciproquement, le travail sur le dispositif est problématisé et pensé comme un travail sur l'humain, le dispositif technique n'étant plus ce qui remplirait un besoin ou un désir préexistant qu'il aurait fallu au préalable clairement identifier, tout comme il ne se confond plus avec des performances fonctionnelles ou avec des usages. L'influence d'un produit sur les actions et les expériences des personnes ne peut pas être réduite à une combinaison de fonctionnalités primaires (matérielles) et secondaires (socioculturelles). Les dispositifs font plus que fonctionner ; ils modèlent les comportements et les expériences de leurs utilisateurs. EyeZ conceptualise le principe d'activité perceptive et est le résultat de notre volonté de designer l'expérience vécue et pas seulement l'interface la permettant. Ce type d'activité, caractérisé par une certaine forme de médiation et par une distribution particulière de rôles, produit un cadre où **l'instrument ne constitue pas seulement un moyen de relation, mais il la configure**.

Afin d'étudier comment EyeZ enrichit la relation inter-conducteurs, nous avons mis en place une étude sur simulateur dans lequel notre concept a été intégré. Nous avons observé d'une part comment les participants de l'étude se sont approprié le système, et d'autre part comment ils ont interprété les signaux lumineux orientés vers eux. L'important, du point de vue de l'interaction, n'est pas de rendre les systèmes plus conscients des émotions, mais de sensibiliser davantage les personnes à ces émotions grâce à l'utilisation et à la conception de systèmes. Cette étude, au-delà de la détection de nouvelles opportunités d'usage de la modalité tactile pendant l'activité de conduite, nous a permis de définir deux pistes de conception pour la relation inter-conducteurs. **La première est de concevoir de nouveaux systèmes de communication enrichissant les échanges (et prévenant les dérives) et modifiant positivement la relation inter-conducteurs. La seconde est de concevoir un dispositif rendant visible l'activité perceptive d'autrui et générant un contact touchant, car potentiellement non conscient de lui-même (l'expressivité d'un visage cherchant l'autre médiatisée techniquement).**

Plus généralement, ce travail fait partie d'un programme de recherche plus vaste sur les relations entre techniques et pratiques. La vocation de cette thèse par le design est la transformation en méthodologie opérationnelle et « unifiée » de connaissances et de recherches provenant de domaines parfois très éloignés les uns des autres. Ce va-et-vient entre la recherche et ses applications est la réaction naturelle à une restructuration profonde du panorama contemporain de l'innovation par le design, qui est tout aussi fructueuse que difficile à encadrer du fait de sa nouveauté et de ses fonctionnements hybrides. Le domaine du design industriel devrait, de plus en plus, être une opportunité pour les philosophes ou les éthiciens. Ils pourraient y matérialiser leurs recherches et leurs idées en matière de développement technique pour les intégrer à la réalité physique. Pour y parvenir, ces personnes doivent collaborer étroitement avec les concepteurs industriels, non pas pour évaluer les produits existants, mais pour en créer de nouveaux.

Bibliographie

- Abu-Lughod, L. et Lutz, C. (1990). "Introduction: Emotion, Discourse, and the Politics of Everyday Life." *Language and the Politics of Emotion* 1: 1–23.
- Adele, S. et Brangier, E. (2013). "Pourquoi et Comment Change Notre Relation à La Technologie? Une Approche Dynamique et Évolutive de La Relation Humain-Technologie." *Activités Humaines, Technologies et Bien Être*, 117.
- Aggarwal, P. et McGill, A. (2007). "Is That Car Smiling at Me? Schema Congruity as a Basis for Evaluating Anthropomorphized Products." *Journal of Consumer Research* 34 (4): 468–79.
- Akrich, M. (1993). "Les Formes de La Médiation Technique." *Réseaux*, 87–98.
- Allard, D. (2015). "L'industrie Automobile En 2025."
<http://www.paristechreview.com/2015/10/17/industrie-automobile-2025/>.
- Anzieu, D. (1995). "Le Moi-Peau (1985)." *Paris, Dunod*, 45–53.
- Arhippainen, L. et Tähti, M. (2003). "Empirical Evaluation of User Experience in Two Adaptive Mobile Application Prototypes." In *MUM 2003. Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, 27–34. Linköping University Electronic Press.
- Austry, D. (2007). "Le Touchant Toucher. Exploration Phénoménologique Du Toucher Thérapeutique. Communication Au Colloque: Phénoménologie (s) de l'expérience Corporelle. Clermont-Ferrand, 2 et 3 Novembre 2006."
- Austry, D. et Berger, E. (2014). "Empathie, Toucher et Corps Sensible: Pour Une Philosophie Pratique Du Contact." *L'empathie: Au Carrefour Des Sciences et de La Clinique*, 229.
- Auvray, M. (2006). "Remplacer Un Sens Par Un Autre: La Suppléance Perceptive." *P. Fuchs, G. Moreau & J.-P. Papin (Eds) Le Traité de La Réalité Virtuelle III* 1: 173–88.
- Auvray, M. et Fuchs, P. (2007). "Perception, Immersion et Interactions Sensorimotrices En Environnement Virtuel." *Intellectica*, no. 45: 23–35.
- Auvray, M., Lenay, C. et Stewart, J. (2009). "Perceptual Interactions in a Minimalist Virtual Environment." *New Ideas in Psychology* 27 (1): 32–47.
- Auvray, M. et Myin, E. (2009). "Perception with Compensatory Devices: From Sensory Substitution to Sensorimotor Extension." *Cognitive Science* 33 (6): 1036–58.
- Auvray, M. et Rohde, M. (2012). "Perceptual Crossing: The Simplest Online Paradigm." *Front. Hum. Neurosci* 6 (181): 10–3389.
- Bach-y-Rita, P. (1972). "Brain Mechanisms in Sensory Substitution."
- Bach-y-Rita, P., Collins, C.C., Saunders, F.A., White, B. et Scadden, L. (1969). "Vision Substitution by Tactile Image Projection." *Nature* 221 (5184): 963.
- Bach-y-Rita, P. et Kercel, S.W. (2003). "Sensory Substitution and the Human–Machine Interface." *Trends in Cognitive Sciences* 7 (12): 541–46.
- Bakker, S., Hausen, D., Selker, T., Hoven, E., Butz, et Eggen, B. (2014). "Peripheral Interaction: Shaping the Research and Design Space." In *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 99–102. ACM.
- Barbaras, R. (2009). *La Perception: Essai Sur Le Sensible*. Vrin.
- Barcenilla, J. et Bastien, J. (2010). "Theories and Methodologies L' Acceptabilité Des Nouvelles Technologies : Quelles Relations Avec L' Ergonomie , L' Utilisabilité Et L' Expérience Utilisateur ?" *Théories et Méthodologies*, 311–31.
- Barthes, R. (1957). *Mythologies*. Éditions d. Seuil.
- . (1977). *Leçon. Texte de La Leçon Inaugurale Prononcée Le 7 Janvier 1977 Au Collège de France*. Le Seuil.
- Battarbee, K. et Koskinen, I. (2005). "Co-Experience: User Experience as Interaction." *CoDesign* 1 (1): 5–18.
- Baudrillard, J. (1978). *Le Système Des Objets*. Vol. 3. Gallimard.
- Baumeister, R. et Leary, M.R. (1995). "The Need to Belong: Desire for Interpersonal Attachments as a Fundamental Human Motivation." *Psychological Bulletin* 117 (3): 497.
- Beaudouin-Lafon, M. (2004). "Designing Interaction, Not Interfaces." *Proceedings of the*

- Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI'04)*, 15–22.
<https://doi.org/10.1145/989863.989865>.
- Beck, J. et Stolterman, E. (2015). "Can There Be Scientific Theories Of Design That Do Not Scientize Design?" *The Value of Design Research*.
- Berger, E. (2017). "Rendre La Critique Créative. La Démarche Abductive et Pragmatique Du Design." *Approches Inductives: Travail Intellectuel et Construction Des Connaissances* 4 (2): 109–32.
- Bickmore, T.W. (2003). "Relational Agents: Effecting Change through Human-Computer Relationships." Massachusetts Institute of Technology.
- Bihan, G. (2014). "Design d'interaction Pour Un 'Contact' à Distance : Suppléance Perceptive Du Toucher et Médiatisation de l'attente Conjointe."
- Blake, R. et Shiffrar, M. (2007). "Perception of Human Motion." *Annual Review of Psychology* 58.
- Boehner, K., DePaula, R., Dourish, P. et Sengers., P. (2005). "Affect: From Information to Interaction." In *Proceedings of the 4th Decennial Conference on Critical Computing: Between Sense and Sensibility*, 59–68. ACM.
- Bourgeon, L. et Cahour, B. (2013). "Intégration de La Dimension Émotionnelle Dans l'Analyse de l'Activité En Situation Dynamique Risques." *Activités Humaines, Technologies et Bien Être*, 46.
- Bradley, M. et Lang, P.J. (1994). "Measuring Emotion: The Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential." *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry* 25 (1): 49–59.
- Brangier, E., Dufresne, A. et Hammes-Adelé, S. (2009). "Approche Symbiotique de La Relation Humain-Technologie: Perspectives Pour l'ergonomie Informatique." *Le Travail Humain* 72 (4): 333–53.
- Brangier, E. et Hammes-Adelé, S. (2011). "Beyond the Technology Acceptance Model: Elements to Validate the Human-Technology Symbiosis Model." In *International Conference on Ergonomics and Health Aspects of Work with Computers*, 13–21. Springer.
- Brass, M., Bekkering, H., Wohlschläger, A. et Prinz, W. (2000). "Compatibility between Observed and Executed Finger Movements: Comparing Symbolic, Spatial, and Imitative Cues." *Brain and Cognition* 44 (2): 124–43.
- Breton, D. (2003). *La Peau et La Trace: Sur Les Blessures de Soi*. Editions Métailié.
- Brooks, R.A. (1991). "Intelligence without Representation." *Artificial Intelligence* 47 (1–3): 139–59.
- Brown, B., Reeves, S. et Sherwood, S. (2011). "Into the Wild: Challenges and Opportunities for Field Trial Methods." In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1657–66. ACM.
- Buchanan, R. (2008). "Introduction: Design and Organizational Change." MIT Press.
- Buttle, F. (2004). *Customer Relationship Management*. Routledge.
- Cacioppo, J.T., Berntson, G.G., Larsen, J.T., Poehlmann, K.M. et Ito, T.A. (2000). "The Psychophysiology of Emotion." *Handbook of Emotions* 2: 173–91.
- Cahour, B. (2006a). "L'expérience Vécue Des Utilisateurs: Pourquoi l'étudier et Comment." In *Actes Du Colloque CITE*.
- . (2006b). *Les Affects En Situation d'interaction Coopérative: Proposition Méthodologique*. Vol. 69. Presses Universitaires de France.
- . (2010). "11. Émotions, Affects et Confort Comme Nouveaux Déterminants de l'activité et de l'usage." *Le Travail Humain*, 273–305.
- Cahour, B., Brassac, C., Vermersch, P., Bouraoui, J-L., Pachoud, B. et Salembier, P. (2007). "Étude de l'expérience Du Sujet Pour l'évaluation de Nouvelles Technologies." *Revue d'Anthropologie Des Connaissances* 1 (1): p-25.
- Cannon, W.B. (1927). "The James-Lange Theory of Emotions: A Critical Examination and an Alternative Theory." *The American Journal of Psychology* 39 (1/4): 106–24.
- Coppin, G. et Sander, D. (2010). "Théories et Concepts Contemporains En Psychologie de l'émotion." *Systèmes d'Interaction Emotionnelle*, 25–56.

- Cosnier, J. (1994). *Psychologie Des Émotions et Des Sentiments*. Retz.
- Cranach, M.V. et Harré, R. (1982). *The Analysis of Action: Recent Theoretical and Empirical Advances*. CUP Archive.
- Crilly, N., Moultrie, J. et Clarkson, P.J. (2004). "Seeing Things: Consumer Response to the Visual Domain in Product Design." *Design Studies* 25 (6): 547–77.
- Crosier, A. et Handford, A. (2012). "Customer Journey Mapping as an Advocacy Tool for Disabled People: A Case Study." *Social Marketing Quarterly* 18 (1): 67–76.
- Cross, N. (2007). "From a Design Science to a Design Discipline: Understanding Designerly Ways of Knowing and Thinking." *Design Research Now*, 41–54.
- Damasio, A. R. (1999). "The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness." *New York Times Book Review* 104: 8.
- . (2006). *Erreur de Descartes (L')*. Odile Jacob.
- Darwall, S. (1998). "Empathy, Sympathy, Care." *Philosophical Studies* 89 (2–3): 261–82.
- Darwin, C. (1877). *L'expression Des Émotions Chez l'homme et Les Animaux*.
- Decety, J. et Ickes, W. (2009). *The Social Neuroscience of Empathy*. MIT Press.
- Deckers, E., Westerhoff, J., Pikaart, M., Wanrooij, G.A.F. et Overbeeke, K. (2009). "How Perception Gets Emotional Value through the Use of an Object." In *Proceedings of the 4th Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces*, 104–15.
- Deckers, E., Wensveen, S., Ahn, R. et Overbeek, K. (2011). "Designing for Perceptual Crossing to Improve User Involvement." In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1929–38. ACM.
- Declerck, G., Lenay, C. et Khatchatourov, A. (2009). "Rendre Tangible Le Visible." *Irbm* 30 (5): 252–57.
- Delhomme, P. et Villieux, A. (2008). "Colère Au Volant, Colère Générale et Situations de Conduite Génératrices de Colère : Une Étude Par Carnet de Bord." *Bulletin de Psychologie*. <https://doi.org/10.3917/bupsy.494.0115>.
- Derouesne, C. (2011). "Qu'est-Ce Qu'une Émotion? Une Introduction à l'étude Des Émotions." *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillessement* 9 (1): 69–81.
- Descartes, R. (1728). *Les Passions de l'âme*.
- Deschamps, L., Lenay, C., Rovira, K. et Aubert, D. (2015). "Croisement Perceptif et Monde Commun," no. JUNE: 5–7.
- Deschamps, L., Bihan, G., Lenay, C., Rovira, R., Stewart, J. et Aubert, D. (2012). "Interpersonal Recognition through Mediated Tactile Interaction." In *Haptics Symposium (HAPTICS), 2012 IEEE*, 239–45. IEEE.
- Desmet, P. (2012). "Faces of Product Pleasure: 25 Positive Emotions in Human-Product Interactions." *International Journal of Design*. 2012. <http://www.ijdesign.org/ojs/index.php/IJDesign/article/view/1190/459>.
- Desmet, P. et Hekkert, P. (2002). "The Basis of Product Emotions." *Pleasure with Products: Beyond Usability*, no. 1988: 60–68.
- . (2007). "Framework of Product Experience." *International Journal of Design*, 57–66.
- Desmet, P., Porcelijn, R. et Dijk, M.B. (2007). "Emotional Design; Application of a Research-Based Design Approach." *Knowledge, Technology & Policy* 20 (3): 141.
- Diefenbach, S. et Hassenzahl, M. (2011). "The Dilemma of the Hedonic – Appreciated, but Hard to Justify." *Interacting with Computers* 23 (5): 461–72. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2011.07.002>.
- Diefenbach, S., Kolb, N. et Hassenzahl, M. (2014). "The ' Hedonic ' in Human-Computer Interaction – History , Contributions , and Future Research Directions," no. JUNE. <https://doi.org/10.1145/2598510.2598549>.
- Djajadiningrat, T., Wensveen, S., Frens, J. et Overbeeke, K. (2004). "Tangible Products: Redressing the Balance between Appearance and Action." *Personal and Ubiquitous Computing* 8 (5): 294–309.
- Dourish, P. (2001). "Where the Action Is: The Foundations of Embodied Interaction." *Where the Action Is the Foundations of Embodied Interaction*. <https://doi.org/10.1162/leon.2003.36.5.412>.
- Dourish, P. et Bly, S. (1992). "Portholes: Supporting Awareness in a Distributed Work

- Group." In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 541–47. ACM.
- Droit, R-P. (2003). *Dernières Nouvelles Des Choses*. Odile Jacob.
- Dumouchel, P. (1995). *Emotions: Essai Sur Le Corps et Le Social*. Institut Edition Synthelabo.
- Eckoldt, K., Knobel, M., Hassenzahl, M. et Schumann, J. (2012). "An Experiential Perspective on Advanced Driver Assistance Systems." *It-Information Technology Methoden Und Innovative Anwendungen Der Informatik Und Informationstechnik* 54 (4): 165–71.
- Eisenberg, N. et Fabes, R.A. (1992). "Emotional Regulation, and the Development of Social Competence." *Review Personality and Social Psychology* 14.
- Ekman, P. (1992). "Are There Basic Emotions?"
- Ekman, P. et Friesen, W.V. (1978). *Facial Action Coding System: Investigator's Guide*. Consulting Psychologists Press.
- Ekman, P., Friesen, W.V. et Ellsworth, P.C. (2013). *Emotion in the Human Face: Guidelines for Research and an Integration of Findings*. Elsevier.
- Ellison-Potter, P., Bell, P. et Deffenbacher, J. (2001). "The Effects of Trait Driving Anger, Anonymity, and Aggressive Stimuli on Aggressive Driving Behavior." *Journal of Applied Social Psychology* 31 (2): 431–43.
- Ellsworth, P.C. et Scherer, K.R. (2003). "Appraisal Processes in Emotion." *Handbook of Affective Sciences* 572: V595.
- Endsley, M.R. (1995a). "Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems." *Human Factors* 37 (1): 65–84.
- . (1995b). "Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems." *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 37 (1): 32–64.
- Fallman, D. (2007). "Why Research-Oriented Design Isn't Design-Oriented Research: On the Tensions between Design and Research in an Implicit Design Discipline." *Knowledge, Technology & Policy* 20 (3): 193–200.
- . (2008). "The Interaction Design Research Triangle of Design Practice, Design Studies, and Design Exploration." *Design Issues* 24 (3): 4–18.
- Findeli, A. (2004). "La Recherche-Projet: Une Méthode Pour La Recherche En Design." In *Texte de La Communication Présentée Au Premier Symposium de Recherche Sur Le Design à HGK de Bâle Sous Les Auspices Du Swiss Design Network, Bâle*.
- . (2015). "La Recherche-Projet En Design et La Question de La Question de Recherche: Essai de Clarification Conceptuelle." *Sciences Du Design*, no. 1: 45–57.
- Fiske, S.T. et Taylor, S.E. (1984). "Social Cognition Reading." MA: Addison-Wesley.
- Fokkinga, S.F., Desmet, P. et Hoonhout, J. (2010). "The Dark Side of Enjoyment. Using Negative Emotions to Design for Rich User Experiences." *7th International Design & Emotion Conference Proceedings*, 1–12.
- Fontaine, J. (2009). "Dimensional Emotion Models." *The Oxford Companion to Emotion and the Affective Sciences*, 119–20.
- Fornel, M. (1988). "Contraintes Systémiques et Contraintes Rituelles Dans l'interaction Visiophonique." *Réseaux* 6 (29): 33–46.
- Foxall, G., Goldsmith, R.E. et Brown, S. (1998). *Consumer Psychology for Marketing*. Vol. 1. Cengage Learning EMEA.
- Frijda, N.H. (1986). "The Emotions: Studies in Emotion and Social Interaction." Paris: *Maison de Sciences de l'Homme*. https://books.google.fr/books?id=QkNuuVf-pBMC&printsec=front_cover&redir_esc=y.
- . (1994). "Varieties of Affect: Emotions and Episodes, Moods, and Sentiments." *The Nature of Emotions: Fundamental Questions*, 197–202.
- Frijda, N.H., Manstead, A. et Bem, S. (2000). *Emotions and Beliefs: How Feelings Influence Thoughts*. Cambridge University Press.
- Froese, T. (2012). "From Second-Order Cybernetics to Enactive Cognitive Science: Varela's Turn from Epistemology to Phenomenology." *Systems Research and Behavioral Science* 28 (6): 631–45. <http://cepa.info/449>.

- Froese, T., Iizuka, H. et Ikegami, T. (2014). "Embodied Social Interaction Constitutes Social Cognition in Pairs of Humans: A Minimalist Virtual Reality Experiment." *Scientific Reports* 4: 3672. <http://cepa.info/1012>.
- Froese, T. et Gallagher, S. (2012). "Getting Interaction Theory (IT) Together: Integrating Developmental, Phenomenological, Enactive, and Dynamical Approaches to Social Interaction." *Interaction Studies* 13 (3): 436–68.
- Froese, T. et Paolo, E. (2010). "Modelling Social Interaction as Perceptual Crossing: An Investigation into the Dynamics of the Interaction Process." *Connection Science* 22 (1): 43–68.
- Gallagher, S. et Hutto, D. (2008). "Understanding Others through Primary Interaction and Narrative Practice." *The Shared Mind: Perspectives on Intersubjectivity* 12: 17–38.
- Gallese, V. (2001). "The 'shared Manifold' hypothesis. From Mirror Neurons to Empathy." *Journal of Consciousness Studies* 8 (5–6): 33–50.
- Gaver, W. (2012). "What Should We Expect from Research through Design?" In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 937–46. ACM.
- Gazeau, C. (2014). "Plus d'écrans Dans Les Véhicules Peut-Il Signifier plus de Sécurité Dans La Conduite ?" 2014.
- Gibson, J.J. (2001). "Le Système Haptique." *The Senses Considered as Perceptual Systems*, 48–49.
- . (2014). *The Ecological Approach to Visual Perception: Classic Edition*. Psychology Press.
- Gibson, J.J. et Crooks, L.E. (1938). "A Theoretical Field-Analysis of Automobile-Driving." *The American Journal of Psychology* 51 (3): 453–71.
- Gibson, J.J. (1966). "The Senses Considered as Perceptual Systems."
- Gil, S. (2009). "Comment Étudier Les Émotions En Laboratoire." *Revue Électronique de Psychologie Sociale* 4: 15–24.
- Gilbert, M. (1992). *On Social Facts*. Princeton University Press.
- Gilroy, P. (2001). "Driving While Black." *Car Cultures*.
- Glanville, R. (1999). "Researching Design and Designing Research." *Design Issues* 15 (2): 80–91.
- Glaser, B. et Strauss, A. (1967). "The Discovery Of grounded Theory." *London: Weidenfeld and Nicholson* 24 (25): 288–304.
- Goffman, E. (1963). "Comment Se Conduire Dans Les Lieux Publics." *Notes Sur l'organisation Sociale Des Rassemblements*.
- . (1973). "La Mise En Scène de La Vie Quotidienne. Tome 1. La Présentation de Soi." *Paris: Editions de Minuit*.
- Goodwin, J., James, M.J. et Polletta, F. (2009). *Passionate Politics: Emotions and Social Movements*. University of Chicago Press.
- Gooty, J., Connelly, S., Griffith, J. et Gupta, A. (2010). "Leadership, Affect and Emotions: A State of the Science Review." *The Leadership Quarterly* 21 (6): 979–1004.
- Green, W.S. et Jordan, P.W. (1999). "Ergonomics, Usability and Product Development." *Green, WS & Jordan, PW Human Factors in Product Design*. London: Taylor & Francis.
- Green, W.S. et Jordan, P.W. (2003). *Pleasure with Products: Beyond Usability*. CRC Press.
- Grèzes, J. et Dezecache, G. (2012). "Communication Émotionnelle: Mécanismes Cognitifs et Cérébraux." *Cognition Sociale et Neuropsychologie*, 31–45.
- Griffith, D. P. et Greitzer, F.L. (2007). "Neo-Symbiosis: The next Stage in the Evolution of Human Information Interaction." *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence (IJCINI)* 1 (1): 39–52.
- Griffiths, P.E. (2004). "Towards a Machiavellian Theory of Emotional Appraisal." *Emotion, Evolution and Rationality*, 89–105.
- Guénand, A. et Berdillon, V. (2011). "Innovation Through Design For Emotion." In *DS 68-9: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11), Impacting Society through Engineering Design, Vol. 9: Design Methods and Tools Pt. 1, Lyngby/Copenhagen, Denmark, 15.-19.08. 2011*.
- Gugerty, L. (2011). "Situation Awareness in Driving." *Handbook for Driving Simulation in*

- Engineering, Medicine and Psychology* 1.
- Hancock, P.A., Pepe, A. et Murphy, L. (2005). "Hedonomics: The Power of Positive and Pleasurable Ergonomics." *Ergonomics in Design*.
- Hardy, B., Ramanantsoa, M-M., Hanne-ton, S., Lenay, C., Gapenne, O. et Marque, C.K. (2007). "Sensory Substitution : Perception Dedicated to Action." In *6th International Conference on Tactile Aids, Hearing Aids and Cochlear Implants*, 2–5.
- Hassenzahl, M. (2004). "Emotions Can Be Quite Ephemeral; We Cannot Design Them." *Interactions* 11 (5): 46–48.
- . (2005). "The Thing and I: Understanding the Relationship between User and Product." In *Funology*, 31–42. Springer.
- Hassenzahl, M., Diefenbach, S. et Gritz, A. (2010). "Needs, Affect, and Interactive Products - Facets of User Experience." *Interacting with Computers* 22 (5): 353–62. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2010.04.002>.
- Hassenzahl, M., Platz, A., Burmester, M. et Lehner, K. (2000). "Hedonic and Ergonomic Quality Aspects Determine a Software's Appeal." *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '00*, no. January: 201–8. <https://doi.org/10.1145/332040.332432>.
- Hassenzahl, M. et Tractinsky, N. (2006). "User Experience-a Research Agenda." *Behaviour & Information Technology* 25 (2): 91–97.
- Havelange, V. (2010). "Action, Empathie et Motivation Dans La Phénoménologie Husserlienne : Implications Pour Les Sciences et Technologies Cognitives." *Intellectica*, no. 53–54: 195–232.
- Hazlewood, W., Stolterman, E. et Connelly, K. (2011). "Issues in Evaluating Ambient Displays in the Wild: Two Case Studies." In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 877–86. ACM.
- Healey, J. et Picard, R.W. (2005). "Detecting Stress during Real-World Driving Tasks Using Physiological Sensors." *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions On* 6 (2): 156–66.
- Hegel, G.W.F. (1939). *La Phénoménologie de l'esprit. Trad....* Aubier-Montaigne.
- Heidegger, M. (1988). *The Basic Problems of Phenomenology*. Vol. 478. Indiana University Press.
- Heidegger, M., Macquarrie, J. et Schouten Robinson, E. (1962). *Being and Time... Translated by John Macquarrie & Edward Robinson. (First English Edition.)*. London.
- Hekkert, P. et Schifferstein, H. (2008). "Introducing Product Experience." *Product Experience* 1: 1–8.
- Herbeth, N., Charrue-Duboc, L. et Manceau, D. (2016). "Prendre En Compte Les Émotions Dans Le Développement de Nouveaux Produits . Application Au Produit Automobile ." In *XXIVe Conférence Internationale de Management Stratégique*, 1–25.
- Hevner, A. et March, S. (2003). "The Information Systems Research Cycle." *Computer* 36 (11): 111–13.
- Hobson, R.P. (2008). "Interpersonally Situated Cognition." *International Journal of Philosophical Studies* 16 (3): 377–97.
- Hochschild, A.R. (1979). "Emotion Work, Feeling Rules, and Social Structure." *American Journal of Sociology* 85 (3): 551–75.
- . (2002). "The Sociology of Emotion as a Way of Seeing." In *Emotions in Social Life*, 31–44. Routledge.
- . (2003). *The Commercialization of Intimate Life: Notes from Home and Work*. Univ of California Press.
- Höök, K. (2009). "Affective Loop Experiences: Designing for Interactional Embodiment." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364 (1535): 3585–95.
- Hurley, S. et Noë, A. (2003). "Neural Plasticity and Consciousness." *Biology and Philosophy* 18 (1): 131–68.
- Husserl, E. (1963). *Idées Directrices Pour Une Phénoménologie*. Vol. 1. Gallimard.
- Husserl, E. et Kern, I. 1973. "Zur Phänomenologie Der Intersubjektivität. Texte Aus Dem

- Nachlass Dritter Teil: 1929–1935.”
- Ihde, D. (1990). *Technology and the Lifeworld. The Indiana Series in the Philosophie of Technologie*. Vol. 1. <https://doi.org/10.1049/et:20060114>.
- Instone, K. (2005). “User Experience: An Umbrella Topic.” In *CHI’05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 1087–88. ACM.
- Isen, A.M. (2001). “An Influence of Positive Affect on Decision Making in Complex Situations: Theoretical Issues with Practical Implications.” *Journal of Consumer Psychology* 11 (2): 75–85.
- Izard, C.E. (1992). “Basic Emotions, Relations among Emotions, and Emotion-Cognition Relations.”
- Izard, C.E., Dougherty, F., Bloxom, B. et Kotsch, W. (1974). “The Differential Emotions Scale: A Method of Measuring the Subjective Experience of Discrete Emotions.” *Unpublished Manuscript, Vanderbilt University, Nashville, TN*.
- Jaegher, H. et Froese, T. (2009). “On the Role of Social Interaction in Individual Agency.” *Adaptive Behavior* 17 (5): 444–60.
- Jaegher, H. et Paolo, E. (2007). “Participatory Sense-Making.” *Phenomenology and the Cognitive Sciences* 6 (4): 485–507.
- Jensen, M.V., Buur, J. et Djajadiningrat, T. (2005). “Designing the User Actions in Tangible Interaction.” In *Proceedings of the 4th Decennial Conference on Critical Computing: Between Sense and Sensibility*, 9–18. ACM.
- Johnstone, T. et Scherer, K. (2000). “Vocal Communication of Emotion.” *Handbook of Emotions* 2: 220–35.
- Jordan, P.W. (1998). “Human Factors for Pleasure in Product Use.” *Applied Ergonomics* 29 (1): 25–33.
- . (2002). *Designing Pleasurable Products: An Introduction to the New Human Factors*. CRC press.
- Ju, W. (2015). “The Design of Implicit Interactions.” *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics* 8 (2): 1–93.
- Juhlin, O. (2013). *Social Media on the Road*. Springer.
- Kankainen, A. (2002). *Thinking Model and Tools for Understanding User Experience Related to Information Appliance Product Concepts*. Helsinki University of Technology.
- Kano, N. (1984). “Attractive Quality and Must-Be Quality.” *Hinshitsu (Quality, The Journal of Japanese Society for Quality Control)* 14: 39–48.
- Karapanos, E., Zimmerman, J., Forlizzi, J. et Martens, J-B. (2009). “User Experience over Time: An Initial Framework.” In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 729–38. ACM.
- Katz, J. (2001). *How Emotions Work*. University of Chicago Press.
- . (2014). “Pissed off in LA.” *The Urban Ethnography Reader*.
- Keltner, D. et Haidt, J. (1999). “Social Functions of Emotions at Four Levels of Analysis.” *Cognition & Emotion* 13 (5): 505–21.
- Kemper, T.D. (1981). “Social Constructionist and Positivist Approaches to the Sociology of Emotions.” *American Journal of Sociology* 87 (2): 336–62.
- Kleinginna J., Paul R. et Kleinginna, M. (1981). “A Categorized List of Emotion Definitions, with Suggestions for a Consensual Definition.” *Motivation and Emotion* 5 (4): 345–79.
- Knobel, M., Hassenzahl, M., Lamara, M., Sattler, T., Schumann, J., Eckoldt, K. et Butz, A. (2012). “Clique Trip : Feeling Related in Different Cars.” *Dis 2012* June 11-15: 29–37. <https://doi.org/10.1145/2317956.2317963>.
- Kojima, H., Froese, T., Oka, M., Iizuka, H. et Ikegami, T. (2017). “A Sensorimotor Signature of the Transition to Conscious Social Perception: Co-Regulation of Active and Passive Touch.” *Frontiers in Psychology* 8: 1778.
- Koskinen, I., Battarbee, K. et Mattelmäki, T. (2003). *Empathic Design: User Experience in Product Design*. IT Press.
- Kraut, R., Fish, R., Root, R. et Chalfonte, B. (1990). “Informal Communication in Organizations: Form, Function, and Technology.” In *Human Reactions to Technology: Claremont Symposium on Applied Social Psychology*, 145–99. Citeseer.

- Krauth-Gruber, S. (2009). "La Régulation Des Émotions." *Revue Électronique de Psychologie Sociale* 4: 32–39.
- Lallemant, C. et Gronier, G. (2015). *Méthodes de Design UX. The Effects of Brief Mindfulness Intervention on Acute Pain Experience: An Examination of Individual Difference*. Eyrolles. Paris.
- Lange, C.G. et James, W. (1922). *The Emotions*. Vol. 1. Williams & Wilkins.
- Latour, B. (1994). "On Technical Mediation." *Common Knowledge* 3 (2): 29–64.
- Lazarus, R.S. (1991). "Cognition and Motivation in Emotion." *American Psychologist* 46 (4): 352.
- . (1999). "The Cognition-Emotion Debate: A Bit of History." *Handbook of Cognition and Emotion* 5 (6): 3–19.
- Lenay, C. (2006). "Énaction, Externalisme et Suppléance Perceptive," 27–52.
- . (2010). "« C'est Très Touchant » La Valeur Émotionnelle Du Contact ." *Intellectica*, 359–97.
- Lenay, C., Canu, S. et Villon, P. (1997). "Technology and Perception: The Contribution of Sensory Substitution Systems." *Proceedings Second International Conference on Cognitive Technology Humanizing the Information Age*, 44–53.
- Lenay, C., Gapenne, O., Hanneton, S. et Marque, C. (2003). "La Substitution Sensorielle : Limites Et Perspectives," 1–16.
- Lenay, C. et Sebbah, F. (2001). "La Constitution de La Perception Spatiale. Approches Phénoménologique et Expérimentale." *Intellectica* 32 (1): 45–86.
- Lenay, C. et Stewart, J. (2012). "Minimalist Approach to Perceptual Interactions." *Frontiers in Human Neuroscience* 6.
- Lenay, C., Thouvenin, I., Guénand, A., Gapenne, O., Stewart, J. et Maillet, M. (2007). "Designing the Ground for Pleasurable Experience." *Proceedings of the 2007 Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces DPPI 07*, 35–58. <https://doi.org/10.1145/1314161.1314165>.
- Lenz, E., Diefenbach, S. et Hassenzahl, M. (2013). "Exploring Relationships Between Interaction Attributes and Experience." *Proc. DPPI 2013*, no. SEPTEMBER: 126–35. <https://doi.org/10.1145/2513506.2513520>.
- Levenson, R.W. (1999). "The Intrapersonal Functions of Emotion." *Cognition & Emotion* 13 (5): 481–504.
- Levinas, E. et Nemo, P. (1984). "Éthique et Infini Dialogues Avec Philippe Nemo."
- Levy, P. (2018). "Le Temps de l'expérience: Enchanter Le Quotidien Par Le Design."
- Lévy, P., Deckers, E. et Restrepo, M.C. (2012). "When Movement Invites to Experience: A Kansei Design Exploration on Senses' Qualities." In *Proceedings of the International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research*, 366–72.
- Licklider, J.C.R. (1960). "Man-Computer Symbiosis." *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, no. 1: 4–11.
- Lidwell, W., Holden, K. et Butler, J. (2010). *Universal Principles of Design, Revised and Updated: 125 Ways to Enhance Usability, Influence Perception, Increase Appeal, Make Better Design Decisions, and Teach through Design*. Rockport Pub.
- Lockner, D. (2015). "Évaluation Émotionnelle Des Interfaces : Vers Une Proposition de Patterns de Design Contribuant Au Caractère Empathique de La Relation Humain-Machine." Aix Marseille.
- Lu, Z., Coster, X. et Winter, J. (2017). "How Much Time Do Drivers Need to Obtain Situation Awareness? A Laboratory-Based Study of Automated Driving." *Applied Ergonomics* 60: 293–304.
- Lupton, D. (1999). "Monsters in Metal Cocoons: Road Rage and Cyborg Bodies." *Body & Society* 5 (1): 57–72.
- Mahé, E. (2014). "Chercheurs En Art et En Design, Les Nouveaux Praticiens de l'innovation." *MCD - Magazine Des Cultures Digitales* 74: 114.
- Mahlke, S. et Lindgaard, G. (2007). "Emotional Experiences and Quality Perceptions of Interactive Products." *Human-Computer Interaction. Interaction Design and Usability*, 164–73.

- Maillet, B. (2010). "Design et Appropriation d'un Dispositif d'interactions Haptiques Pour l'expression et La Perception d'attitudes Communicationnelles." Université de technologie de Compiègne.
- Mandon, D. (1973). *L'alibi Automobile à Travers La Publicité*. Chronique.
- Manzini, E. (2007). "Design Research for Sustainable Social Innovation." *Design Research Now*, 233–45.
- Marchal, H. (2014). *Un Sociologue Au Volant. Le Rapport de l'individu à Sa Voiture En Milieu Urbain*. Téraèdre.
- Marshall, P., Antle, A., Hoven, E. et Rogers, Y. (2013). "Introduction to the Special Issue on the Theory and Practice of Embodied Interaction in HCI and Interaction Design." *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)* 20 (1): 1.
- Marti, P. et Stienstra, J.T. (2013). "Exploring Empathy in Interaction." *GeroPsych*.
- Martinet, G. et Chalandon, X. (2010). "Note Technique 68270 / 2010 / 80, Le Contexte Partagé En Conduite Automobile, Diffusée En Interne Le 01/12/2010."
- Matsumoto, D. et Ekman, P. (2009). "Basic Emotions." *Oxford Companion to Affective Sciences*, 69–72.
- McCarthy, J. et Wright, P.C. (2004). "Technology as Experience." *Interactions* 11 (5): 42–43.
- Mehrabian, A. et Russell, J.A. (1974). *An Approach to Environmental Psychology*. the MIT Press.
- Merleau-Ponty, M. (1945). *Phénoménologie de La Perception*. Gallimard.
- Michaud, Y. 2015. "L'idée d'une Science Du Design: Trois Concepts et Leurs Implications." *Sciences Du Design*, no. 1: 13–21.
- Miller, D., Sun, A? et Ju, W. (2014). "Situation Awareness with Different Levels of Automation." In *Systems, Man and Cybernetics (SMC), 2014 IEEE International Conference On*, 688–93. IEEE.
- Moles, A. et Rohmer, E. (1976). *Microphysiologie et Vie Quotidienne*. Denoël/Gonthier.
- Montaigne, M. (1836). *Essais*. Vol. 1. Firmin Didot Frères et C°.
- Mourat, R., Ocnarescu, I., Renon, A.L. et Royer, M. (2015). "Méthodologies de Recherche et Design: Un Instantané Des Pratiques de Recherche Employées Au Sein d'un Réseau de Jeunes Chercheurs." *Sciences Du Design*, no. 1: 68–75.
- Moussette, C. et Fallman, D. (2009). "Designing for Touch: Creating and Building Meaningful Haptic Interfaces." *Proceedings of IASDR*, 18–22.
- Munduteguy, C. et Darses, F. (2007). "Perception et Anticipation Du Comportement d'autrui En Situation Simulée de Conduite Automobile." *Le Travail Humain* 70 (1): 1–32.
- Mundy, P. et Newell, L. (2007). "Attention, Joint Attention, and Social Cognition." *Current Directions in Psychological Science* 16 (5): 269–74.
- Nagamachi, M. (1995). "Kansei Engineering: A New Ergonomic Consumer-Oriented Technology for Product Development." *International Journal of Industrial Ergonomics* 15 (1): 3–11.
- Nagasawa, S. (2002). "Kansei and Business." *Kansei Engineering International* 3 (3): 3–12.
- Nagel, S., Carl, C., Kringe, T., Martin, R. et König, P. (2005). "Beyond Sensory Substitution— Learning the Sixth Sense." *Journal of Neural Engineering* 2 (4): R13.
- Nguyen, C., Cahour, B., Forzy, J-F. et Licoppe, C. (2011). "Confort et Inconfort Émotionnels Dans La Gestion de l'autonomie Automobile." In *EPIQUE 2011 (Psychologie Ergonomique)*, 201–17. Presses Universitaires de Nancy.
- Nickerson, R., Butler, S. et Carlin, M. (2009). "Empathy and Knowledge Projection." *The Social Neuroscience of Empathy*, 43–56.
- Norman, D.A. (1988). *The Design of Everyday Things*. New York: Basic Books.
- . (1990). "The 'Problem'with Automation: Inappropriate Feedback and Interaction, Not 'over-Automation.'" *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 327 (1241): 585–93.
- . (1993). *Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the Machine*. Basic Books.
- . (2004). "Emotional Design." New York: Basic Books.
- Obrist, M., Subramanian, S., Gatti, E., Long, B. et Carter, T. (2015). "Emotions Mediated Through Mid-Air Haptics." *Proceedings of the ACM CHI'15 Conference on Human*

- Factors in Computing Systems* 1 (January): 2053–62.
<https://doi.org/10.1145/2702123.2702361>.
- Ortony, A., Clore, G. et Collins, A. (1990). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge university press.
- Ortony, A. et Turner, T. (1990). "What's Basic about Basic Emotions?" *Psychological Review* 97 (3): 315.
- Overbeeke, K. et Wensveen, S. (2003). "From Perception to Experience, from Affordances to Irresistibles." In *Proceedings of the 2003 International Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces*, 92–97. ACM.
- Ozkaramanli, D., Desmet, P. et Hekkert, P. (2012). "Proud to Be in Control: Understanding Concern Conflicts and Initial Principles for Conflict-Inspired Design Approaches." In *Out of Control: Proceedings of the 8th International Conference on Design and Emotion, London, UK, 11-14 September 2012*.
- Pacherie, E. (2004). *L'empathie et Ses Degrés. L'empathie*. Odile Jaco. Paris.
- Palen, L. et Bødker, S. (2008). "Don't Get Emotional." In *Affect and Emotion in Human-Computer Interaction*, 12–22. Springer.
- Paolo, E.A., Rohde, M. et De Jaegher, H. (2010). "Horizons for the Enactive Mind: Values, Social Interaction, and Play." *Enaction: Towards a New Paradigm for Cognitive Science*, 33–87.
- Park, Y-W., Baek, K-M. et Nam T-J. (2013). "The Roles of Touch during Phone Conversations: Long-Distance Couples' Use of POKE in Their Homes." In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1679–88. ACM.
- Parker, D., Manstead, A. et Stradling, S.G. (1995). "Extending the Theory of Planned Behaviour: The Role of Personal Norm." *British Journal of Social Psychology* 34 (2): 127–38.
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M.A. et Chatterjee, S. (2007). "A Design Science Research Methodology for Information Systems Research." *Journal of Management Information Systems* 24 (3): 45–77.
- Peretti-Watel, P. (2001). "La Conduite Automobile: Un Objet de Recherche Sociologique?" *European Journal of Sociology/Archives Européennes de Sociologie* 42 (2): 391–428.
- Picard, R.W. (1995). "Affective Computing."
- Plutchik, R. (1991). *The Emotions*. University Press of America.
- Preston, S. (2007). "A Perception-Action Model for Empathy." *Empathy in Mental Illness*, 428–47.
- Rakotonirainy, A., Feller, F. et Haworth, N.L. (2008). "Using In-Vehicle Avatars to Prevent Road Violence."
- Rakotonirainy, A., Schroeter, R. et Soro, A. (2014). "Three Social Car Visions to Improve Driver Behaviour." *Pervasive and Mobile Computing* 14: 147–60.
- Reychav, I., Ndicu, M. et Wu, D. (2016). "Leveraging Social Networks in the Adoption of Mobile Technologies for Collaboration." *Computers in Human Behavior* 58: 443–53.
- Reynolds, C. et Picard, R.W. (2001). "Designing for Affective Interactions." *Proceedings of the 9th International Conference on Human-Computer Interaction*.
- Risser, R. (1985). "Behavior in Traffic Conflict Situations." *Accident Analysis & Prevention* 17 (2): 179–97.
- Rizzolatti, G., Fogassi, L. et Gallese, V. (2001). "Neurophysiological Mechanisms Underlying the Understanding and Imitation of Action." *Nature Reviews Neuroscience* 2 (9): 661.
- Rochat, P. (2014). *Origins of Possession: Owning and Sharing in Development*. Cambridge University Press.
- Rödel, C., Stadler, S., Meschtscherjakov, A. et Tscheligi, M. (2014). "Towards Autonomous Cars: The Effect of Autonomy Levels on Acceptance and User Experience." In *Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, 1–8. ACM.
- Rogers, Y. (2011). "Interaction Design Gone Wild: Striving for Wild Theory." *Interactions* 18 (4): 58–62.
- Ross, L., Rodin, J. et Zimbardo, P.G. (1969). "Toward an Attribution Therapy: The Reduction

- of Fear through Induced Cognitive-Emotional Misattribution." *Journal of Personality and Social Psychology* 12 (4): 279.
- Ross, P. (2008). "Ethics and Aesthetics in Intelligent Product and System Design." *Eindhoven, the Netherlands: Eindhoven University of Technology*.
- Rumar, K. (1993). "Road User Needs." *AM Parkes & S. Franzén, Driving Future Vehicles. Taylor & Francis, London*.
- Russell, J. et, Feldman Barrett, L. (1999). "Core Affect, Prototypical Emotional Episodes, and Other Things Called Emotion: Dissecting the Elephant." *Journal of Personality and Social Psychology* 76 (5): 805.
- Salgado-Montejo, A., Salgado, C.J., Alvarado, J. et Spence, C. (2016). "Simple Lines and Shapes Are Associated with, and Communicate, Distinct Emotions." *Cognition and Emotion*, 1–15.
- Scheler, M. (1971). "Nature et Formes de La Sympathie." *Contribution à l'étude Des Lois de La Vie Affective*, 58–64.
- . (2017). *The Nature of Sympathy*. Routledge.
- Scherer, K.R. (1984a). "Les Émotions : Fonction et Composantes." *Cahiers de Psychol-Agie Cognitive* 4 (1): 9–39.
- . (1984b). "Les Émotions: Fonctions et Composantes." *Cahiers De Psychologie Cognitive/Current Psychology Of Cognition*.
- . (1994). "Emotion Serves to Decouple Stimulus and Response." *The Nature of Emotion: Fundamental Questions*, 127–30.
- . (2000). "Psychological Models of Emotion." *The Neuropsychology of Emotion* 137 (3): 137–62.
- Scherer, K.R, Schorr, A. et Johnstone, T. (2001). *Appraisal Processes in Emotion: Theory, Methods, Research*. Oxford University Press.
- Schmitt, D. et Aubert, O. (2017). "REMIND: Une Méthode Pour Comprendre La Micro-Dynamique de l'expérience Des Visiteurs de Musées." *Revue Des Interactions Humaines Médiatisées (RIHM)= Journal of Human Mediated Interactions* 17 (2): 43–70.
- Schroeter, R., Rakotonirainy, A. et Foth, M. (2012). "The Social Car: New Interactive Vehicular Applications Derived from Social Media and Urban Informatics." In *Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, 107–10. ACM.
- Schütte, S. (2005). "Engineering Emotional Values in Product Design: Kansei Engineering in Development." *Institutionen för konstruktions-och produktionsteknik*.
- Schutz, A. (1967). *The Phenomenology of the Social World*. Northwestern University Press.
- Schutz, W.C. (1958). "FIRO: A Three-Dimensional Theory of Interpersonal Behavior."
- Shackel, B. (1991). "Usability-Context, Framework, Definition, Design and Evaluation." *Human Factors for Informatics Usability*, 21–37.
- Sheller, M. (2004). "Automotive Emotions Feeling the Car." *Theory, Culture & Society* 21 (4–5): 221–42.
- Sheller, M. et Urry, J. (2000). "The City and the Car." *International Journal of Urban and Regional Research* 24 (4): 737–57.
- Shweder, R., Haidt, J., Horton, R. et Joseph, C. (1993). "The Cultural Psychology of the Emotions." *Handbook of Emotions*, 417–31.
- Siemer, M., Mauss, I. et Gross, J. (2007). "Same Situation--Different Emotions: How Appraisals Shape Our Emotions." *Emotion* 7 (3): 592.
- Simmel, G. (1999). *Sociologie: Étude Sur Les Formes de La Socialisation*. Presses universitaires de France.
- Sinek, S. (2009). *Start with Why: How Great Leaders Inspire Everyone to Take Action*. Penguin.
- Snelders, D. et Schoormans, J. (2004). "An Exploratory Study of the Relation between Concrete and Abstract Product Attributes." *Journal of Economic Psychology* 25 (6): 803–20.
- Spillers, F. (2004). "Emotion as a Cognitive Artifact and the Design Implications for Products That Are Perceived As Pleasurable." *Experience Dynamics*.

- Sribunruangrit, N., Marque, C., Lenay, C., Hanneton, S., Gapenne, O. et Vanhoutte, C. (2004). "Speed-Accuracy Tradeoff during Performance of a Tracking Task without Visual Feedback." *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 12 (1): 131–39.
- Stern, D., Bruschiweiler-Stern, N., Lyons-Ruth, K., Morgan, A., Nahum, J., Sander, L.S., Candilis-Huisman, D., Huet, M-H. et Huet, P. (2004). "Intersubjectivité." *Le Carnet PSY*, no. 9: 31–40.
- Stout, R. (2012). "What Someone's Behaviour Must Be like If We Are to Be Aware of Their Emotions in It." *Phenomenology and the Cognitive Sciences* 11 (2): 135–48.
- Suchman, L. (1987). *Plans and Situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication*. Cambridge university press.
- Sukthankar, R. (1997). "Situation Awareness for Tactical Driving." Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA.
- Sundström, P., Ståhl, A. et Höök, K. (2005). "A User-Centered Approach to Affective Interaction." In *Affective Computing and Intelligent Interaction*, 931–38. Springer.
- Sutko, D. et Souza e Silva, A. (2011). "Location-Aware Mobile Media and Urban Sociability." *New Media & Society* 13 (5): 807–23.
- Szanto, T. et Moran, D. (2015). *The Phenomenology of Sociality: Discovering the 'We.'* Vol. 3. Routledge.
- Tang, J. (2007). "Approaching and Leave-Taking: Negotiating Contact in Computer-Mediated Communication." *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)* 14 (1): 5.
- Theureau, J. (1992). *Le Cours d'action: Analyse Sémio-Logique: Essai d'une Anthropologie Cognitive Située*. P. Lang Bern.
- . 2006. *Le Cours d'action: Méthode Développée*.
- Thomas, G. (2010). "Doing Case Study: Abduction Not Induction, Phronesis Not Theory." *Qualitative Inquiry* 16 (7): 575–82.
- Tomasello, M. (1995). "Joint Attention as Social Cognition." *Joint Attention: Its Origins and Role in Development* 103130.
- Tomasello, M., Kruger, A.C. et Ratner, H. (1993). "Cultural Learning." *Behavioral and Brain Sciences* 16 (3): 495–511.
- Tuomela, R. (1995). "The Importance of Us: A Philosophical Study of Basic Social Notions."
- Tushman, M., Anderson, P. et O'Reilly, C. (1997). "Technology Cycles, Innovation Streams, and Ambidextrous Organizations: Organization Renewal through Innovation Streams and Strategic Change." *Managing Strategic Innovation and Change* 34 (3): 3–23.
- Ullmer, B. et Ishii, H. (2000). "Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces." *IBM Systems Journal* 39 (3.4): 915–31.
- Underwood, G., Chapman, P., Wright, S. et Crundall, D. (1999). "Anger While Driving." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 2 (1): 55–68.
- Urry, J. (2007). "Mobilities. London: Polity."
- Valéry, P. (1966). *L'Idée Fixe: Ou Deux Hommes à La Mer*. Vol. 100. Gallimard.
- Vanderbilt, Tom. (2008). *Traffic*. Vintage.
- Varela, F., Thompson, E. et Rosch, E. (1993). "L'enaction: Cognition Incarnée." *L'Inscription Corporelle de l'esprit : Sciences Cognitives et Expérience Humaine*.
- Vaughan, L. (1997). "Understanding Movement." In *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 548–49. ACM.
- Veen, T., Juffrizal K., et Terken, J. (2017). "Situation Awareness in Automated Vehicles through Proximal Peripheral Light Signals." *Proceedings of the 9th ACM International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI '17), September 24–27, 2016, Oldenburg, Germany*.
- Verbeek, P-P. (2006). "Materializing Morality Design Ethics and Technological Mediation." *Science, Technology & Human Values* 31 (3): 361–80.
- Verganti, R. (2008). "Design, Meanings, and Radical Innovation: A Metamodel and a Research Agenda." *Journal of Product Innovation Management* 25 (5): 436–56.
- Vermersch, P. (1994). "L'entretien d'explicitation.[The Explicitation Interview]." *Paris: ESF*.
- Vial, S. (2013). "Design et Épistémè: De La Légitimité Culturelle à La Légitimité

- Épistémologique.” 2013.
- Vial, S. et Findeli, A. (2015). “Éditorial.” *Sciences Du Design*, no. 1: 9–11.
- Vignemont, F. et Singer, T. 2006. “The Empathic Brain: How, When and Why?” *Trends in Cognitive Sciences* 10 (10): 435–41.
- Vinkhuyzen, E. et Cefkin, M. (2016). “Developing Socially Acceptable Autonomous Vehicles.” In *Ethnographic Praxis in Industry Conference Proceedings*, 2016:522–34. Wiley Online Library.
- Walker, G., Stanton, N. et Young, M. (2007). “Easy Rider Meets Knight Rider: An on-Road Exploratory Study of Situation Awareness in Car Drivers and Motorcyclists.” *International Journal of Vehicle Design* 45 (3): 307–22.
- Wang, C. (2017). “The Social Car: Enhancing Communication between Drivers by Digital Augmentation.” Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Watzlawick, P., Beavin, J., Jackson, D. et Morche, J. (1972). “Une Logique de La Communication.”
- Wensveen, S., Djajadiningrat, J. et Overbeeke, K. (2004). “Interaction Frogger: A Design Framework to Couple Action and Function through Feedback and Feedforward.” In *Proceedings of the 5th Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, 177–84. ACM.
- Wensveen, S., Overbeeke, K. et Djajadiningrat, T. (2002). “Push Me, Shove Me and I Show You How You Feel: Recognising Mood from Emotionally Rich Interaction.” In *Proceedings of the 4th Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, 335–40. ACM.
- Whittaker, S., Frohlich, D. et Daly-Jones, O. (1994). “Informal Workplace Communication: What Is It like and How Might We Support It?” In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 131–37. ACM.
- Winter, J.C.F., Happee, R., Martens, M.H. et Stanton, N.A. (2014). “Effects of Adaptive Cruise Control and Highly Automated Driving on Workload and Situation Awareness: A Review of the Empirical Evidence.” *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 27: 196–217.
- Wondra, J.D. et Ellsworth, P.C. (2015). “An Appraisal Theory of Empathy and Other Vicarious Emotional Experiences.” *Psychological Review* 122 (3): 411–28.
- Zahavi, D. (2015). “You , Me , and We : The Sharing of Emotional Experiences.” *Journal of Consciousness Studies*, 0–23.
- Zeeb, K., Buchner, A. et Schrauf, M. (2015). “What Determines the Take-over Time? An Integrated Model Approach of Driver Take-over after Automated Driving.” *Accident Analysis & Prevention* 78: 212–21.
- . (2016). “Is Take-over Time All That Matters? The Impact of Visual-Cognitive Load on Driver Take-over Quality after Conditionally Automated Driving.” *Accident Analysis & Prevention* 92: 230–39.
- Zhang, J., Vinkhuyzen, E. et Cefkin, M. (2017). “Evaluation of an Autonomous Vehicle External Communication System Concept: A Survey Study.” In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, 650–61. Springer.
- Zimmerman, J., Stolterman, E. et Forlizzi, J. (2010). “An Analysis and Critique of Research through Design.” *Proceedings of the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems - DIS '10*, 310. <https://doi.org/10.1145/1858171.1858228>.
- Zuboff, S. (1988). *In the Age of the Smart Machine: The Future of Work and Power*. Vol. 186. Basic books New York.

Annexes

A. ANNEXE TERRAIN 1

A.1 Informations complémentaires

Participants

13 participants (6 femmes/7 hommes) ont pris part à l'étude. Les treize participants sont collaborateurs du groupe Renault, âgés de plus de 21 ans, et ont le permis depuis plus de 3 ans, conformément à la « procédure de sécurisation des expérimentations » de l'entreprise. L'expérience de conduite des sujets est variable : certains possèdent un véhicule partagé et ne roulent qu'occasionnellement. À l'inverse, certains participants possèdent plusieurs véhicules et ont par ailleurs un usage « loisir » de celui-ci. La divergence des profils est un paramètre recherché pour l'étude, afin de recueillir un maximum de retour d'expériences différentes. Dans ce contexte d'étude qualitative, une recherche de similarité entre profils aurait été incomplète. Aucun des participants ne possède le type de véhicule mis à disposition pour la passation des tests (voir paragraphe suivant). Il n'est par ailleurs pas fait mention du but de l'étude aux sujets, pour éviter d'influencer leurs potentielles stratégies de conduite.

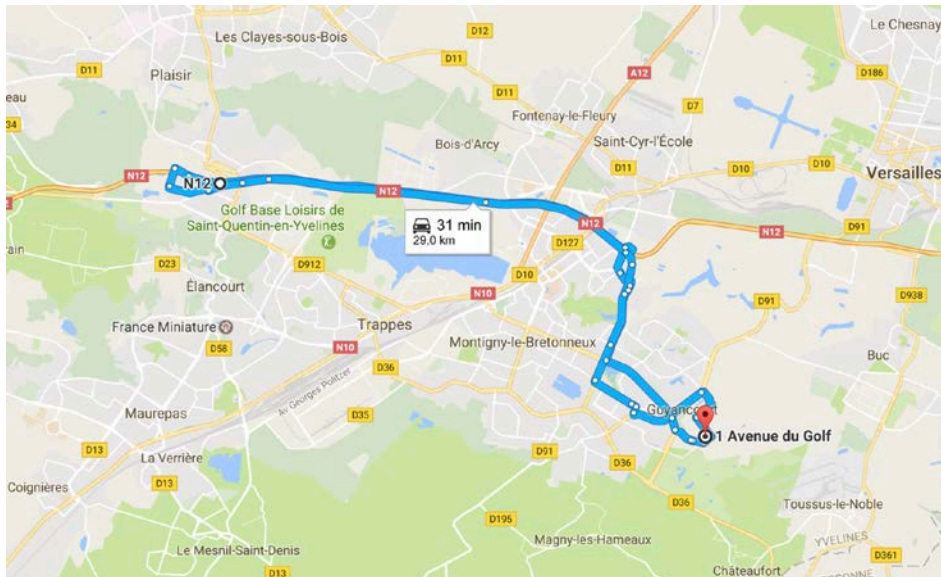
Matériel

Le véhicule mis à disposition pour les besoins de l'étude est une Renault Espace (2016). Le véhicule est équipé de nombreuses aides à la conduite, que certains sujets ont pu découvrir pendant leur session de roulage ; l'avertisseur d'angle mort, le *Lane Keeping assist*, la caméra de recul arrière, le radar de parking, l'affichage de la proximité avec le véhicule en amont. Ce véhicule a été équipé de trois caméras permettant l'enregistrement des essais de roulage selon trois points de vue ; une scène avant (vision subjective du conducteur) et une scène arrière de la route, permettant une compréhension globale du contexte de conduite, ainsi qu'une vue de face du conducteur, permettant d'interpréter les réactions de celui-ci en situation de conduite. Ces mêmes caméras ont été le support d'enregistrements audio qui, suite à des analyses de contenu des verbalisations, ont été comparés aux verbatim des sujets qui se sont exprimés lors des entretiens d'autoconfrontation.

A.2 Consigne de l'expérimentation distribuée aux participants

L'étude à laquelle vous allez participer a pour objectif de recueillir vos impressions à propos de votre expérience de conduite sur route. L'expérimentation se déroulera en 2 étapes séparées.

La **1^{ère} partie** se déroulera dans un véhicule, au cours d'un roulage d'environ 30 km, depuis le Technocentre Renault jusqu'à Plaisir via la N12.



L'expérimentateur procédera à un enregistrement des sessions de conduite via trois caméras situées dans le véhicule ; une scène avant (vision subjective du conducteur), une scène arrière (route), une scène de la vue de face du conducteur. Également, un enregistrement audio sera effectué.

Un questionnaire vous sera proposé, concernant votre expérience de conduite.

La **2^{ème} partie** se déroulera au Technocentre et consistera en un entretien d'autoconfrontation sous forme d'entretien d'explicitation. Vous serez confronté aux vidéos lors de la première session.

Durée de l'étude :

30 minutes de roulage et ½ heure d'entretien d'explicitation quelques jours après le test par sujet. L'étude sera étalée sur 3 jours pour les tests de roulage et 2 jours pour les entretiens d'explicitation. L'ensemble durera environ 1 h par participant.

A.3 Questionnaire

Questions posées aux sujets

Questions précédant la conduite

Je vais tout d'abord vous demander de remplir quelques formulaires :

- o Lettre d'information décrivant l'objet de l'expérimentation
- o Consignes de conduite relatives à la sécurité routière
- o Autorisation de recueillir et d'exploiter les données et prises de vue

N'hésitez pas à me faire part de vos impressions/vos sensations en lien avec l'activité de conduite, pendant toute la durée du test. N'hésitez pas à décrire cette activité (actions, vérifications, anticipation, interprétation...)

Êtes-vous :

- Une femme
- Un homme

Quel âge avez-vous ?

- Moins de 25 ans
- Entre 26 et 45 ans
- Entre 46 — et 55 ans
- Entre 56 et plus

Conduisez-vous généralement... ?

- Seul(e)
- A plusieurs

Quelle est votre situation professionnelle actuelle : Cadre

- Technicien
- Ouvrier
- Étudiant
- Autre : _____

Possédez-vous un véhicule ?

À quelle fréquence l'utilisez-vous ?

Sur quel type de route l'utilisez-vous ?

Qu'est-ce qui vous plaît et vous déplaît dans l'activité de conduire ?

Quel(s) type(s) de route ou trajet appréciez-vous ? Pourquoi ?

Selon vous, quel type de conducteur êtes-vous (courtois, expérimenté, énervé, stressé, pressé, calme...)?

Votre véhicule est-il équipé d'aides à la conduite (système d'aide au stationnement, système d'aide à la navigation intégré, système d'assistance des angles morts, système d'assistance au maintien dans la voie...)?

Si oui, quelle(s) raison(s) vous ont poussé à choisir ces options ?

Questions suivant la conduite

Comment s'est passé la conduite ? Avez-vous rencontré des difficultés, des moments d'hésitation, ou autres moments forts sur lesquels vous souhaiteriez revenir ?

Résultat du questionnaire

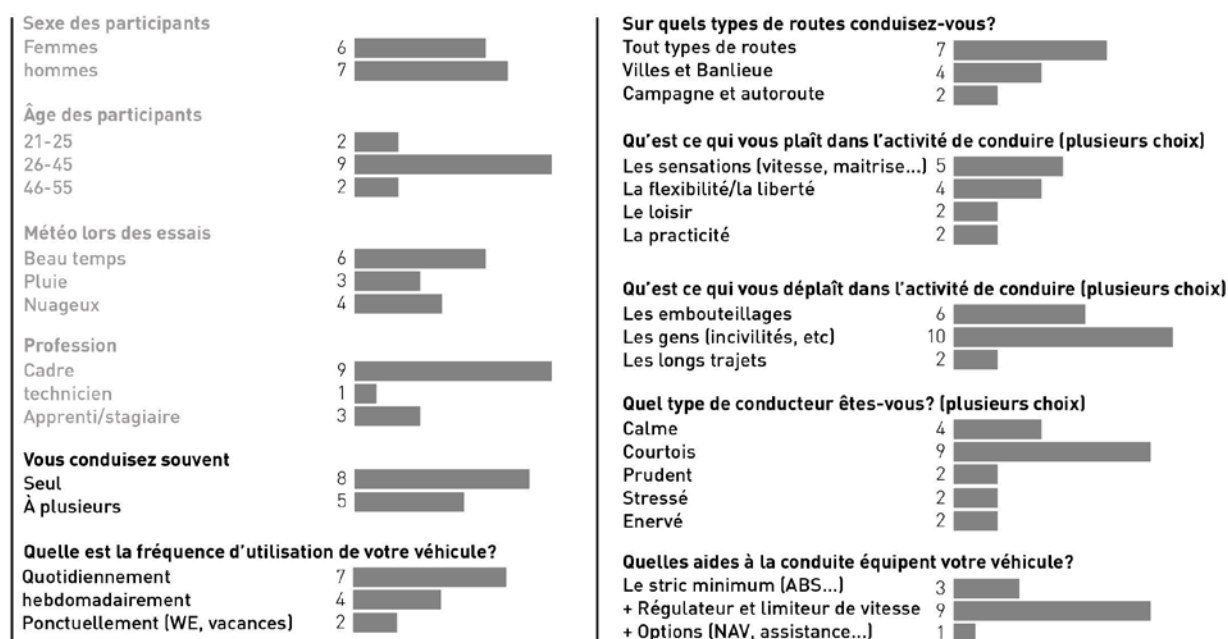


Figure 111 : Résultat du questionnaire posé pendant l'essai sur route

A.4 Exemple de verbatim

Les signaux motivés

Lorsque la communication est abordée par les sujets de l'étude, le Klaxon, les appels de phare, les clignotants, les feux de détresse figurent parmi les moyens d'expression les plus cités. Ils sont cependant constamment associés à un problème d'ambiguïté, du fait d'un usage détourné de leur fonction première (Tableau 31).

Sujet	Verbatim
-------	----------

1	En termes de communication on va pas se faire des signes, on ne les verrait peut-être pas et je pense pas qu'il y ait intérêt. Il y a toujours le Klaxon c'est <i>ça m'a pas l'air très clair</i> la manière de l'utiliser.
3	Ce que je fais c'est que je mets mes warnings pour un mec qui a oublié ses <i>warnings pour qu'il fasse le lien</i> entre « pourquoi il met ses warnings ? Ah bah j'ai les miens.
4	Le Klaxon c'est quand je suis derrière le véhicule pour lui dire de bouger
6	<i>Les gens n'utilisent pas le clignotant de la même manière.</i> Dans la première scène, la voiture est rentrée dans la voie d'insertion avec son clignotant. S'il l'avait pas mis, j'aurais peut-être pas hésité et j'y serai allé franco. S'il avait adopté mon code, <i>ç'aurait été plus clair.</i> Mais le problème c'est que c'est pas suffisamment précis comme infirmation, avec plusieurs codes pour un même signalement, en fonction du conducteur, comment ils ont appris à conduire...
7	Le Klaxon <i>on n'avertit pas forcément une personne</i> , mais tous les autres qui ne savent pas pourquoi
8	Des fois, quand tu fais un signal comme les pleins phares <i>ça peut dire des choses complètement opposées</i> comme « vas-y passe » ou « ne fais rien ».
9	Quand je mets le clignotant, <i>je pense</i> que quand une personne voit un clignotant elle se tient prête à ralentir si vraiment lac personne de devant se rabat. <i>C'est un peu de l'intuition aussi.</i>
10	Aujourd'hui les moyens que j'utilise sont le Klaxon et les appels de phares. Je les utilise pour dire à quelqu'un de passer, assez peu pour remercier. Et même en appuyant doucement je suis gêné parce que <i>je trouve pas ça adapté même si je n'ai que ça pour communiquer à quelqu'un devant moi</i> et à qui je vais essayer de communiquer un message. Ou même derrière. Si tu veux reculer et que le mec bouge pas. Et <i>c'est pas super adapté</i> , parce que le Klaxon a été surtout utilisé pour dire « avance » alors que c'est pas comme ça qu'il est compris.
13	Les warnings, les appels de phare, <i>tu renforces le signal</i> quand le premier ne marche pas

Tableau 31 : Verbatim : signaux motivés

On notera donc que cette capacité d'appropriation et de détournement des moyens de communication existants se fait au détriment de la clarté du message, chacun usant d'un code que l'autre n'appréhende pas systématiquement de la même manière (Tableau 31 ; sujet 8, 10).

De plus, s'extrait des retours des sujets la valence émotionnelle négative des signes perçus, que nous qualifions de verbaux, qu'ils soient émetteurs ou receveurs du signal ; « *Ce qui me gêne dans le klaxon c'est que c'est assez violent* » (sujet 2), « *Le klaxon on est pas sensé l'utiliser à tort et à travers dans n'importe quelle situation. Ça peut surprendre, faire peur à un piéton* » (sujet 10), « *Il a pas dû aimer, mais pourtant j'ai mis mon clignotant... après il est pas de la police, il a pas à me corriger* » (sujet 12). Aussi le klaxon, un appel de phare ou encore un changement rapide des clignotants apparaissent comme des agressions, des intrusions dans la conduite d'autrui. Être témoin d'une conduite non respectueuse ne donne pas droit à correction. Sur ce point de vue, l'avis des sujets est partagé entre le besoin d'exprimer leur mécontentement « *Là il me double par la droite alors que je suis dans mon droit, c'est dangereux, je lui fais un signe des phares quand il me repasse devant* » (sujet 5), et l'inefficacité d'une démarche consistant à tenter de responsabiliser un autre conducteur sur la dangerosité potentielle de sa manœuvre « *dont il a pleinement conscience, mais je pense qu'il s'en fout, il doit être pressé* » (sujet 9).

Les signaux non motivés

Sujet	Verbatim
-------	----------

1	C'est la distance sur laquelle je me base, et il faut aussi voir la manière dont l'autre réagit, juger si la voiture ralentit ou pas [...]. Je me base sur la vitesse de la voiture pour mesurer ses intentions, parce qu'on ne peut pas savoir où la personne regarde.
4	C'est seulement avec le nez de sa voiture qui se projetait vers la sortie que j'ai compris. On m'a appris à regarder les roues et la face d'un véhicule pour savoir où il va s'il n'a pas de clignotant.
5	Je rentre un petit bout de ma voiture pour m'insérer.
6	Je vois les mouvements du véhicule. Pour vraiment comprendre, on communique à travers les véhicules. Tu laisses de la distance.
7	Généralement la voiture zigzague un peu dans la voie, elle va un peu moins vite, tu sens qu'il y a une conduite hésitante, le clignotant se met et s'enlève... Il doit chercher quelque chose et n'est pas en train de vérifier son environnement. Et on peut s'attendre à des mouvements brusques de leur part. C'est une sensation. Tu sais que l'autre ne sait pas.
10	Si elle accélère, je sais qu'elle ne va pas me laisser passer donc j'attends, je vais la laisser passer, et si elle décélère, c'est qu'elle sait que je veux m'insérer et j'accélère.
12	J'ai pu le comprendre parce qu'il a ralenti. Et quand j'ai mis mon clignotant à droite lui ensuite il a mis son cligno gauche et il m'a dépassé. Du coup c'est là que j'ai compris qu'il attendait ma manœuvre pour pouvoir me dépasser.

Tableau 32 : verbatim : signaux non motivés

Les retours des sujets présentés dans le Tableau 32 mettent en valeur l'information non motivée communiquée par autrui. Elle s'incarne par exemple au travers des changements de vitesse du véhicule, son comportement dans une voie, etc.

La relation entre conducteurs, contrainte par le véhicule, a favorisé l'émergence d'une série de méthodes de communication secondaires, qui varient selon les pays, mais sont — en particulier dans les villes — essentielles à la bonne entente entre tous les types de véhicules et de piétons. En tant que conducteurs, les sujets lisent le « langage corporel » des voitures et augmentent les distances de sécurité avec les véhicules dont les comportements sont étranges.

L'attention à autrui

Sujet	Verbatim
1	Après il y a ceux qui te regardent pas du tout et justement qui t'évitent, qui savent que tu es là, et qui doivent se dire « je te vois pas donc tu n'es pas là, j'ai la priorité », « Quand je cherche le regard, j'ai envie de lui dire que « ce qu'il fait c'est pas bien ». J'aimerais bien lui dire parce que le regard ne suffit pas, parfois on ne veut pas me regarder quand je cherche le regard de l'autre.
2	Déjà, je cherche le regard de l'autre pour savoir si je peux m'insérer, s'il est OK.
3	Quand je suis en colère, je cherche le regard, mais quand je suis courtoise aussi, mais pas pour les mêmes raisons.
7	Quand je cherche le regard, j'ai envie de lui dire que ce qu'il fait c'est pas bien. Et comme c'est pas bien, il a un mauvais point. Mais il n'y a pas de note... Bref c'est pas comme ça qu'on conduit, il y a des règles justement, un code tous ensemble, il faut les respecter.
8	Il y a des regards très aimables.
12	Après les signes c'est plus pour les piétons, avec le gars dans la voiture qui te dit d'y aller. D'autres s'arrêtent juste et ça reste implicite. Mais en voiture il n'est pas possible de tout le temps s'appuyer sur le regard de l'autre pour comprendre ses intentions. Parfois, dans des situations où une voiture veut s'insérer devant une autre, le conducteur de l'autre évite le croisement de regard pour prétexter qu'elle n'a pas perçu l'autre, comme une excuse pour ne pas le laisser passer.
13	Quand tu cherches le regard des autres, tu fais un peu appel à leur courtoisie, en te disant que tu leur montres que c'est pas seulement une voiture que tu laisses passer, c'est une personne.

Tableau 33 : Verbatim : l'attention à autrui

Perception d'autrui et interprétation

Dans la plupart des situations intersubjectives, c'est-à-dire dans les situations d'interaction sociale, nous avons une compréhension perceptive directe des intentions d'une autre personne, qui sont explicitement exprimées dans leurs actions et leurs comportements expressifs. Avant que nous soyons en mesure de nous demander ce que l'autre personne croit ou désire, nous avons déjà une compréhension perceptive spécifique de ce qu'ils ressentent, que leurs intentions soient amicales ou pas. En l'absence de signe explicitement motivé et sans possibilité de communication directe, les conducteurs sont donc dans l'interprétation des intentions d'autrui.

Sujet	Verbatim
4	Pour moi c'est pas un problème de communication, <i>ce que tu fais est clair, tout le monde sait que tu veux t'insérer</i> . Grâce à ton clignotant et à la voie d'insertion, le contexte, ils ont d'ailleurs peut-être déjà vu d'autres véhicules devant s'insérer et potentiellement le véhicule derrière toi avec un clignotant aussi.
5	Le clignotant généralement est mis bien en avance donc il sert pas aux gens qui sont derrière. Mais pour les gens qui sont déjà sur le périph ou l'autoroute, ils verront tout de suite <i>et comprendront la situation ; c'est à eux de choisir s'ils te laissent passer ou pas</i> . Et ça dépend aussi des gens qui sont pressés derrière eux.
6	La principale chose, puisque <i>je me base sur plein de petit contrôle</i> , c'est la dynamique, donc à un moment donné si quelqu'un va me laisser passer je vais percevoir qu'il ralentit
7	<i>Je suppose</i> , du fait qu'elle se déboîte. Après <i>je ne peux pas en avoir la certitude</i> . Je dois <i>interpréter son action</i> .
10	C'est aussi la distance de l'autre véhicule par rapport à moi et la manière dont elle varie, comme paramètre important. <i>C'est assez facile d'apprécier si quelque chose s'éloigne ou se rapproche de toi, par rapport à ce que tu fais toi</i> , le type de véhicule que l'autre a... Si tu vois qu'il maintient une distance constante, tu sais qu'il s'est pas trop décidé et tu peux faire ce que tu veux, si tu vois que la distance augmente tu peux le doubler, et s'il se rapproche limite dans tes angles morts et que c'est mort.
11	Là, je sais pas s'il m'a vu, il bouge pas pourtant <i>je pense qu'il sait que je veux le doubler</i> , peut-être qu'il reste sur la voie de gauche pour que je le double à droite.
12	<i>Mais je vois qu'elle te laisse passer, parce qu'elle n'accélère pas, elle roule tout doucement, c'est qu'elle m'a vu</i> . Donc je me suis dit qu'elle était en train de me dire « je le laisse passer, et j'y vais ». <i>C'est une intuition, mais j'aurais pu me tromper</i> .
13	« <i>Et comment tu sais qu'elle ne veut pas te laisser passer ?</i> » – Tu la vois qui détourne le regard comme si elle ne te voyait pas et elle collait l'autre bagnole, en avançant de 5 cm par 5 cm, pour te laisser aucun espace.

Tableau 34 : Verbatim : interprétation d'autrui

La vitesse, le freinage, ou l'accélération sont autant d'éléments primordiaux pour juger et anticiper les actions d'autrui (Tableau 34 ; sujets 6,7, 10). Mais si la dynamique des véhicules peut constituer une traduction de leurs intentions, la régularité de celle-ci peut générer de l'ambiguïté (Tableau 34 ; sujet 11).

Les stratégies d'interaction

Sujet	Verbatim
1	Il y a des gens qui veulent bien te laisser passer, mais qui continuent à avancer donc <i>tu sais pas trop leur intention. Parfois ça me met mal à l'aise.</i>
2	Je suis toujours dans l'évitement de l'accident/l'incident pour faciliter la manœuvre de l'autre.
4	C'est une communication qu'on a instaurée, c'est quelque chose qu'on a intégré ; tu vas sur la voie de dépassement pour faciliter leur insertion. <i>On parle pas même langue. C'est vraiment des codes.</i>
5	<i>On doit inventer nos propres codes à partir de ce qui existe, donc des petits trucs un peu plus codifiés ça peut être sympa.</i> Parce que là on utilise quelque chose qui a une autre fonction, c'est une règle tacite. Tu te doutes fortement que l'autre comprend, si lui utilise un code lumineux aussi... mais on peut pas savoir.
6	Quelque chose de récurrent, c'est quand j'attends au rond-point pour m'insérer et que les personnes ne t'indiquent pas qu'elles vont sortir. Du <i>coup tu t'arrêtes pour rien et ça ça m'énerve.</i> C'est pas dangereux, mais c'est un comportement qui m'énerve.
8	Si je ne m'étais pas mis sur la gauche, il y a sûrement un moment où <i>la personne aurait dû freiner un peu ou on aurait dû avoir un moment de jugement « comment va faire l'autre ».</i> Alors que là en me mettant sur la gauche plus rapidement, <i>lui comprend que je le laisse passer.</i>
9	Normalement, on est deux à savoir que c'est celui qui est dans la voie rapide qui a la priorité. <i>Après il faut voir l'intention des autres.</i> Et ça, c'est sur le moment que ça se voit et sûrement par rapport à la vitesse et le clignotant. Si je peux voir aussi l'orientation du visage... ça aide plus ou moins, mais tu peux avoir un coup d'œil dans ton rétro sans pour autant avoir envie de tourner.
10	Il manque cette information-là aujourd'hui (savoir que nos intentions ont été comprises par autrui, ndr). <i>Le réflexe que j'ai même si la personne ne m'entend pas c'est parler.</i> Après pour transférer cette information justement c'est intéressant.
13	<i>Et avant d'être dans sa situation et d'avoir un choix à faire je bourrine et comme j'ai largement la place d'accélérer j'y vais direct.</i>

Tableau 35 : Verbatim : les stratégies d'interaction

La reconnaissance

Lors de son entretien d'autoconfrontation, un participant a mentionné que l'absence de relation directe (croisement de regard, etc.) complexifiait l'adoption d'un comportement empathique. Si dans les situations sociales de type « face à face », la reconnaissance d'autrui (entendu comme la perception croisée des deux interactants) peut être favorisée par la situation, cette dernière n'est pas reproductible en voiture où la structure de celle-ci dépersonnalise son conducteur. Le comportement d'un conducteur ne peut qu'être interprété, potentiellement de manière biaisée. La distance physique entre les usagers rend difficile l'obtention d'informations complètes sur un événement. Les moyens techniques actuels, détournés comme systèmes techniques de communication interpersonnelle routière, ne se substituent que partiellement aux signaux sociaux nécessaires à une compréhension totale de la situation, qui est une condition de l'empathie. La reconnaissance exige à la fois la capacité de partager l'expérience émotionnelle de l'autre et la compréhension de l'expérience de l'autre.

Sujet	Verbatim
1	J'ai la priorité, <i>mais ça n'empêche pas d'être civil sur la route</i> . Le problème c'est même pas ça : le coté civilité c'est si jamais ne lui il a déjà de l'élan et on arrive au même niveau des fois il arrive au bout de la voie d'insertion et soit il pile soit il accélère un grand coup, mais dans les deux cas c'est pas agréable. Ni pour lui ni pour moi
2	<i>Moi si je laisse passer ça me procure de la satisfaction</i> parce que je me dis que j'ai participé à fluidifier le trafic global. Et si quelqu'un me laisse passer, dans les deux cas j'ai la même satisfaction.
4	Là le Code de la route ne permet pas d'éviter les errances et les risques, elle nous donne juste raison en cas d'accident.
5	Le but du jeu c'est presque qu'il ne s'en rende pas compte et qu'il puisse s'insérer tranquillement. Pour lui, ce qu'il a à prendre en compte c'est « je peux m'insérer parce qu'il n'y a personne sur la voie. <i>Qu'il se rende compte que j'ai fait exprès de ne pas me décaler c'est pas important.</i>
6	<i>Ça illumine ma vie, j'aime bien être comme ça</i> . Et je n'attends même pas ça des autres. Mais un sourire, ça me fait plaisir, <i>j'ai l'impression que le moment que j'ai vécu valait le coup d'être vécu.</i>
8	C'est comme les gens qui te tiennent la porte, <i>ils qui ont la capacité de s'extraire de leur moi pour voir le monde autour.</i>
9	Dans certaines situations (genre situation dense), il y a des fois où tu ne peux pas appliquer le Code de la route à la lettre et tu dois t'adapter à ton environnement. Pour moi les actes de courtoisie priment par rapport à un code de la route stricte, <i>c'est juste avoir du bon sens sur la route.</i>
10	<i>Il faut rester courtois pour ne pas gêner les véhicules. C'est plus simple que je me décale par anticipation.</i>
11	<i>Il y a aussi un intérêt à faire ça pour nous</i> . Et on évite à l'autre de se poser des questions, on évite de devoir subir un potentiel comportement erratique.
12	Je vais pas mettre mon clignotant tout de suite sinon le mec va se dire "il m'a pas vu il va déboiter" et il risque de freiner. Comme dit le Code de la route, si je ne peux pas déboiter là je ne dois pas l'indiquer. Parce que <i>ça peut surprendre l'autre utilisateur.</i>
13	J'adore ça quand il y a un échange de courtoisie. Même s'il n'y a que moi qui le fais, c'est un des éléments qui fait que j'ai plus d'énergie dans la journée.

Tableau 36 : Verbatim : reconnaissance et courtoisie

La reconnaissance apparaît comme un instrument de connaissance des émotions d'autrui, mais endosse également le rôle de référence sociale (nous interprétons les émotions d'autrui comme des commentaires sur des situations ou événements). L'empathie est une projection du point de vue de l'autre. L'attention est tournée non pas sur autrui, mais sur la situation qu'il expérimente (telle qu'on imagine qu'il l'expérimente) (Scheler 1971 ; Pacherie 2004 ; Wondra et Ellsworth 2015 ; Zahavi 2015). Cette projection trouve ses limites lorsque le conducteur recourt à des schématisations identitaires ; par exemple, lorsqu'un conducteur est dépassé par une autre voiture, il identifiera cette dernière comme un autre usager de la route agressif plutôt qu'une personne accompagnant son enfant à l'hôpital. Le fait de ne pas communiquer nous rend "stupide" ou nous donne l'air stupide (il est très difficile de s'excuser pour des erreurs non intentionnelles), monte les conducteurs les uns contre les autres et amène au conflit, exacerbé par l'asymétrie de l'interaction.

Emotions

Sujet	Verbatim
-------	----------

1	<i>Je déteste ceux qui ne prennent pas l'initiative de se dire "je vais le bloquer si je me décale pas".</i>
2	<i>Ce qui me casse la tête c'est pas ceux qui roulent à cette vitesse-là c'est ceux qui sont sur une voie de dépassement où du milieu alors qu'ils devraient être sur la voie la plus à droite.</i>
2	<i>Et quand je double par la droite, je le regarde pour lui dire "OK je peux faire autrement, mais tu fais une connerie quand tu fais ça", parce que cette voie-là sert à dépasser, pas avoir un rythme de croisière. Mais je lui fais comprendre qu'il fait une bêtise. Moi aussi, mais c'est sa faute ».</i>
4	<i>Je me dis qu'à tous les coups il va vouloir se mettre à gauche. Moi-même je me dis que c'est ce que je ferais. Donc il est question d'empathie. Quand je laisse quelqu'un passer, j'ai ce sentiment de satisfaction. Et quand quelqu'un me laisse passer, je trouve ça bien.</i>
5	<i>Je pense qu'une communication vis-à-vis de cette personne est inutile dans notre culture. Il ne comprendra pas ; je suis pas de la police, et lui expliquer qu'il a un comportement dangereux n'apporte rien. Le klaxon, dans ce genre de situation c'est une agression, un appel de phare aussi peut être considéré comme une agression, je vois pas quel moyen nous avons, nous autres conducteurs, que de prendre nos distances vis-à-vis de ce genre de comportement.</i>
6	<i>Quand je fais une erreur, les gens te klaxonnent ou te collent en te mettant les phares juste pour t'emmerder. Ça, je ne le fais jamais parce que c'est l'expression de la colère.</i>
7	<i>Dans ce genre de situation je n'ai aucune envie de communiquer avec lui, parce que c'est compris comme une intrusion dans sa conduite et au Japon ça pourrait peut-être marcher, mais pas en France.</i>
8	<i>Parfois tu as un mec aussi qui arrive comme une balle derrière toi pendant que tu es en train de doubler sur la voie de gauche, qui te fait des appels de phare et qui te colle au cul parce que tu vas pas assez vite pour lui. Sauf que tu es déjà à la vitesse max. Ceux-là j'arrive pas trop à les excuser parce qu'il y a pas trop de logique. Donc du coup je prends un malin plaisir à me rabattre le plus lentement possible. Voire potentiellement je me rabats pas.</i>
9	<i>Et je vais pas faire des appels de phare à chaque fois que j'ai quelqu'un qui s'insère à droite sinon j'ai pas fini.</i>
11	<i>c'est simplement que je comprends pas trop la logique de « je gagne une place », mais bon après ça se rencontre beaucoup surtout en région parisienne</i>
12	<i>Tu n'as pas fait attention à moi avant, mais maintenant tu vas le faire !</i>
13	<i>En province les insertions sont beaucoup plus prudentes, mais ici les gens n'ont pas peur. Il faut s'imposer un peu, parce que si tu ne t'imposes pas tu es un danger presque, il faut rentrer dans le flux.</i>

Tableau 37 : Verbatim : situations génératrices de colère

Attentes des conducteurs interrogés

Sujet	Verbatim
1	<i>Ce que j'aimerais, c'est avoir un système qui permet d'attirer l'attention, voir même d'aller au-delà et laisser un petit message, ça serait top. Quelque chose qui est plus dans le cordial, le courtois.</i>
2	<i>Pour de la communication intervéhicule, on pourrait matérialiser cette communication via un système dans ta voiture. Je l'imagine même pas dans mon véhicule, plutôt à l'extérieur, un peu comme dans les personnages des Sims qui ont une loupiote au-dessus de la tête. J'imagine un message qui serait à l'extérieur du véhicule. Comme les Sims, tu pourrais avoir un rapport plus empathique à l'autre en indiquant ton humeur.</i>
3	<i>C'est un peu chiant pour nous deux parce que ça veut dire que moi je sais que je le gêne, et lui sait qu'il doit accélérer ou freiner pour entrer sur la voie. Potentiellement il sait que dans un des cas il va m'emmerder moi. S'il accélère y'a moyen qu'il coupe mon élan. Dans ce cas-là ce serait plus gênant et ce serait bien de mettre un truc qui dit « je te laisse passer » ou pas, pour éviter une confusion entre les deux conducteurs...</i>
4	<i>Ce qui serait chouette serait d'éliminer cette part d'incertitude liée au fait que quand on est borderline au niveau du Code de la route, dans des situations transitoires (changement de</i>

	file, dépassement). Ce qui est stressant c'est l'incertitude. Et elle pourrait être vaincue grâce à des systèmes. Par exemple on pourrait avoir <i>un système qui soit franc et qui dise « je t'ai vu, je gère la situation »</i> .
5	Il faudrait un clignotant plus sophistiqué. L'actuel est trop basique, trop primitif. Juste pour dire « je veux tourner », <i>mais il faudrait qu'il y ait des informations plus subtiles, comme « je veux tourner sans voir ce qui existe autour », ou encore « je veux tourner, mais je t'ai vu à l'arrière, je gère »</i> .
6	<i>Quelque part il faudrait une récompense pour m'avoir laissé passer, il faudrait qu'il ait à y gagner. S'il accélère, c'est qu'il se sent lésé donc il accélère pour occuper le terrain. Il faudrait qu'il ressente une reconnaissance. La même que moi j'apprécie et qui me donne de la satisfaction. Il faudrait une transaction entre les deux à un moment donné, une transaction éthique, un échange virtuel qui augmenterait des échanges éthiques. Je pourrais lui donner un point parce que nous deux voitures sont proches et connectés, et il pourrait avoir une ristourne sur son assurance.</i>
7	Si tu mets un système qui dit « je vais passer » sur les voitures, tu risques d'avoir des gens qui vont pas vouloir te laisser passer. C'est déjà un peu ce qu'on observe à Paris, les voitures ne mettent pas leur clignotant pour indiquer qu'elles vont changer de voie parce que les autres risquent de ne pas les laisser passer. <i>Il faut trouver la bonne manière de communiquer, sans imposer.</i>
7	Dans notre civilisation <i>on utilise tous des émoticônes</i> . C'est plus recherché que les appels de phare, mais après il faut que ce soit contrôlé parce que tu peux avoir quelqu'un qui t'écrit « pauvre con t'aurais pu me laisser passer ». Ça n'est qu'agréable que si ça se termine par des civilités.
11	Il faudrait que l'autre voiture derrière sache que j'ai mis le cligno, et que du coup <i>elle envoie elle-même à l'utilisateur un signe pour lui dire « attention l'autre va se rabattre »</i> . Pour moi <i>si les voitures étaient plus connectées ça aurait été le meilleur moyen.</i>
12	À horizon un peu plus lointain, <i>ma voiture qui pourrait détecter le fait que quelqu'un me laisse passer, qu'il ralentit pour ça, si j'avais quelque chose dans mes rétros qui me signifierait ça et que c'est le bon moment pour s'insérer...</i>
13	<i>Quand tu as fait une erreur, tu peux laisser apparaître un « oups excuse-moi »</i> . Ça m'embête de pas pouvoir faire ça. Et ça rejoint assez la communication instantanée sur smartphone (une communication instantanée basée sur du visuel et rapide). Ça rentrerait dans les mœurs, et les autres comprendraient. Je me demande si la communication ne permettrait pas de calmer les ardeurs pendant la conduite.

Tableau 38 : Verbatim : attentes des participants

A.5 Limites

Si notre terrain ne visait pas l'exhaustivité, nous tenons toutefois à souligner plusieurs de ses limites. L'étude s'est effectuée sur un temps limité, avec des sujets se sachant observés, ce qui a pu biaiser leur comportement. Accessoirement, nous aurions également pu placer une caméra au niveau des pédales du véhicule des sujets afin de mieux cerner leurs actions sur la vitesse du véhicule selon la situation filmée par ailleurs. Des enregistrements des scènes latérales pourraient également permettre de prendre en compte les contraintes qui s'exercent entre conducteurs évoluant sur des voies adjacentes.

B. EXPERIMENTATION MINIMALISTE

B.1 Consignes d'apprentissages distribuées aux sujets

Utilisateur 0⁹⁸

Phases d'apprentissage :

Consigne 1 :

Durée : 30 secondes

Vous êtes dans un environnement virtuel à 1 dimension en forme de tore, c'est-à-dire que vous ne pouvez aller que de gauche à droite ou de droite à gauche en faisant des mouvements avec votre souris. Si vous revenez du côté opposé à celui que vous dépassez (si vous allez tout à droite et que vous dépassez le bord de la fenêtre, vous réapparaîtrez complètement à gauche, comme dans une boucle). Vous pouvez voir et entrer en contact avec un objet fixe et un objet mobile, et vous voyez votre propre avatar se déplacer. Le but est d'aller au contact de chaque objet afin de vous familiariser avec le dispositif. Par ailleurs, lorsque vous entrez en contact avec un objet –lorsque votre avatar passe sur un objet-, un retour visuel déporté (dans une fenêtre à part sur l'écran de l'ordinateur) apparaît.

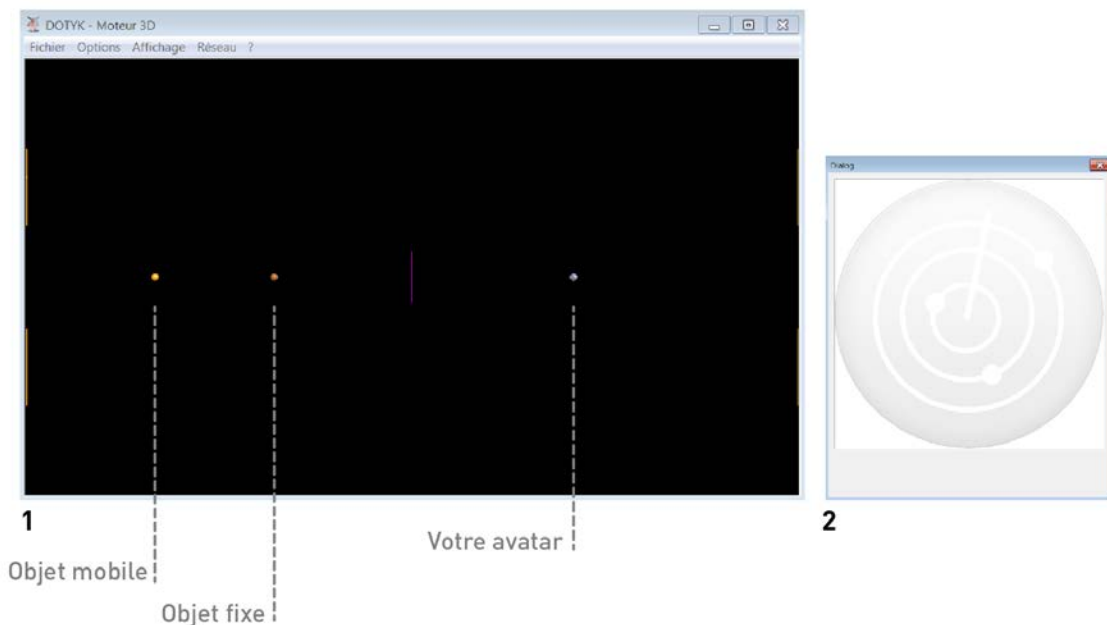


Illustration :

1 : l'environnement de jeu avec les objets visibles

2 : retour visuel déporté s'allumant lorsque vous croisez un objet dans l'environnement

Consigne 2 :

Durée : 30 secondes

Vous êtes toujours dans le même environnement avec les mêmes objets (un fixe et un mobile), mais cette fois-ci vous ne voyez que les objets, et pas votre propre avatar. Le but est

⁹⁸ L'utilisateur 1, qui forme le binôme avec l'utilisateur 0, voit ses consignes 5 et 6 modifiées pour assurer l'équilibre de l'interaction.

également d'aller chercher le contact avec chaque objet, mais sans pouvoir voir votre avatar : vous ne savez pas où vous êtes mais vous avez un retour visuel déporté de la stimulation comme dans la condition précédente.

Consigne 3 :

Durée : 30 secondes

Vous êtes toujours dans le même environnement avec les mêmes objets (fixe et mobile), mais dans cette condition vous ne voyez plus les objets ; vous voyez seulement votre propre avatar se déplacer selon vos mouvements effectués avec votre souris. Le but est toujours d'aller au contact des objets, sans pouvoir anticiper leur position. Un retour visuel déporté est toujours présent lorsque vous entrez en contact avec un objet.

Consigne 4 :

Durée : 30 secondes

Vous êtes toujours dans le même environnement avec les mêmes objets (fixe et mobile), mais dans cette condition vous ne voyez ni les objets ni vous-même. Le but est toujours d'aller au contact des objets, un retour visuel avec les autres objets étant toujours présent au moment du contact.

Consigne 5 :

Durée : 1 minute

Dans cette phase d'apprentissage, vous êtes toujours dans le même environnement virtuel, mais cette fois-ci vous le partagez avec un partenaire. Vous pouvez donc entrer en contact avec lui, de la même manière qu'avec les objets. Lorsque vous croiserez un objet (partenaire ou objet fixe/ mobile), vous aurez un retour visuel déporté confirmant que vous êtes entré en contact avec l'un d'entre eux. Votre partenaire ne perçoit pas de retour visuel de ses propres stimulations ; cependant, il reçoit les vôtres. Autrement dit, dès que vous recevez une stimulation visuelle due au croisement de votre avatar avec un des objets dans l'environnement, votre partenaire reçoit également cette stimulation.

Le but de cette phase d'apprentissage est très important, puisque dans la suite de l'expérience, vous vous retrouverez dans une de ces deux situations : soit vous percevrez vos propres stimulations, soit celles de l'autre.

Consigne 6 :

Durée : 1 minute

La consigne est identique à la précédente, sauf que lorsque vous croisez un objet (partenaire ou objets fixe/mobile), vous ne percevez pas de retour visuel de vos propres stimulations confirmant que vous êtes entré en contact avec ceux-ci ; cependant, vous recevez ceux de votre partenaire. Autrement dit, dès que votre partenaire perçoit une stimulation visuelle due au croisement de son avatar avec un des objets dans l'environnement, vous recevez également cette stimulation.

Idem, le but de cette phase d'apprentissage est très important, puisque dans la suite de l'expérience, vous vous retrouverez dans une de ces deux situations : soit vous percevrez vos propres stimulations, soit celles de l'autre.

B.2 Consignes du protocole

EXPLICATIONS :

Pendant 8 sessions successives de deux minutes, vous allez interagir dans un environnement de jeu identique à celui testé à l'instant, dans lequel se trouvent les éléments suivants :

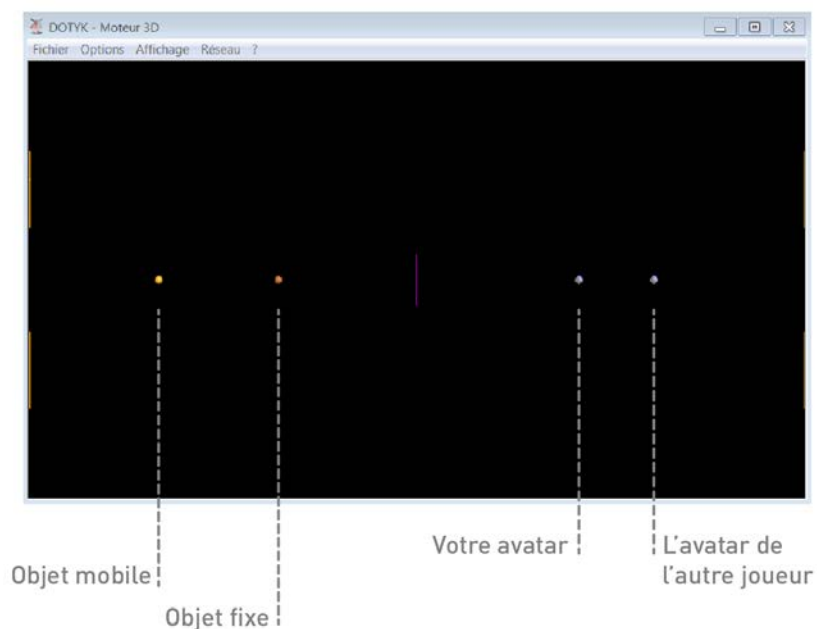


Illustration : Fenêtre de l'environnement de jeu

Pendant chaque session, vous et l'autre partenaire allez avoir, de manière aléatoire, le rôle de suiveur (J2) ou de guide (J1A ou J1B). Chacun de ces trois rôles implique des moyens de perception différents, décrits dans ce document. Dans un premier temps, il vous sera demandé de vous retrouver mutuellement. 30 secondes après⁹⁹, il vous sera demandé, en fonction du rôle que vous avez, de suivre ou de guider l'autre joueur.

Pour les deux joueurs et de manière déportée est affichée une image qui se colore lorsque le joueur suiveur (J2) croise un objet dans l'environnement de jeu :



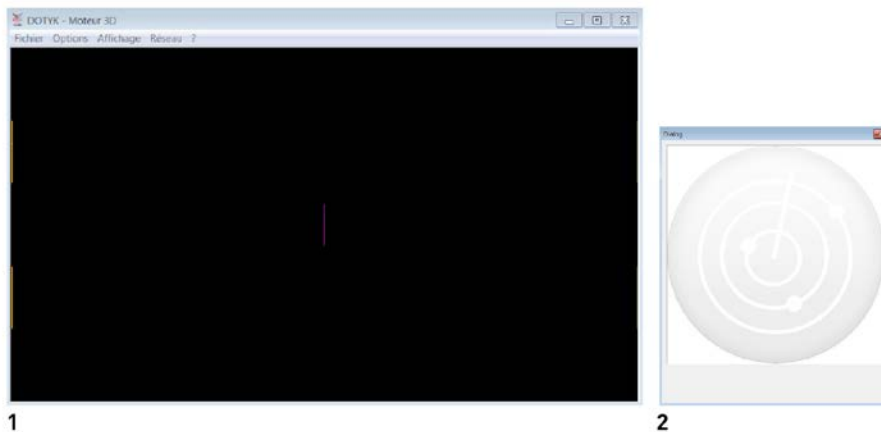
Illustration :

1 : le suiveur (J2) ne perçoit rien dans l'environnement

2 : le suiveur (J2) perçoit quelque chose dans l'environnement

DESCRIPTION DES RÔLES : Le suiveur (J2)

⁹⁹ Si vous ne vous êtes pas retrouvé après les 30 secondes, ce n'est pas grave. Vous aurez juste un peu moins de temps pour suivre / guider l'autre.



Présentation de l'interface du suiveur :

1 : vous ne voyez rien dans l'environnement de jeu

2 : l'image déportée s'allume si vous croisez un objet dans l'environnement de jeu

Dans votre environnement de jeu, vous ne voyez pas directement les objets (objet fixe, objet mobile, votre avatar et l'avatar de l'autre participant) mais vous pouvez les percevoir par le biais d'un retour visuel déporté : l'image (2 sur le schéma) s'allume lorsque vous entrez en contact avec un objet. Sachez que l'autre participant, lui, a également le même retour visuel de ce que **vous** percevez (il observe la même image 2).

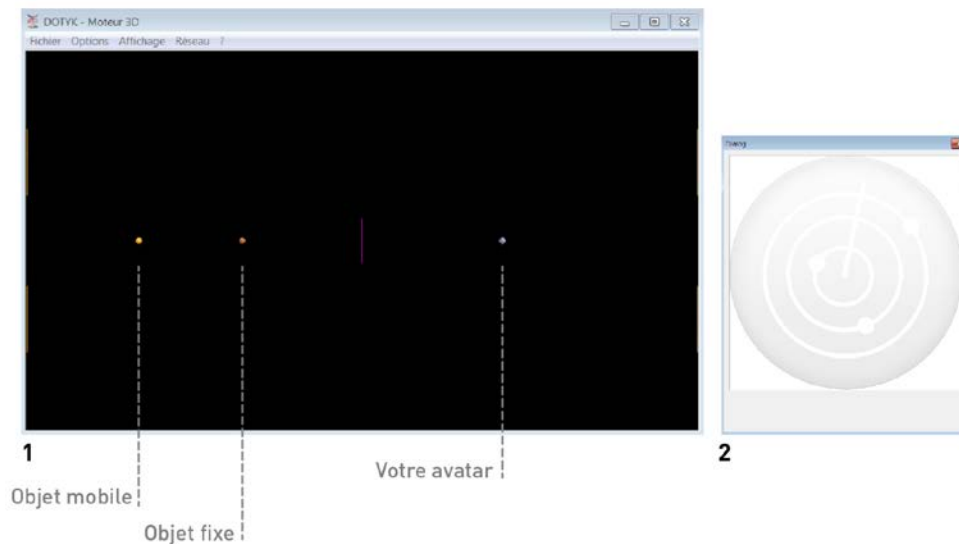
Votre tâche est, dans un premier temps, de trouver votre partenaire, et de vous faire trouver par l'autre partenaire. L'autre participant effectuera la même tâche.

Au bout de 30 secondes, vous entendrez alors une consigne audio dans votre casque « Vous êtes le suiveur », et votre objectif sera de maintenir le contact avec l'autre joueur, et ce le plus longtemps possible. Seulement, l'autre joueur aura pour objectif de vous faire suivre des directions de manière aléatoire et dont vous n'aurez pas connaissance.

Un score vous sera présenté à la fin de chaque essai, correspondant au temps pendant lequel votre avatar a été maintenu en contact avec l'avatar de l'autre participant.

DESCRIPTION DES RÔLES : Le Guide (condition J1A ou J1B)

Pour le guide (J1A) :



Présentation de l'interface du guidr J1B :

- 1 : Vous voyez trois objets dans l'environnement de jeu mais pas l'avatar de l'autre joueur*
- 2 : Le visuel déporté s'illumine lorsque l'autre joueur croise un objet ou vous-même dans l'environnement de jeu*

Dans votre environnement de jeu, vous voyez directement tous les objets (objet fixe, objet mobile, votre avatar) sauf l'avatar de l'autre participant.

Le retour visuel que vous allez percevoir dans la fenêtre déportée (2) correspond à ce que votre partenaire perçoit, c'est-à-dire que vous percevez lorsqu'il rentre en contact (stimulus lumineux allumé) ou non (stimulus lumineux éteint) avec un objet ou vous-même.

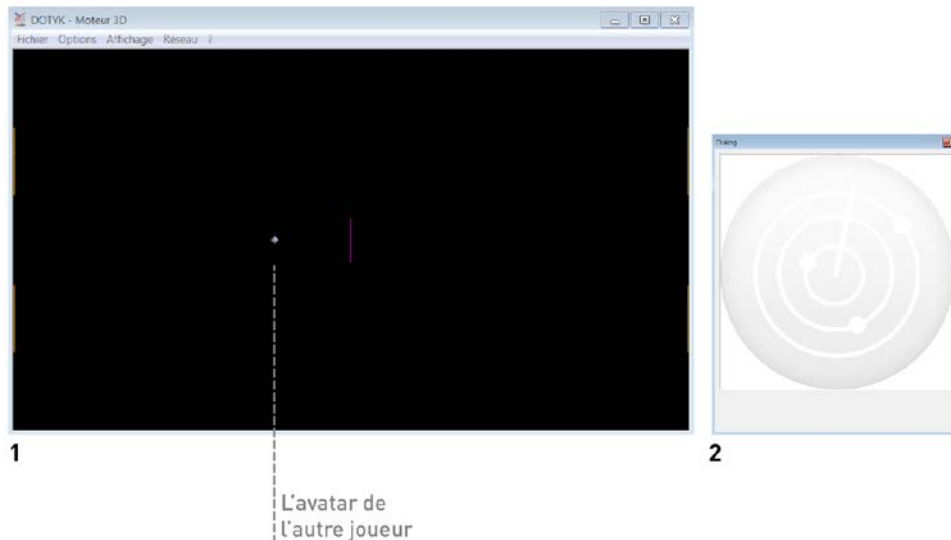
Votre tâche est, dans un premier temps, de trouver votre partenaire, et de vous faire trouver par l'autre partenaire. L'autre participant effectuera la même tâche.

Au bout de 30 secondes, vous entendrez alors une consigne audio dans votre casque («vous êtes le guide», puis une direction à faire suivre), et votre objectif sera de guider/ « tirer » votre partenaire dans la direction (gauche ou droite) qui vous sera indiquée dans votre casque. Le but est d'emmener votre partenaire le plus loin possible dans la direction indiquée (il sera informé de son rôle de suiveur, mais pas de la direction à suivre). Vérifiez qu'il vous suit bien !

Un score sera comptabilisé au long de l'essai, correspondant à la distance sur laquelle votre avatar a été suivi par l'avatar de l'autre participant.

DESCRIPTION DES RÔLES : Le Guide (condition J1A ou J1B)

Pour le guide (J1B) :



Présentation de l'interface du guide J1B :

1 : Vous voyez l'avatar de l'autre joueur dans l'environnement de jeu

2 : Le visuel déporté s'illumine lorsque l'autre joueur croise un objet ou vous-même dans l'environnement de jeu

Dans votre environnement de jeu, vous ne voyez que l'avatar de votre partenaire. Le retour visuel que vous allez percevoir dans la fenêtre déportée (2) correspond à ce que votre partenaire perçoit, c'est-à-dire que vous percevez lorsqu'il rentre en contact (stimulus lumineux allumé) ou non (stimulus lumineux éteint) avec un objet ou vous-même.

Votre tâche est, dans un premier temps, de trouver votre partenaire, et de vous faire trouver par l'autre partenaire. L'autre participant effectuera la même tâche.

Au bout de 30 secondes, vous entendrez alors une consigne audio dans votre casque («vous êtes le guide», puis une direction à faire suivre), et votre objectif sera de guider/ « tirer » votre partenaire dans la direction (gauche ou droite) qui vous sera indiquée dans votre casque. Le but est d'emmener votre partenaire le plus loin possible dans la direction indiquée (il sera informé de son rôle de suiveur, mais pas de la direction à suivre). Vérifiez qu'il vous suit bien !

Un score sera comptabilisé au long de l'essai, correspondant à la distance sur laquelle votre avatar a été suivi par l'avatar de l'autre participant.

B.3 Questionnaires

Questions à poser directement au sujet :

Allumer microphone

Enlever les consignes du bureau pour ne pas que le sujet s'y réfère

Il est possible de préciser à quoi correspondent les conditions J2, J1A et J1B en rappelant au sujet ce qu'il voit dans ces conditions, etc.

Si possible 2 minutes par question maximum, relancer quand le sujet bloque

> Fermer toutes les fenêtres du PC et les rouvrir pour la prochaine session.

Questionnaire à distribuer aux sujets en fin de session :

Questions ouvertes

- Qu'est ce qui s'est passé pour vous dans les deux conditions de guide (J1A et J1B) ?

Essayer de faire verbaliser le sujet sur son ressenti, ses émotions.

- Comment vous y êtes vous pris pour mener à bien les consignes ?

> Pour suivre une direction?

> Pour faire suivre une direction ?

Essayer de faire verbaliser le sujet sur ses stratégies de déplacement, les décrire précisément, la raison de sa stratégie et comment il pense que ses stratégies ont été perçues par l'autre joueur. Vous pouvez rajouter des questions pour insister sur certains points sans fermer les réponses (demander « qu'est ce que... », « Et quand tu fais ça, qu'est ce que tu cherches/attends/imagines... », « Comment tu fais pour... »...)

- A quel moment vous savez que vous êtes en contact avec l'autre joueur ?

Même consigne que la précédente ; « qu'est ce qui te fait dire que... », « Comment tu comprends que... », Aider à décrire les étapes, le processus

- Comment faites-vous pour savoir si l'autre joueur vous a bien reconnu?

Même consigne que la précédente ; « qu'est ce qui te fait dire que... », « Comment tu comprends que... », ...

- Comment faites-vous pour coopérer avec l'autre joueur ?

Même consigne que la précédente ; « qu'est ce qui te fait dire que... », « Comment tu comprends que... », ...

- Qu'est ce que votre partenaire a fait ? Comment vous auriez aimé que l'autre réagisse??

« En quoi c'est important pour toi de... », ...

Questions fermées

• Avez-vous mis en place une stratégie pour trouver l'autre sujet ?

• Si oui, quelle(s) stratégie(s) avez-vous mis en place pour trouver l'autre sujet?

En tant que guide qui voit tout sauf l'avatar de l'autre (J1A)?

En tant que guide qui ne voit que l'avatar de l'autre (J1B)?

• Si non, pourquoi ?

• Avez-vous reconnu une ou plusieurs stratégies de l'autre sujet?

• Quel rôle avez-vous préféré, et pourquoi ?

Suiveur (J2)

Guide qui voit tout sauf l'avatar de l'autre (J1A)?

Guide qui ne voit que l'avatar de l'autre (J1B)?

• Quelles remarques avez-vous à faire sur l'exercice en général ?

Questionnaire à échelle

SUJET (nom/ prénom) :	Cochez la réponse qui vous convient (mettre une croix)			
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
Les rôles suivants sont appropriés pour trouver l'autre sujet				
Le guide J1A (percevant tout sauf le suiveur)				
Le guide J1B (ne percevant que le suiveur)				
Les rôles suivants sont appropriés pour coopérer avec le suiveur				
Le guide J1A (percevant tout sauf le suiveur)				
Le guide J1B (ne percevant que le suiveur)				
Les rôles suivants permettent d'identifier les intentions du suiveur				
Le guide J1A (percevant tout sauf le suiveur)				
Le guide J1B (ne percevant que le suiveur)				
Les rôles suivants permettent de savoir si le suiveur nous a vu				
Le guide J1A (percevant tout sauf le suiveur)				
Le guide J1B (ne percevant que le suiveur)				
Les rôles suivants sont plaisants et ludiques				
Le guide J1A (percevant tout sauf le suiveur)				
Le guide J1B (ne percevant que le suiveur)				

B.4 Exemple de verbatim

Sujet	Verbatim
B1J1	On devait <i>garder l'autre auprès de soi</i> en ayant des directions imposées.
B7J2	J'essaye de <i>faire des mouvements pour montrer que je suis là</i> . Tout passe par le mouvement pour être sûr qu'on est bien ensemble.
B9J2	Je me suis <i>fait piéger par le leurre</i> qui était aussi avec des déplacements périodiques, du coup je pensais être dans la bonne direction.
B10J2	On s'est <i>compris en avançant tous les deux petit à petit</i> . Si les oscillations n'avaient pas de sens en fonction de mes mouvements je savais que c'était l'objet mobile avec qui j'interagissais.
B11J1	Je <i>tâtais</i> à gauche ou à droite.

B11J2	Si <i>je me déplace pas à la même vitesse</i> que le leurre mobile et retours lumineux ne sont pas les mêmes donc ça aide.
B12J1	Si le suiveur allait dans la mauvaise direction il fallait s'arrêter et justement faire en sorte qu'il n'y ait aucun retour lumineux <i>comme s'il y avait un mur</i> , pour qu'il aille dans l'autre sens. Il faut bien <i>faire la différence avec l'objet mobile en adoptant un mouvement continu</i> .
B13J1	J'essayais de voir si <i>mes mouvements étaient synchronisés</i> avec le voyant lumineux.
B13J2	Quand on bougeait, la différence entre la personne et un objet, c'est que <i>la personne venait te chercher</i> . L'objet il aurait continué son truc.
B14J1	C'est vrai qu'avec notre mouvement on peut voir si ça correspond à son signal.
B15J1	On a vite compris que ça servait à rien de faire des gros allers-retours, des grands déplacements. On s'est déplacé doucement jusqu'à trouver une lumière verte et zigzaguer à ce niveau-là pour <i>voir si ça fittait bien</i> .
B17J1	Quand on essaye de <i>rester en contact</i> je sens qu'il essaye de me suivre.
B17J2	L'objet mobile je le déterminais parce qu'il avait <i>un déplacement pas très logique</i> , et si on trouvait un mouvement régulier c'était forcément le coéquipier.
B18J2	J'essayais de rester dessus de lui mais pas trop sinon <i>il risque de penser</i> qu'il est sur l'objet fixe.
B19J1	C'était dur <i>d'attraper son attention</i> . Donc j'essayais de bouger un peu dans tous les sens et dès que je voyais que ça clignotait quand je passais j'essayais de faire des petits allers-retours pour garder le signal et que l'autre voit que je suis là. Mais ce plan était dur à trouver.
B19J2	J'ai pas trouvé le moyen de coopérer parce qu'avec ce fichu leurre mobile je sais même pas si ce que je repère c'est l'autre joueur ou le leurre.
B20J2	L'objet fixe il est facile à trouver mais l'objet qui bouge, qui a <i>un comportement comme si c'était quelqu'un</i> , c'est beaucoup plus dur, je me dit si ça se trouve c'est pas moi qu'il est en train de toucher.

Tableau 39 : verbatim : Compréhension globale de l'exercice par les sujets

Sujet	Verbatim
B1J1	Ce qui est important c'est que lui comprenne ce qu'on a l'intention de faire.
B1J1	Inconsciemment j'ai mis en place une stratégie. Au départ je bouge de manière constante, puis on étudie ce qu'on croise en fonction de ses déplacements. Quand je vois tout j'essaie de pas rester proche des leurres fixes, et de pas avoir le même comportement que le leurre mobile. Je balaye pour voir où est l'autre et dès qu'on le trouve on essaye de l'amener loin des leurres.
B2J2	On avait tous les deux une forme de stratégie où on attend un signal avant de bouger. On était régulier sur nos décalages.
B3J2	J'oscille entre les leurres. La personne risque d'être près des objets parce que je vois des retours qui ne correspondent pas à mes mouvements. Après je vais le chercher et je m'éloigne dans une zone sans objet.
B3J2	Je voyais quand l'autre gravitait autour des objets. Et quand on a un retour sensoriel on peut essayer de se placer loin des objets.
B6J2	En balayant je pouvais savoir comment le trouver. Si je passe sur un des deux objets et que je vois pas qu'il s'allume et que je passe dans une zone vide et qu'elle s'allume, je sais qu'il va être là.
B13J1	Je me plaçais pas sur les objets, comme ça si le voyant lumineux suivait l'objet mobile ça voulait dire que l'autre personne était pas sur moi.
B18J2	J'essayais de rester dans des grosses zones noires, et un moment je sais qu'elle rencontre le leurre fixe, du coup j'essaie de lui faire comprendre en me mettant un tout petit peu à côté que je suis là. Quand elle voyait qu'il y en avait deux quand elle se décalait c'était le gros moment tendu. Si je voyais un stimuli alors que moi je suis dans une zone noire mais que c'est moi qui bouge dessus c'est que c'est forcément elle.
B20J1	Quand je vois tout sauf l'autre, parce que je captais si c'était moi qu'il voyait ou les autres. Je me mettais à un endroit où il n'y avait rien et si ça clignotait c'est qu'il était sur moi.

Tableau 40 : verbatim : Stratégies des guides en condition A

Sujet	Verbatim
B1J1	Mais J1B c'est là où j'étais le plus à l'aise parce que là je voyais comment l'autre bougeait, alors que l'autre même si je voyais tout le reste je voyais pas son avatar donc j'avais peu d'idée de ce qu'il faisait.
B1J2	J'essayais de <i>me placer sur le point fixe pour me repérer.</i>
B2J1	J'ai préféré J1B, parce que <i>une fois que je l'avais trouvé j'avais juste à faire suivre mon curseur sur lui.</i> Et du coup c'était plus simple. J1A et J1B <i>c'est pas le même ressenti,</i> forcément J1A c'est simple parce que je me vois moi, mais comme je devais guider l'autre c'était plus simple de le voir, et me synchroniser avec lui plutôt que l'inverse. J1B, c'était le plus facile. Même si je savais pas où j'étais, <i>c'était plus facile pour moi de faire en fonction de lui.</i>
B2J2	J1B, <i>je peux réagir à chacun de ses mouvements que je vois.</i> Je me base sur ses mouvements. Je peux imaginer où je suis grâce aux signaux. C'est la condition où <i>il y avait le plus d'informations utiles.</i>
B3J2	Si son <i>retour visuel correspond à mes mouvements</i> c'est gagné.
B3J2	En J1B c'est un autre avantage, c'est pour suivre <i>l'autre il suffit d'adopter le même mouvement que lui.</i> Si on se perdait je pouvais rapidement voir où il était allé. Je voyais ses à-coups, je peux les recopier et <i>adopter une attitude similaire.</i>
B4J2	<i>J'ai vraiment essayé de me mettre à sa place</i> (le suiveur, ndr), pour qu'on essaie d'être ensemble au maximum.
B4J2	J'essayais de me mettre sur lui pour voir s'il réagissait. L'autre (J1A, ndr) c'était plus à tâtons, avec des grands mouvements. <i>En J1B je suis plus sûr de moi, de où sont les choses.</i>
B4J2	Je sais les mouvements que je fais, et <i>s'il y a une corrélation entre mes mouvements et les siens c'est que c'est bon.</i>
B5J2	J'essayais d'aller à vitesse constante pour pas le perdre, et quand je le voyais plus je me baladais autour pour le retrouver. Quand je le voyais c'était d'autant plus simple parce que <i>je pouvais voir s'il allait dans la bonne direction ou pas.</i>
B6J2	Quand je ne voyais que lui, j'observais ses mouvements, j'essayais de voir en fonction de ça <i>comment la lumière s'allumait, et comment il réagissait.</i> S'il bougeait et que la cible restait allumée, je me disais que c'était pas lui.

Tableau 41 : verbatim : stratégie des guides en condition B

Sujet	Verbatim
B2J1	Quand je vois mon avatar je vais plus être celle qui va essayer de le chercher. Et <i>quand je me vois pas je vais attendre qu'il me trouve.</i> Si je vois un signal, je bouge pour voir si ce signal correspond à mon mouvement.
B4J2	Pour la suivre je vais doucement quand je l'ai trouvé, et je sais que si je la suis plus c'est qu'on lui a dit de changer de direction donc je fais demi-tour. <i>C'était plus intuitif que calculé.</i>
B5J2	Au départ je parcourais tout dans le même sens, et quand je tombais sur une lumière je m'arrêtais pour voir si c'était un objet fixe ou lui. Le risque c'était qu'il soit immobile et que je parte et qu'il soit encore là. Je me suis dit qu'il faisait comme moi. <i>Je me rends compte en tant que guide que l'autre ne bouge pas pour que je le trouve facilement.</i> Du coup finalement je me suis dit qu'en tant que suiveuse je vais le laisser me trouver aussi. Et quand je vois une lumière je bouge un petit peu pour bien montrer que c'est moi.
B6J1	<i>Quand je suis suiveur, j'attends, je ne bouge pas pour qu'il vienne à ma rencontre.</i> Et dès qu'on me touche je bouge. Quand il était suiveur, il attendait que je vienne à lui comme moi.
B8J2	Quand on est suiveur et qu'on perd le signal on essaye instinctivement d'aller dans la direction opposée à celle où on allait. Si jamais il y a toujours rien, retourner à droite si jamais l'autre avait accéléré d'un coup.
B8J2	J'allais tout le temps d'un seul côté pour essayer de croiser l'autre.

B10J1	J2 c'était marrant, <i>il y avait moins de responsabilités</i> . Dans les conditions de guides vu qu'il faut qu'on montre à l'autre personne la direction dans laquelle aller et qu'elle arrive pas à suivre <i>je me dis « mince je me suis trompé dans la manière de communiquer »</i> .
B16J1	En tant que suiveur, je devais deviner où allait l'autre. Parfois, j'avais un retour lumineux constant. J'allais très doucement, ce qui me laissait penser que c'était la bonne direction, et à un certain moment je ne vois plus que des retours lumineux, des oscillations apériodiques, <i>comme si il me disait que ça n'était plus la bonne direction donc j'avais compris que ça n'était plus la bonne direction, sa consigne avait changé</i> .
B16J2	En tant que suiveur, au début pour le repérer j'ai balayé vite l'écran pour avoir des infos, des retours. Dès que ça restait vert <i>je restais le plus stable possible et dès que je perdais le signal je bougeais un peu pour voir si l'autre avait changé de cap</i> .
B18J1	Suiveur, c'était plus facile, <i>il y avait juste à le trouver</i> . J'arrivais mieux, c'était plus reposant, moins stressant.
B19J1	j'avais pas l'impression d'être responsable.
B19J2	On a un écran noir mais au moins c'est binaire : on trouve ou pas. <i>Ça me perturbe de savoir que les signaux verts c'est pas les nôtres en guide, c'est un peu comme si je réfléchissais en inversé</i> .

Tableau 42 : verbatim : stratégie des suiveurs

Sujet	Verbatim
B1J1	Il faut vraiment essayer de voir ce que lui il a en tête.
B1J2	C'est un peu par élimination.
B2J1	Du coup quand il venait sur moi je bougeais comme pour lui dire « c'est bon tu m'as trouvé, je suis pas le robot ».
B2J2	Je cherchais un signal, j'attendais, voir s'il disparaissait, et si il revenait de manière à peu près régulière et qu'il y avait une réaction à mes mouvements c'est que c'était l'autre joueur.
B2J2	Je reste sur place quand je croise un objet mobile, et je regarde s'il revient sur moi. S'il revient sur moi et qu'il reste pas pendant longtemps, je continue à chercher.
B4J1	L'objet mobile il a sa trajectoire. Alors que l'autre joueur vient un peu plus nous chercher.
B4J1	Les petits mouvements permettent de situer mentalement la place de l'objet fixe, et il reste plus que deux objets à gérer.
B5J1	Dès que je touche quelque chose, je bouge plus. Si ça reste trop longtemps, c'est que c'est l'objet fixe, si ça revient plusieurs fois sur moi, c'est que c'est elle. L'autre joueur a un comportement pas régulier.
B6J2	Quand on se reconnaissait j'ai remarqué qu'il se mettait à bouger de manière très régulière, et je me suis dit « on s'est trouvé ». lui était en train de clignoter pour faire comprendre qu'il m'a trouvé.
B7J1	En condition B je vois son comportement et je peux mettre le mien en coordination avec le sien.
B7J2	On a pas réussi à se mettre d'accord si c'était moi qui le cherchais ou si je devais attendre qu'il me trouve.
B9J2	S'il n'y avait pas de lumière, je me disais que l'autre allait dans la même direction que moi dans la même vitesse.
B11J2	En général le leurre fait un coup à droite, un coup à gauche... alors que celui qui guide fait des balayages orientés vers moi. C'est en fonction des retours, si c'est le leurre il s'en fout il continue son chemin, alors que si elle revenait vers moi...
B13J1	Au début elle a cru que c'était moi et pas l'objet fixe et du coup pour lui dire que c'était pas moi... Je pouvais pas parce que ça restait allumé tout le temps.
B14J2	C'est surtout au début où je pense qu'on s'est mis d'accord sur le fait que ça devait être le suiveur qui se mettait à la recherche du guide. Quand tu as chopé le signal tu essayes de faire juste un petit balayage pour voir si tu perds le signal ou pas. Et on le fait plusieurs fois pour vérifier que c'est pas le fruit du hasard. Au début on avait pas notre stratégie et on se mettait tous les deux à chercher, ce qui en soit rend les choses beaucoup plus dures.
B15J2	Il s'est adapté à mon allure et que donc il m'a reconnu.

B18J2	Tant que tu trouvais pas le partenaire t'étais en mode plus anarchique. Tu as des mouvements qui sont plus ou moins anarchique selon le moment où tu as trouvé le partenaire. Ça a tendance à s'organiser au moment où tu le trouves. Quand on se trouvait, même sans se parler je trouve que ça marchait bien. On avait le système, de se suivre jusqu'à se perdre et dans ce cas on retournait en arrière. On a pas eu besoin de communiquer pour trouver ce système-là.
B19J1	Quand la lumière clignote super vite. Parce que je sais que quand je suis sur un point constant ça veut dire que je suis sur le point fixe, quand ça bouge mais pas vite il y a des chances que je sois sur le point mobile. Mais quand ça bouge très vite je me dis que l'autre raisonne comme moi et que du coup c'est elle.

Tableau 43 : verbatim : trouver et reconnaître l'autre joueur

Sujet	Verbatim
B1J2	<i>Il adapte son allure à la mienne, peut-être qu'il faisait des allers-retours gauche droite pour connaître la direction à prendre.</i>
B2J1	<i>On a adopté les mêmes stratégies donc c'était cool. Parfois on s'embrouille parce qu'on a croisé les leurres mais aussi quand il y en a un qui fait un mouvement un peu brusque en se disant « l'autre va comprendre » mais en fait il ne comprend pas.</i>
B3J2	Oui en condition B je comprenais que l'autre essayait vraiment de maintenir le voyant allumé.
B4J2	<i>J'ai l'impression qu'on s'est dit toutes les deux qu'on devait aller lentement, et quand je voyais qu'elle me trouvait pour montrer que c'était bien moi peut-être que je ralentissais un peu au début pour qu'elle puisse me suivre, et j'essayais de m'adapter à sa vitesse à elle pour qu'on soit le plus en accord possible. Inconsciemment il y a eu cette stratégie.</i>
B5J2	En condition B on voit à quelle vitesse va l'autre, dans quelle direction il va. Je comprenais ce qu'il faisait. C'est à dire que <i>quand il me perdait je voyais qu'il essayait d'aller dans l'autre sens, parce qu'il se disait que j'avais changé de direction. Du coup c'était plus facile pour moi, je comprenais sa logique.</i>
B6J1	<i>J'ai l'impression qu'on a eu la même stratégie ; c'est-à-dire que dès qu'on se rencontrait le suiveur bougeait pas et le guider tournait autour, et une fois ça, le suiveur bougeait à son tour.</i>
B7J2	En J1A c'est difficile de savoir où est le suiveur parce qu'on ne sais pas si il suit l'objet mobile ou si il nous a trouvé, si il a compris qu'on lui a fait un signe, alors que <i>dans l'autre cas on le voit donc on peut essayer d'aller le chercher. Je vois ce que l'autre fait et je peux essayer de me caler un peu sur lui, c'est beaucoup plus simple pour coopérer, c'est le plus approprié.</i>
B10J1	<i>D'abord elle signifiait sa présence, et ensuite elle se déplaçait très lentement dans la direction où il fallait aller.</i>
B14J1	Oui j'ai vu que lui aussi se déplaçait assez rapidement, il faisait en sorte de pas trop se déplacer pour que j'arrive à le voir et <i>il attendait que moi je réagisse quand il changeait de direction, que je me rende compte, que je revienne.</i>
B16J1	À un moment <i>on s'est compris comme si osciller rapidement autour de l'autre voulait dire que c'est faux. Après quand on allait plus lentement ça veut dire que c'était bon.</i> En tout cas je l'ai interprété comme ça parce <i>qu'il a fait la même chose avec moi quand il était suiveur.</i> Je voyais les retours lumineux et il y avait un effet stroboscopique parce que j'allais dans la mauvaise direction. Quand j'allais dans la bonne direction c'était beaucoup plus lisse.
B19J2	Surtout quand je l'ai vu en J2, <i>je n'ai pas compris ce qu'il fabriquait. J'ai vraiment pas l'impression de l'aider parce qu'il va dans la direction contraire.</i> Je dois être rigolote à regarder en suiveuse, je fais n'importe quoi.
B20J2	Elle allait lentement vers la droite et elle revenait vers moi <i>pour me dire « vient ».</i>

Tableau 44 : verbatim : la reconnaissance de la stratégie d'autrui

C. EXPÉRIMENTATION SUR SIMULATEUR

C.1 Support de présentation du concept

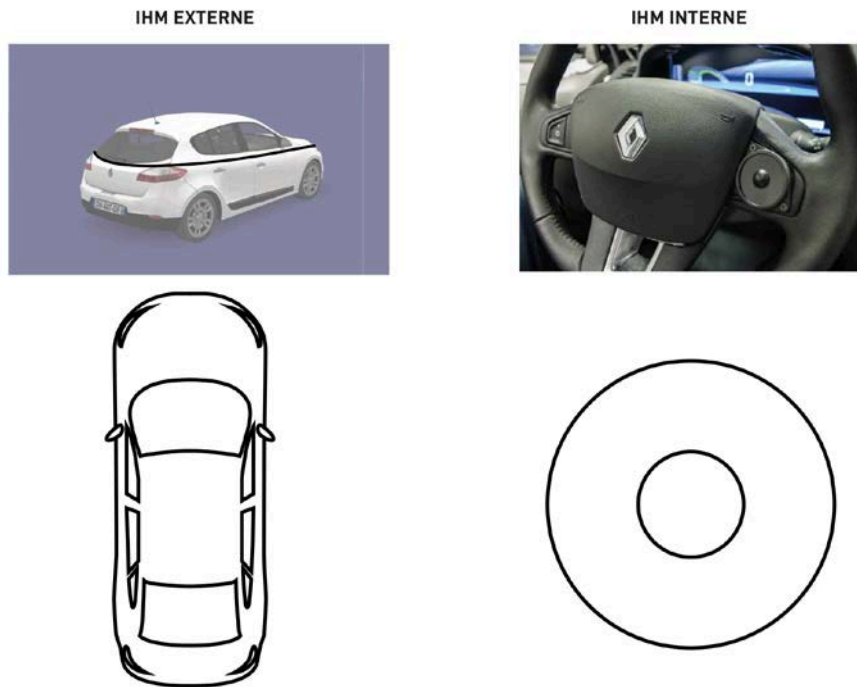


Figure 112 : Support imprimé de présentation du concept au sujet



Figure 113 : maquette de principe illustrant la corrélation entre la position du doigt sur le bouton et la position du point lumineux sur la bande lumineuse



Figure 114 : test du bouton de EyeZ en situation de conduite

C.2 Données complémentaires (visuelle et tactile)

Enregistrement de l'attention visuelle des participants

Le détail des résultats nous permet d'expliciter nos observations préliminaires. Pour commencer, le ratio d'attention des participants sur le rétroviseur gauche tend à être différent pour le groupe 1 et le groupe 2 ($(F_{(3;56)} = 8,009; p < 0,001)$, Figure 115). Nous ne pouvons pas donner de l'importance à cette tendance isolée, qui ne se retrouve dans aucun des autres ratios d'attentions des participants des différents groupes. Il est donc risqué de tirer des conclusions sur ce résultat.

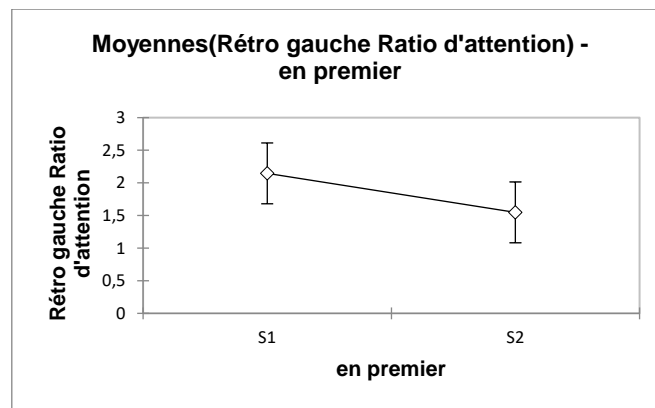


Figure 115 : Le ratio d'attention des groupes S1 et S2 tend à être supérieur pour le groupe S1

Le Tableau 22 montre un effet significatif de la condition. Une fois encore, il est nécessaire de prendre du recul sur ce résultat : en effet, si S1b est significativement différent de S1a et S1c,

cela est simplement dû au fait que les participants n'ont pas eu d'accès aux rétroviseurs pendant S1b (Figure 116)¹⁰⁰.

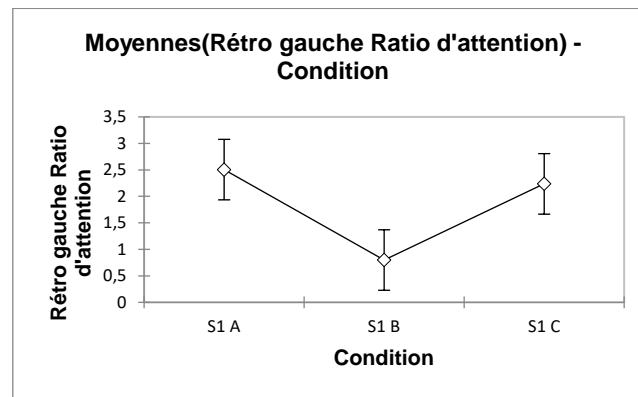


Figure 116 : Le ratio d'attention (rétroviseur gauche) des participants dans le scénario S1b est significativement différent du ratio d'attention des participants dans les scénarios S1a et S1c

Ce résultat indique également que le bouton mis à disposition des participants (S1c) n'impacte pas leur ratio d'attention du rétroviseur gauche par rapport à un scénario de conduite « classique » (S1a).

Ce résultat se retrouve à l'identique pour le rétroviseur intérieur (($F_{(3;56)} = 15,336$; $p < 0,001$), Figure 117), à la différence que le ratio d'attention s'approche plus de zéro que celui du rétroviseur gauche. Cela s'explique par le réflexe de contrôle des participants qui concerne essentiellement le rétroviseur gauche.

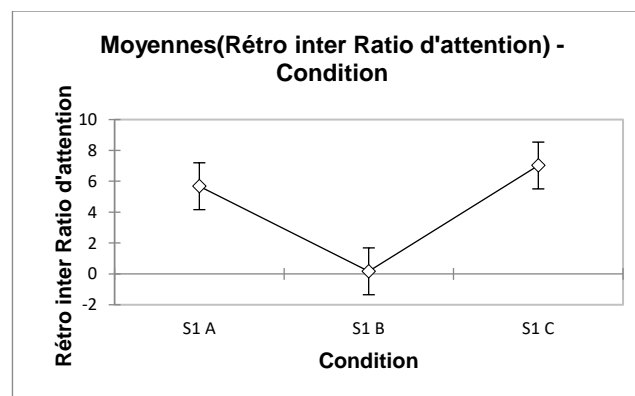


Figure 117 : Le ratio d'attention (rétroviseur intérieur) des participants dans le scénario S1b est significativement différent du ratio d'attention des participants dans les scénarios S1a et S1c

Le cas du rétroviseur droit diffère, car celui-ci est utilisé ponctuellement (voire jamais par certains sujets) et très brièvement (coup d'œil). Notre matériel ne permettant pas une mesure fine de ces données, cela explique l'absence d'effet significatif pour le ratio d'attention de ce rétroviseur.

Enregistrement de l'attention tactile des participants

¹⁰⁰ On notera que malgré l'absence de rétroviseurs en S1b, les participants ont le réflexe d'aller chercher l'information à l'emplacement des rétroviseurs, ce qui explique que le ratio d'attention ne soit pas situé sur le 0 des ordonnées.

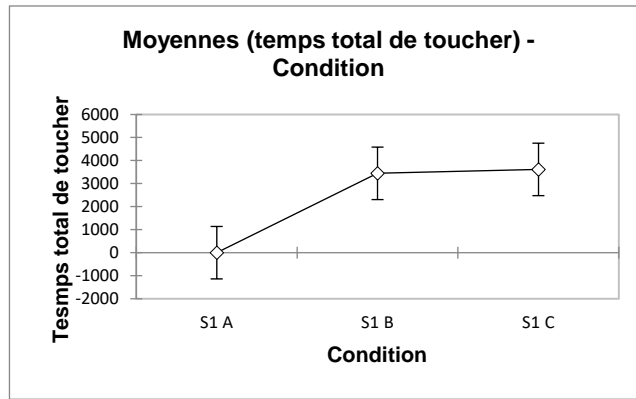


Figure 118 : La moyenne des sommes du temps total de toucher des participants dans le scénario S1a est significativement différente de celles des participants dans les scénarios S1b et S1c

Les données suivantes sont significatives : la somme du temps de vibration à gauche du bouton (($F_{(3;56)}= 4,034$; $p<0,011$), Figure 119), la somme du temps de vibration sur le devant du bouton (($F_{(3;56)}= 5,165$; $p=0,003$), Figure 120), la somme du temps de vibration à droite du bouton (($F_{(3;56)}= 5,459$; $p=0,002$), Figure 121), la somme du temps de vibration à l'arrière du bouton (($F_{(3;56)}= 9,840$; $p<0,001$), Figure 122). Le taux de détection tactile des autres véhicules est donc très similaire entre les scénarios S1b et S1c.

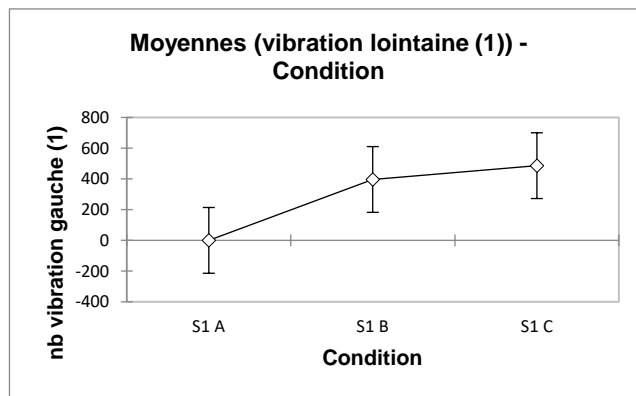


Figure 119 : La moyenne des sommes du temps de vibration lointaine du bouton dans le scénario S1a est significativement différente de la somme du temps de vibration lointaine dans les scénarios S1b et S1c

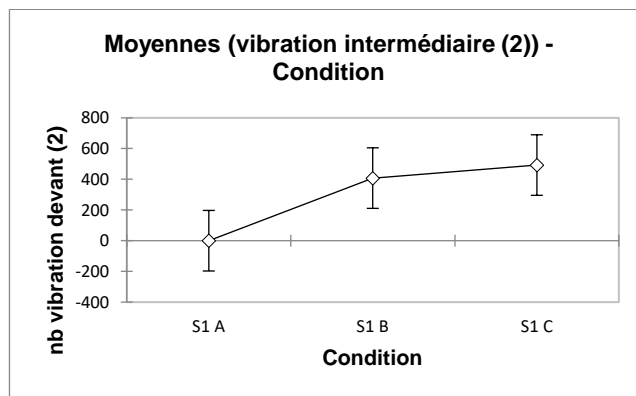


Figure 120 : La moyenne des sommes du temps de vibration intermédiaire du bouton dans le scénario S1a est significativement différente de la somme du temps de vibration intermédiaire dans les scénarios S1b et S1

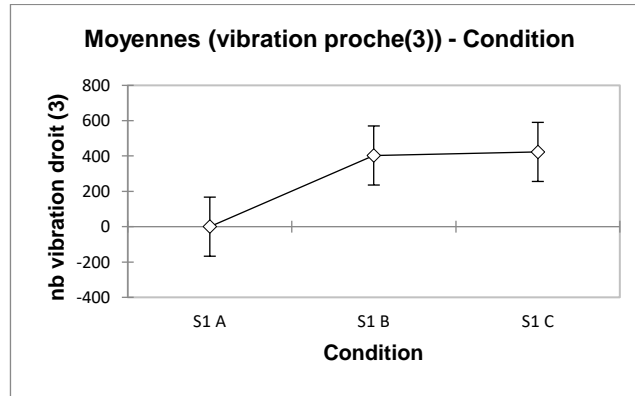


Figure 121 : La moyenne des sommes du temps de vibration proche du bouton dans le scénario S1a est significativement différente de la somme du temps de vibration proche dans les scénarios S1b et S1c

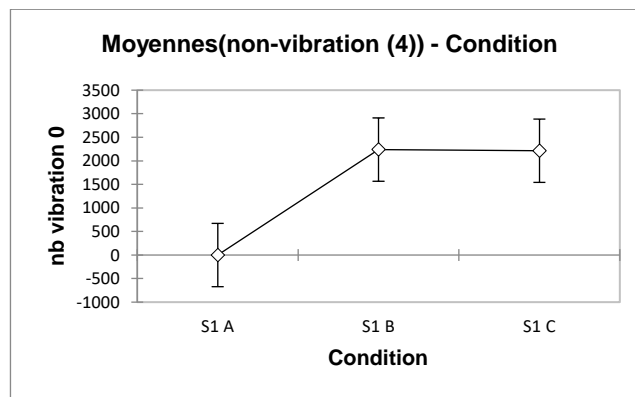


Figure 122 : La moyenne des sommes du temps de non-vibration du bouton dans le scénario S1a est significativement différente de la somme du temps de non- vibration dans les scénarios S1b et S1c

Concernant l'utilisation du bouton en terme de temps de contact cumulé en seconde dans chacune des quatre zones du bouton (avant/droite/arrière/gauche), on note un effet du groupe sur l'utilisation du bouton : les groupes ayant commencé les tests par le scénario 1 (groupe C et D) utilisent plus le bouton sur le côté gauche ($(F_{(3;56)}=5,391; p=0,002)$, Figure 123) . Une fois encore, ce résultat est isolé et il est difficile d'en tirer une conclusion sur la stratégie des sujets selon leur groupe.

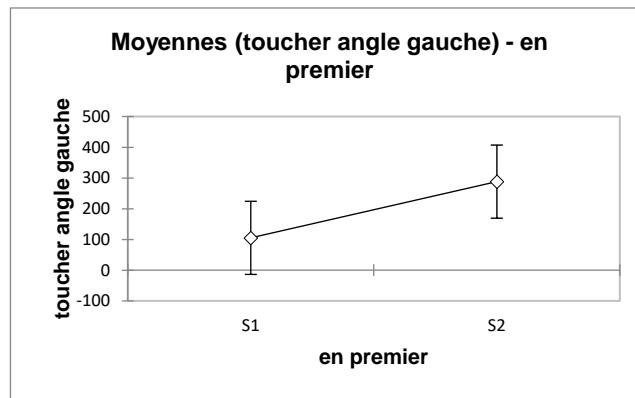


Figure 123 : La moyenne des sommes du temps de contact du doigt des sujets sur le côté gauche du bouton est significativement différente pour les groupes 1 et 2

C.3 Consignes et Questionnaires

Consignes et questionnaires d'un participant du groupe A

Consignes générales

L'étude à laquelle vous allez participer a pour objectif de recueillir vos impressions à propos d'un nouveau concept d'interface

L'expérimentation se déroulera en 2 étapes successives :

La 1ère étape se déroulera dans un simulateur, simulant un roulage sur autoroute, et durera environ une heure, séparée en plusieurs tests. Vous serez amené à donner vos impressions sur l'interface en tant que testeur, ainsi qu'en tant que spectateur, puis répondre à un questionnaire. Un dispositif d'eye tracking sera utilisé pendant cette première partie.

La 2ème partie se tiendra au TCR où nous finirons l'expérimentation par un entretien d'autoconfrontation pour faire le bilan des essais réalisés.

Chacune de ces 2 parties consistera pour vous à répondre à des questions sur votre ressenti en tant que conducteur, afin de recueillir votre niveau de satisfaction et vos impressions.

L'ensemble durera environ 2h, séparée en deux parties (test en simulateur+entretien).

L'ensemble des informations recueillies sera utilisé par Renault uniquement et de manière anonyme.

Apprentissage Simulateur

Consigne : Afin de vous habituer aux spécificités de la conduite sur simulateur, nous vous proposons une session de conduite dans un environnement autoroutier, dans lequel vous serez amené à tester des interfaces ultérieurement.

Scénario S2

Consignes du Scénario 2

Consigne : Dans ce scénario de conduite sur autoroute, des véhicules sont équipés d'une interface externe, sous forme de bande encerclant le véhicule et émettant un signal lumineux.

Ce signal indique la direction vers laquelle le conducteur du véhicule équipé porte son attention.

Il vous est demandé de rouler à 120km/h (vitesse max), de doubler et de vous rabattre dès que possible, en respectant le code de la route.

N'hésitez pas à verbaliser toutes les remarques concernant vos interactions avec votre environnement de conduite et vos impressions sur l'interface externe.

Le traqueur de regard dont vous serez équipé nous permettra de revenir sur certains moments de la session pendant l'entretien.

QUESTIONNAIRE S2

• Quels avantages trouvez-vous au bandeau lumineux ? Qu'est-ce qui vous attire, que vous aimez ?

• Quels inconvénients trouvez-vous au bandeau lumineux ? Quelles sont ses limites, ce que vous n'aimez pas ?

• Auriez-vous désiré avoir d'autres signes de la part des autres usagers de la route ? Lesquels ?

• La vision de l'attention des autres usagers de la route m'a amené à agir différemment
Sur une échelle de 1 à 10, 1= pas du tout d'accord et 10 = tout à fait d'accord

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• J'ai pu anticiper les actions des autres usagers de la route grâce à leur bandeau lumineux
Sur une échelle de 1 à 10, 1= pas du tout d'accord et 10 = tout à fait d'accord

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• A un ou plusieurs moments, j'ai senti que les autres usagers de la route ont -voulu- communiquer avec moi

Sur une échelle de 1 à 10, 1= pas du tout d'accord et 10 = tout à fait d'accord

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• Quand un véhicule utilise son bandeau lumineux, je comprends ses intentions

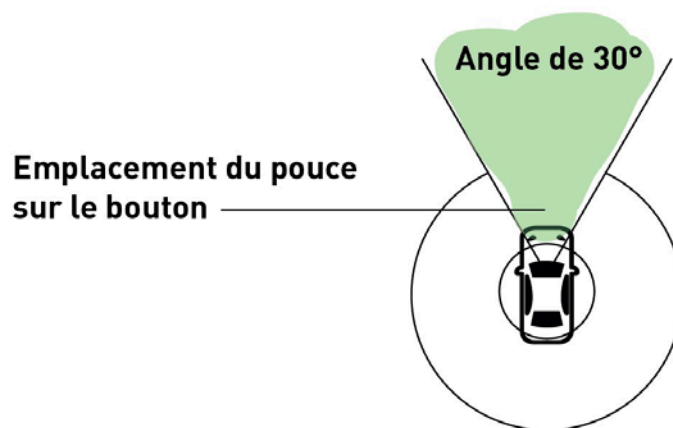
Sur une échelle de 1 à 10, 1= pas du tout d'accord et 10 = tout à fait d'accord

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Apprentissage du bouton

Consigne : Vous allez maintenant tester un concept prospectif, prenant la forme d'un bouton circulaire. Ce bouton, à la manière d'un radar, vous permet d'explorer votre environnement à

360 degrés (La partie haute du bouton correspond à l'environnement qui vous fait face). Lorsqu'un autre véhicule est dans votre environnement, vous pourrez le percevoir via des retours haptiques localisés sur le bouton, à la condition que votre doigt se trouve à la position relative à celle dudit véhicule. Par exemple, si un véhicule se trouve derrière vous, vous recevrez des retours haptiques lorsque votre doigt passera sur la partie basse de votre bouton. Plus un véhicule est proche de vous, et plus le retour haptique lui correspondant sera perçu comme fort. Le premier niveau (alerte) indique qu'un véhicule est à moins seconde du vôtre, et proscriit toute manœuvre, la situation étant jugée dangereuse. Le second niveau indique qu'un véhicule est situé à deux secondes, soit la distance minimale de sécurité. Le troisième niveau indique qu'un véhicule est situé à trois secondes, ce qui vous informe d'une présence mais vous permet de manœuvrer en toute sécurité.



Scénario S1

Consignes Scénario 1

Condition a (visuelle)

Consigne : Vous allez conduire sur une autoroute avec un trafic variable. Dans cette condition, votre véhicule sera équipé de rétroviseurs. Il vous est demandé de rouler à 120km/h (vitesse max), de doubler et de vous rabattre dès que possible, en respectant le code de la route.

N'hésitez pas à verbaliser toutes les remarques concernant vos interactions avec votre environnement de conduite et vos impressions sur le bouton.

Le traqueur de regard dont vous serez équipé nous permettra de revenir sur certains moments de la session pendant l'entretien.

QUESTIONNAIRE CONDITION a (visuelle)

- Dans quel contexte avez-vous utilisé vos rétroviseurs pour percevoir les autres conducteurs ?
- Avez-vous utilisé vos rétroviseurs pour d'autres raisons ?
- Quels avantages trouvez-vous à ce moyen de perception de l'environnement ? Qu'est-ce qui vous attire, que vous aimez ?
- Quels inconvénients trouvez-vous à ce moyen de perception de l'environnement ? Quelles sont ses limites, ce que vous n'aimez pas ?

• Veuillez indiquer votre degré d'accord avec les affirmations suivantes.
 Sur une échelle de 1 à 10, 1= pas du tout d'accord et 10 = tout à fait d'accord

Les rétroviseurs sont difficiles d'accès	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les rétroviseurs diminuent mes capacités de perception de l'environnement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les rétroviseurs sont efficaces pour vérifier/contrôler mon environnement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les rétroviseurs sont pertinents dans tous contextes d'usage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les rétroviseurs sont faciles à utiliser	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

L'usage des rétroviseurs est stimulant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les rétroviseurs sont une source d'amusement lorsque je les utilise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

J'ai confiance dans l'usage de mes rétroviseurs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Percevoir mon environnement via	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

les rétroviseurs est intéressant										
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Les rétroviseurs me donnent envie d'explorer davantage mon environnement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les rétroviseurs permettent de mieux se focaliser sur la route devant moi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les rétroviseurs augmentent mes capacités de perception	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Je sens que je peux progresser dans l'usage de mes rétroviseurs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les rétroviseurs encouragent la coopération, la sociabilité des autres conducteurs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• Selon vous, dans quelle(s) condition(s) cette interface serait la plus pertinente pour percevoir votre environnement ? Plusieurs réponses possibles

- En ville
- Sur route
- Sur voie rapide ou autoroute
- En situation d'embouteillages, quel que soit le type de route
- Sur parking, pour se garer
- Autre : _____

Condition b (haptique)

Vous allez conduire sur une autoroute avec un trafic variable. Dans cette condition, votre véhicule sera équipé de rétroviseurs Il vous est demandé de rouler à 120km/h (vitesse max), de doubler et de vous rabattre dès que possible, en respectant le code de la route. Vous noterez que votre véhicule n'est pas doté de rétroviseur.

N'hésitez pas à verbaliser toutes les remarques concernant vos interactions avec votre environnement de conduite et vos impressions sur le bouton.

Le traqueur de regard dont vous serez équipé nous permettra de revenir sur certains moments de la session pendant l'entretien.

QUESTIONNAIRE CONDITION b (tactile)

- Dans quel contexte avez-vous utilisé le bouton pour percevoir les autres conducteurs ?
- Avez-vous utilisé le bouton pour d'autres raisons ?
- Quels avantages trouvez-vous à ce moyen de perception des autres conducteurs ? Qu'est-ce qui vous attire, que vous aimez ?
- Quels inconvénients trouvez-vous à ce moyen de perception des autres conducteurs? Quelles sont ses limites, ce que vous n'aimez pas ?
- Veuillez indiquer votre degré d'accord avec les affirmations suivantes.
Sur une échelle de 1 à 10, 1= pas du tout d'accord et 10 = tout à fait d'accord

Le Bouton est difficile d'accès	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Le Bouton diminue mes capacités de perception de l'environnement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Le Bouton est efficace pour vérifier/contrôler mon environnement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Le bouton est pertinent dans tous contextes d'usage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Le bouton est facile à utiliser	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

L'usage du bouton est stimulant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Le bouton est une source d'amusement lorsque je l'utilise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

J'ai confiance dans l'usage de mon bouton	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Percevoir mon environnement via le bouton est intéressant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Le bouton me donne envie d'explorer davantage mon environnement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Le bouton permet de mieux se focaliser sur la route devant moi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Le bouton augmente mes capacités de perception	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Je sens que je peux progresser dans l'usage de mon bouton	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Le bouton encourage la coopération, la sociabilité des autres conducteurs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• Selon vous, dans quelle(s) condition(s) cette interface serait la plus pertinente pour percevoir votre environnement ? Plusieurs réponses possibles

- En ville
- Sur route

- Sur voie rapide ou autoroute
- En situation d'embouteillages, quel que soit le type de route
- Sur parking, pour se garer
- Autre : _____

• Selon vous, quelle(s) vitesse(s) est adaptée pour percevoir votre environnement via le bouton ? Plusieurs réponses possibles

- A moins de 30 km/h
- Entre 30 et 50 km/h
- Entre 50 et 90 km/h
- A plus de 90 km/h
- A n'importe quelle vitesse

Condition c (Visuelle et haptique)

Vous allez conduire sur une autoroute avec un trafic variable. Dans cette condition, votre véhicule sera équipé de rétroviseurs Il vous est demandé de rouler à 120km/h (vitesse max), de doubler et de vous rabattre dès que possible, en respectant le code de la route. Vous noterez que votre véhicule est équipé de rétroviseurs et du bouton.

N'hésitez pas à verbaliser toutes les remarques concernant vos interactions avec votre environnement de conduite et vos impressions sur le bouton.

Le traqueur de regard dont vous serez équipé nous permettra de revenir sur certains moments de la session pendant l'entretien.

QUESTIONNAIRE CONDITION c (tactile/visuelle)

• Avez-vous utilisé le bouton lorsque les rétroviseurs étaient disponibles ? Pourquoi ?

• Le bouton et les rétroviseurs entrent en concurrence

Sur une échelle de 1 à 10, 1= pas du tout d'accord et 10 = tout à fait d'accord

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• Pouvez-vous justifier votre réponse précédente ?

• Avez-vous d'autres remarques ?

SYNTHESE

• Le bouton et la vision sont complémentaires

Sur une échelle de 1 à 10, 1= pas du tout d'accord et 10 = tout à fait d'accord

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• Quel est votre niveau d'intérêt pour l'usage d'un bouton pour percevoir votre environnement ?

Sur une échelle de 1 à 10, 1= pas du tout intéressé et 10 = tout à fait intéressé

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Comment avez-vous perçu le fait que l'attention du conducteur via le bouton soit rendue visible à l'extérieur du véhicule ?
- Comment vous positionnez-vous en tant qu'utilisateur du bouton selon les trois catégories suivantes ?

Rejet	« Cette technologie me demande un gros effort car elle est difficile à utiliser. De plus, son utilisation est compliquée à apprendre. Elle m'est inutile et ne me rend pas plus efficace. Elle me fait plutôt perdre du temps. En plus, elle ne me permet pas de réaliser de manière adéquate mes tâches quotidiennes, bouleverse mes habitudes, choque dans mon contexte. »
Acceptation	« Cette technologie me demande peu d'effort, elle est facile à utiliser et à apprendre. Elle m'est utile car elle me rend plus efficace en me faisant gagner du temps. De plus, elle est adaptée aux tâches que j'ai à réaliser au quotidien, me permet de conserver mes habitudes, s'intègre bien dans mon contexte. »
Symbiose	« Cette technologie m'est tellement familière que son fonctionnement ne m'est plus du tout conscient et que sa présence dans ma vie est naturelle. Je pense qu'elle est comme une partie de moi-même. J'y projette un peu de moi. J'ai l'impression que je m'adapte à elle et qu'elle s'adapte à moi. Elle améliore mes capacités et renforce mes compétences. »

- Accepteriez-vous d'avoir ce système dans votre véhicule ?
- Quelles propositions d'amélioration pourriez-vous formuler ?
- Conseilleriez-vous à Renault de continuer à développer le sujet ?
- Souhaitez-vous ajouter un commentaire ?

D. EXPERIMENTATION SUR ROUTE OUVERTE

Cette partie annexe introduit une étude d'observation des interactions inter-conducteurs médiatisées par un dispositif technique. La motivation de cette étude, qui revêt un caractère ethnographique, est de palier à l'impossibilité de faire interagir deux usagers de la route en conditions réelles lors de notre étude sur simulateur (Section III, chapitre 4.2). L'amélioration écologique de cette étude n'a pas pour vocation d'être aussi poussée que l'expérimentation en simulateur mais nous permet d'étudier l'interprétation qui est faite des cinématiques lumineuses affichées sur le bandeau lumineux, d'ouvrir la réflexion sur le futur des IHM externes et de faire le lien avec les travaux actuels de Nissan sur le sujet.

*

D.1 Rappel de l'expérimentation sur simulateur

Notre expérimentation sur simulateur nous a permis de tester en condition de conduite simulée notre IHM EyeZ, prenant la forme d'un bouton circulaire situé sur le volant, lié à une bande lumineuse externe courant autour du véhicule équipé. L'ambition de l'étude était de rendre visible l'activité perceptive d'un conducteur, soit là où ce conducteur porte son attention, et d'étudier l'apport de cette possibilité dans un contexte routier. Nos résultats indiquent que l'intercompréhension avec les autres conducteurs est enrichie, via une dynamique d'interaction productrice d'émotion positive. Également, la valeur du système réside dans la réalité tactilement augmentée grâce à laquelle le conducteur est plus présent sur la route.

Toutefois, deux limites majeures à cette relation inter-conducteurs ont été relevées :

- La première concerne la limite des moyens techniques déployés. Si l'usage du simulateur CARDS nous a permis d'observer l'usage de EyeZ par une vingtaine de participants, ceux-ci n'ont pas pu entrer en interaction pendant leur utilisation du système. L'impossibilité d'intégrer deux sujets dans un même scénario nous a obligés à séquencer l'usage du système (manipulation du bouton – S1a,b,c — et interprétation des signaux lumineux d'un point de vue spectateur – S2).
- La seconde concerne la perception des signaux lumineux dans le scénario S2. Certains sujets ont soulevé leur difficulté à interpréter des signaux très saccadés, dont la trajectoire était techniquement déterminée. Il s'en dégage une impression d'automatisme qui a induit quelques sujets en erreur : « *C'est forcément le conducteur qui fait des signes ?* » (sujet 6) ; « *J'ai pas bien compris pourquoi ça reste sur le côté alors que je suis derrière. Le geste est régulier, on n'est pas sûr que ça soit le conducteur qui fasse le geste.* » (sujet 24).

D.2 Mise en place d'une étude en condition réelle

Le processus de conception de EyeZ ne s'est pas encore suffisamment confronté à une analyse en situation réelle. Si les précédents tests ont permis la validation de nos hypothèses, nous souhaitons maintenant utiliser le design comme moyen d'enquête, c'est-à-dire de création de connaissances au sein de l'activité elle-même, mais aussi pour la construction d'artefacts qui peuvent être étudiés a posteriori.

Cette nouvelle étude empirique vise à s'appuyer sur une situation d'utilisation réelle du dispositif, visant à modifier la relation inter-conducteurs. Bien que l'évaluation de l'interaction des utilisateurs d'un dispositif technique soit très riche lorsqu'elle est réalisée dans un environnement contrôlé, l'approche alternative qui consiste à déployer des prototypes du système en situation d'utilisation réelle est de plus en plus adoptée dans le domaine d'étude des interfaces homme-machine (Brown, Reeves, et Sherwood 2011; Rogers 2011). Hazlewood exemplifie l'étude terrain en y déployant des prototypes « *in the wild* » (Hazlewood, Stolterman, et Connelly 2011) pour y faire advenir une expérience observable.

L'observation est un outil ethnographique qui nous a permis de commencer notre processus de conception itératif. Elle nourrit une nouvelle fois notre réflexion en nous permettant de déceler les points de contact, les freins, les blocages, les attentes des utilisateurs qui sont révélateurs d'opportunités. Elle assure la nécessité de se concentrer sur l'expérience vécue des utilisateurs du système qui rendent les gestes significatifs à travers leur interaction les uns avec les autres et leur environnement matériel (Marshall et al. 2013).

Questions de recherche

Nous considérons que le sens émotionnel se construit à travers le couplage entre les dynamiques d'interaction des sujets, la perception de ces dynamiques et les interactions nouvelles qu'elles rendent possibles. Dans l'expérimentation sur simulateur, deux cas d'usage à valeur émotionnelle ont été identifiés pour le bandeau de EyeZ, : la communication volontaire et l'information « discrète ». Cette expérimentation sur route n'a cependant pas pour vocation de répondre à la demande des participants de l'étude précédente plébiscitant un moyen de communication, mais à contextualiser les usages observés et les comportements des sujets face au bandeau lumineux animé de EyeZ. Nous espérons que la richesse contextuelle de cette étude permettra de faire émerger plus facilement des émotions, potentiellement bridées par la complexité de l'étude sur simulateur.

- Qu'est-ce que le bandeau apporte à l'interaction inter-usagers de la route ?
- Notre dispositif réduit-il l'ambiguïté des relations inter-usagers de la route en évitant la communication littérale et ses dérives ?

Protocole d'expérimentation

Matériel

Afin d'étudier l'émergence du sens donné aux actions des sujets via le bandeau de EyeZ, nous avons intégré celui-ci sur une voiture roulante. Des supports vidéo (caméras situées à l'avant et à l'arrière du véhicule) ont été intégrés au véhicule afin de pouvoir observer les réactions des usagers de la route et de conserver une trace de l'activité du conducteur.

Prototype

Nous avons conçu un prototype¹⁰¹ roulant sur la base d'une Renault Clio, sur laquelle nous avons intégré une bande de LED, fixée à la carrosserie du véhicule (Figure 124).

¹⁰¹ Le terme de prototype concerne un produit en cours de conception, qui peut être considéré comme la base de développement ultérieurs. Ce terme est utilisé dans différents contextes de conception, et peut intervenir à différents niveaux selon les moyens et besoins de l'étude. Dans notre cas, prototyper EyeZ en transformant l'idée en système fonctionnel permet aux utilisateurs d'interagir avec le prototype, aboutissant sur un retour d'informations qualitatif, dont les détails nous permettrons d'aboutir sur des recommandations.



Figure 124 : Prototypage fonctionnel du bandeau lumineux de EyeZ

Cette bande est connectée à un dispositif Arduino (Figure 125) à l'intérieur du véhicule, permettant de contrôler la position de dix LED allumées (Figure 126).



Figure 125 : Dispositif Arduino intégré dans le véhicule, situé au niveau du frein à main et accessible au conducteur pour éviter de contraindre les mouvements du volant avec les fils du système.

Nous précisons que pour des contraintes techniques, le dispositif Arduino ne permet pas le repérage haptique des autres véhicules dans l'environnement. Si le conducteur bouge son doigt, la seule incidence de ce geste sera visuelle (positionnement des LEDs allumées sur le bandeau à une position relative à celle du doigt du conducteur sur le bouton). Ce manquement n'a pas d'impact sur notre étude qui ne consiste pas à une évaluation complète de EyeZ dans un contexte réel. Puisque l'enjeu de l'expérimentation actuelle est d'observer les interprétations inter-usagers de la route

en condition de conduite « réelle », il est important de pouvoir afficher une cinématique lumineuse la plus exacte possible — le côté simulé de l'expérimentation précédente ayant été une barrière dans la projection dans l'usage des participants.



Figure 126 : Le rideau de LEDs allumées, dont la position correspond à la position relative du doigt du conducteur sur le bouton

Scénario

Nous mettons en place deux scénarios de test. Le premier se base sur de l'observation naturelle, qui consiste à observer les comportements d'usagers de la route « naïfs », qui n'ont pas connaissance de l'étude. Si ce terrain permet d'avoir des réactions spontanées, il ne permet pas d'analyser en profondeur les comportements des sujets, l'étude se limitant à l'observation et l'interprétation des personnes croisées.

Pour observer un maximum de sujets dans des situations variées, nous avons déterminé un parcours caractérisé différentes situations de natures variées (passage piéton, feux, croisements, embouteillage, etc.) (Figure 127).

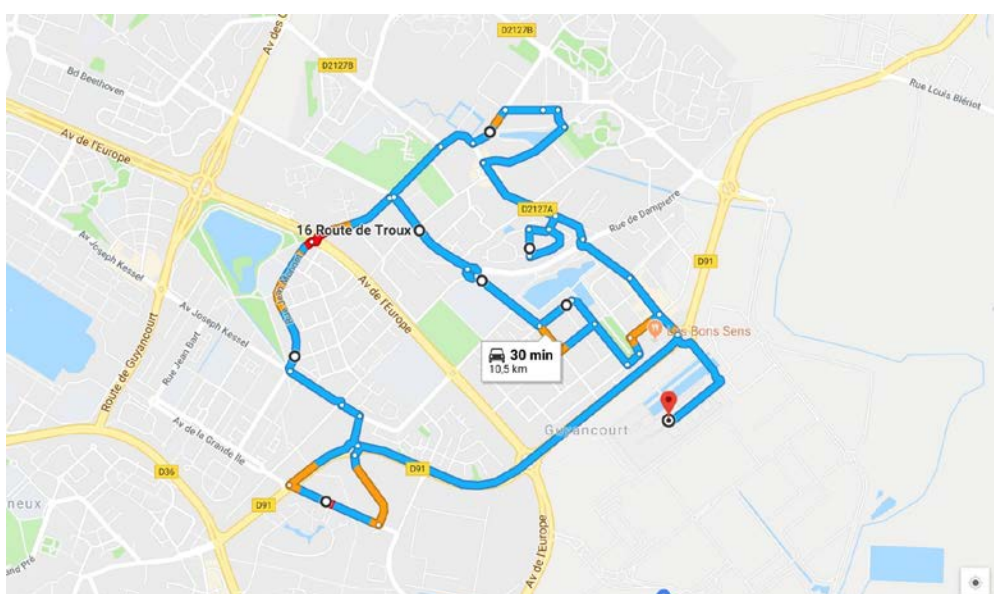


Figure 127 : parcours de test du prototype en condition de conduite réelle

Pour analyser les réactions des usagers de la route confrontés au prototype, nous nous baserons sur les caméras fixées sur la carrosserie du véhicule.

Si l'observation naturelle permet d'obtenir des informations écologiques, elle ne permet cependant pas —dans notre cas — de recueillir l'avis des personnes confrontées au prototype. Pour cette raison, nous mettons en place un second scénario de test décontextualisé, où une dizaine de sujets, informés de l'étude, sont interrogés sur leur interprétation des signaux lumineux affichés via la bande lumineuse du prototype. Cela nous permet d'échanger avec eux directement et d'obtenir des données plus fondées, dans le sens où les sujets sont tous confrontés aux mêmes cinématiques. Des tendances peuvent être ainsi établies.

Pendant cette phase, un questionnaire (questions ouvertes) est soumis aux sujets pour les aider à verbaliser leur ressenti quant au système qui leur est présenté.

Mesures

Étant donnée la nature d'ouverture de cette dernière expérimentation, les mesures effectuées se limitent aux questionnaires soumis au sujet de l'observation scénarisée. Un traitement quantitatif n'est pas envisageable au vu du nombre de sujets sollicités pour cette étude.

Procédure

Participants

Les participants du scénario 1 (sur route ouverte) ne sont pas recrutés. Il s'agit des habitants de Guyancourt réagissant au passage du prototype devant eux.

Dix personnes (quatre femmes/six hommes) ont été recrutées pour participer bénévolement au scénario 2 cette étude, via un questionnaire en ligne. La moitié des participants ont également participé à l'expérimentation sur simulateur. Ces sujets non naïfs ont été sélectionnés selon leurs commentaires lors du test précédent : ils ont émis des opinions fortes d'acceptation ou de rejet du système, et des réserves sur la qualité des cinématiques en simulateur.

Pour des raisons de confidentialité, les participants à l'étude sont tous des collaborateurs du Groupe Renault.

Déroulé de l'étude

Dans le scénario 1, l'expérimentateur est le seul à conduire le prototype en suivant le parcours précédemment présenté. Pour des raisons sécuritaires, un autre expérimentateur a le contrôle du bouton. Nous rappelons que l'objectif de ce test n'est pas d'observer l'usage de EyeZ (cela étant impossible puisque le prototype ne restitue pas de retours haptiques), mais d'observer les réactions à l'introduction d'une IHM visuelle dans un contexte de conduite.

Dans le scénario 2, nous indiquons aux sujets qu'ils vont faire face à un système envoyant des messages qu'il faudra interpréter. Les participants se déplacent tour à tour autour du prototype à la demande de l'expérimentateur. Le but de ce scénario étant de faire ressortir les interprétations du système par les participants dans un contexte neutre (arrêt). Les sujets sont confrontés à six cinématiques différentes, qui couvrent les gestes principaux reproductibles visuellement et mis en place par certains sujets lors du test sur simulateur :

- Balayage de gauche à droite
- Suivi du sujet (Figure 128)
- Suivi irrégulier et oscillant autour de la position du conducteur
- Déplacements erratiques

- Point immobile
- Clignotement du point

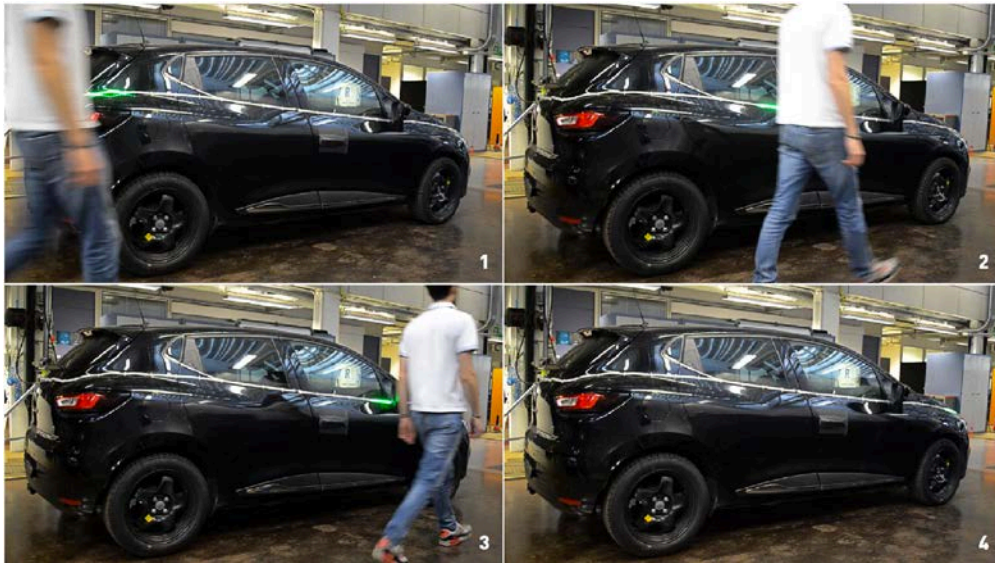


Figure 128 : Cinématique 2 (suivi du sujet) : le ruban de LEDs actives (appelé également « point ») se déplace horizontalement sur le ruban à la position relative à celle du sujet

Pour chacune de ces cinématiques, il est demandé au sujet de répondre aux questions suivantes :

- Au début du test : Qu'est-ce qui vous passe par la tête quand vous regardez cela ? (Projection dans l'usage). Qu'espérez-vous qu'il se passe ?
- Cinématique 1 à 6 : Quelle est votre première réaction à cela ? Quelle est votre interprétation de ce que vous venez de voir ?
- À la fin du test : Pourquoi quelqu'un utiliserait-il cela ? Comment cela se compare-t-il à vos attentes ? Y a-t-il quelque chose que vous voudriez changer/ajouter/supprimer pour rendre cela meilleur pour vous ? Quelle est la première chose que vous feriez si vous aviez ce système ? Si vous vouliez communiquer avec les autres usagers de la route, que feriez-vous ? Qu'est-ce qui pourrait empêcher les gens d'utiliser cela ?

Hypothèses et prédictions

Nous nous attendons à observer les points suivants :

S1

- Les gens ont une attitude positive envers ce concept.
- Dans une communication frontale, les spectateurs (qui voient le bandeau) chercheront la confirmation du message en regardant directement le conducteur
- La communication directe n'est pas forcément une piste à privilégier à cause des déviances qu'elle peut entraîner (attention détournée de la route par la longueur d'un « dialogue visuel », aspect nouveau du système...)

S2

- Le bandeau rend possible la compréhension des intentions d'autrui via la création d'une relation paralinguistique visuelle.
- Les utilisateurs du système proposeront des moyens de communication supplémentaires (smiley, texte, etc.)
- L'interprétation des signaux lumineux est relativement indépendante du contexte de conduite.

- Les participants vont interpréter la précision du signal comme une action de la voiture et non pas du conducteur (automatisation de la cinématique).

Analyse des résultats

Observations et résultats

Scénario 1 (observations naturelles)

La conduite en situation réelle nous a permis de connaître plusieurs situations d'interaction avec les usagers de la route : passage piéton, acte de courtoisie, croisement, changement de file...

Les enregistrements vidéo des caméras, situées à l'avant et l'arrière du véhicule, nous ont permis de faire plusieurs constats. Tout d'abord, la présence de ces caméras, bien que de taille réduite, semble avoir eu un impact sur certaines interactions avec des conducteurs et des piétons. Ainsi, nous avons pu déceler la gêne de plusieurs conducteurs lorsqu'ils découvrent la caméra (Figure 129).



Figure 129 : Vue arrière du prototype. Après avoir remarqué la bande lumineuse dont la cinématique est orientée vers sa position, la conductrice se rend compte de la présence de la caméra et détourne rapidement le regard.

Cette gêne n'a été décelée que peu de fois, dans les situations où le prototype se trouvait à une distance relativement courte des usagers de la route. Il est possible qu'elle ait été commune à la plupart des utilisateurs, toutefois il nous a été impossible de le vérifier, dus à l'intimité conférée par l'habitacle des véhicules.

S'il était compliqué de voir les expressions faciales des conducteurs, il nous a été possible de noter une différence de comportement du véhicule, qui traduit les réactions des conducteurs lors des démonstrations visuelles du prototype. Nous avons pu observer plusieurs comportements, notamment la curiosité, qui a amené plusieurs véhicules sur le point de doubler le prototype à rester derrière lui, ou dans son angle mort pour voir si le point lumineux affiché suivait sa position. **Si ce genre de comportement ludique est lié à l'aspect**

« nouveauté » du système, il reste à noter que celui-ci peut générer des comportements à risque.

Une voiture, qui effectuait une manœuvre pour quitter une place de stationnement, s'est retrouvée bloquée par le prototype qui avait la priorité (Figure 130). Les expérimentateurs se sont entendus pour effectuer un geste de courtoisie et laisser ce véhicule sortir de sa place. Une cinématique de type aller-retour a été effectuée en direction de la voiture. Cette dernière n'a pas su interpréter ce signal lumineux comme étant une confirmation de cette intention et a préféré attendre que le conducteur du prototype prenne la décision d'avancer. Si le conducteur du véhicule a bien eu son attention dirigée vers le prototype grâce à la cinématique lumineuse, il n'a pas su traiter l'information visuelle pour faire un choix. Les signaux lumineux ont provoqué de l'indécision : le conducteur s'est alors référé à la décision du conducteur du prototype.



Figure 130 : Vue avant du prototype. Le véhicule noir attend une action de la part du prototype

Le fait que le prototype ait la priorité a pu également générer de la confusion. De manière générale, cela recoupe les témoignages apportés pendant l'expérimentation en simulateur : **si certains actes de courtoisie restent possibles, lorsque le conducteur réceptif du signal est indécis, il s'en tiendra à la législation en vigueur.**

Ce comportement s'observe chez la majorité des piétons, qui n'ont pas fait attention aux cinématiques lumineuses qui leur étaient adressées. On observe qu'en effet, les piétons ont tendance à ne jeter qu'un coup d'œil très bref avant de s'engager, afin de vérifier si le véhicule s'arrête ou non (Figure 131). Se savoir dans leur droit conforte leur décision à s'engager.



Figure 131 : Vue avant du prototype. Le piéton se base sur sa vision périphérique pour évaluer la vitesse du véhicule, mais ne le regarde pas directement.

À un moment, un piéton a voulu traverser hors des clous devant notre véhicule. Lorsque le piéton s'est engagé sur la route, notre prototype a ralenti et effectué des signes lumineux oscillant en direction de ce piéton. Celui-ci s'est alors ravisé et est remonté sur le trottoir. Un autre piéton, qui a remarqué la cinématique lumineuse qui lui était adressée, a également hésité à s'engager sur le passage piéton bien qu'il soit dans son droit. Il a alors cherché le regard du conducteur pour confirmer l'acte de courtoisie.

On note donc que dans un contexte où le signal lumineux n'est pas « utile », il prend alors un aspect non pas complémentaire aux autres signes traduisant les intentions du conducteur (vitesse du véhicule, signe éventuel de la main...), mais concurrentiel : la cinématique rajoute une information qui est interprétée différemment selon les personnes. Pour celles-ci, la situation doit nécessiter l'attention des usagers de la route pour des raisons sécuritaires pour trouver un aspect fonctionnel à un bandeau orienté « communication ».

Certains usagers de la route se sont montrés plus attentifs aux cinématiques du bandeau lumineux, même si celui-ci ne leur était pas « directement adressé ». Les motards sont les plus à même de repérer ces cinématiques, puisqu'ils sont plus attentifs : leur fragilité sur la route explique ce supplément d'attention. On notera que le comportement des motards, directement accessible visuellement, révèle leur attention et la bonne prise en compte du prototype.

Nous soulignons également que le casque des motards contribue à leur anonymat sur la route. Alors que plusieurs conducteurs proches du prototype ont détourné le regard (au vu des caméras), les motards ont un comportement inverse et suivent la cinématique et répondent aux signaux qui leur sont envoyés (Figure 132).



Figure 132 : Vue arrière du prototype. Le motard répond à la cinématique lumineuse orientée vers lui

Finalement, lors des arrêts dus au trafic, un piéton est venu à la rencontre du conducteur pour demander si le véhicule appartenait aux forces de l'ordre. Il est vrai que les seuls véhicules ayant le droit de disposer d'un signal visuel externe sont les véhicules de police, la gendarmerie, les pompiers, etc. Sans que cette croyance soit généralisable, cela pourrait expliquer pourquoi le véhicule qui sortait de sa place de parking et le piéton qui traversait hors des clous se sont ravisés et ont reporté leur action après le passage du prototype : **si les usagers de la route identifient ce système à un métier faisant autorité, cela génère de l'indécision.**

De manière générale, nos observations corroborent celles de notre premier terrain : **les conducteurs s'autorégulent sur la base de stratégie d'évitement pour éviter des interactions à caractère ambigu.** Ils se basent non pas sur la communication qui intervient en dernier recours, mais sur les signaux comme le comportement du véhicule, qui traduit l'intention de son utilisateur. **Il semblerait que c'est plutôt dans ce schéma que notre système peut avoir de la valeur, non pas en affichant des signaux lumineux encore trop mal interprétés même s'ils restent un très bon support à la communication, mais comme affichage de la direction de l'attention du conducteur.**

Concernant la compréhension des cinématiques par les usagers de la route, les différentes formes de celles-ci ne semblent pas avoir été intégrées, car leur genèse est la conséquence de l'action non concertée d'une pluralité d'individus. Lorsque le contexte ne présente ni danger, ni ambiguïté, il semble ne susciter que peu d'intérêt. Également — et comme cela avait été remarqué lors de notre premier terrain —, **les interactions inter-usagers de la route se caractérisent par leur brièveté, et ne sont généralement pas propices à l'établissement d'une relation.**

Finalement, l'impossibilité d'interroger les usagers de la route rencontrés nous a obligés à mener un travail interprétatif sur leur compréhension du système. Ce manquement d'information sur la perception du système est la raison de la mise en place du scénario 2.

Scénario 2 (observations scénarisées)

À la suite du test empirique routier présenté à l'instant, nous avons sollicité dix collaborateurs du Groupe Renault (dont la moitié avait déjà pris part au test sur simulateur), que nous avons

confronté à différentes cinématiques lumineuses émises par le prototype et détaillées dans le déroulé de l'étude. Si cette partie des sujets peut facilement anticiper ce qui va leur être montré, tous les sujets voient le prototype pour la première fois, et aucun d'entre eux n'a connaissance de la nature des cinématiques ou des questions qui vont leur être posées.

Projection dans l'usage

Nous avons d'abord demandé aux participants de se projeter dans l'usage du système lorsqu'ils le voient éteint. Deux sujets, qui n'avaient pas pris part à l'expérimentation sur simulateur et qui découvraient le système, ont évoqué la possibilité d'un accessoire esthétique : « *Pour moi c'est un truc un peu kéké, c'est juste un accessoire pour la voiture, un néon* » (sujet 1) ; « *C'est esthétique, ça casse les lignes du véhicule. Ça pourrait permettre de donner des indications sur la signalisation, changer de voie, freiner/reculer, ouvrir une portière, faire des lumières en même temps que l'ouverture des vitres* » (sujet 7). Les huit autres sujets ont souligné la possibilité de communiquer, collaborer, et détecter via le l'interface. Les cinq sujets ayant pris part à l'expérimentation sur simulateur ont rappelé l'usage qu'ils ont fait du dispositif lors de leurs précédents essais. Quatre sujets ont stipulé leur attente en termes de colorisation : « *Ça collabore. Il y aurait trois codes de couleur, vert/rouge/orange selon le niveau de danger de l'information* » (sujet 4) ; « *J'imagine des déplacements d'arrière en avant ou l'inverse, des choses qui s'étalent depuis le milieu de la voiture, avec potentiellement différentes couleurs* » (sujet 8) ; « *Peut-être que ce qui va se passer aussi il va y avoir des couleurs ou des intensités qui vont se déclencher en fonction de certaines choses.* » (sujet 9). Unaniment, les sujets attendent du bandeau que celui-ci s'allume et affiche des cinématiques en lien avec le contexte de conduite. Le prototype étant statique pour cette partie du test, les participants s'attendaient à ce que les dynamiques lumineuses correspondent à leurs mouvements : « *[J'attends] qu'il me montre qu'il a vu que j'étais là, le véhicule. A la limite que ça donne l'ouvrant en rouge (fermé), en vert (ouvert) et avoir un zonage pour dire quelle porte est condamnée, etc.* » (sujet 2) ; « *Quand tu te mets en mode autonome, tu fais un truc qui tourne autour de la voiture pour indiquer que tu rentres ou sors du mode autonome* » (sujet 5). À ce stade, les sujets découvrant le concept et n'ayant pas connaissance des études précédentes évoquent une cinématique à l'initiative du véhicule (autonome) et non pas du conducteur. Cela s'explique notamment par la majorité des travaux actuels du Groupe Renault, très orientés sur le véhicule autonome.

Les sujets ont séparément assisté à chacune des six cinématiques. Dans un premier temps, il leur était demandé de rester statique devant le prototype, puis dans un second temps de se déplacer autour de celui-ci afin de voir l'impact de leur position sur la cinématique jouée. Dans tous les cas, l'expérimentateur contrôle les cinématiques qu'il répète pour chacun des sujets, et qu'il adapte en fonction de leur déplacement (dans le cas où la cinématique implique un suivi du sujet). Il n'est à aucun moment fait mention du fait que l'expérimentateur a le contrôle du dispositif lumineux.

Cinématique 1 : balayage latéral

La première cinématique correspond à un glissement du signal lumineux du phare avant gauche au phare arrière gauche, de manière récurrente. À la vue de cette cinématique, les réponses des sujets ont divergé. Si nous nous attendions à la perception d'un signal destiné à un usager de la route se substituant à un geste de la main comme une invitation à passer, les participants ont interprété cette cinématique de manières variées. Certains y ont vu un symbole de rechargement « *Ça recharge, c'est un chargement en statique, et le flux lumineux*

dépend du niveau de charge » (sujet 7); « Il y a un truc en train de charger, un programme qui se lance » (sujet 5). Un autre sujet a parlé de la cinématique comme d'un signal correspondant à un nouveau type de voiture « De base, on voit que ce n'est pas une voiture normale. Il se passe quelque chose. Peut-être qu'elle est autonome. C'est une fonction intelligente ? » (sujet 5). Un autre sujet a également fait le rapprochement avec une fonction automatisée « La voiture prend de la vitesse, elle accélère. Le signe vient de la voiture, automatique » (sujet 4). Un seul sujet a fait le rapprochement avec un geste, mais en l'interprétant non pas comme une invitation à passer, mais comme une intention du conducteur à changer de voie : « C'est comme un clignotant ou un complément, tout le problème c'est de dire "j'ai envie de faire" ou "je fais". Là c'est dire j'ai envie de faire un déplacement latéral vers la droite » (sujet 8).

Nous notons cependant que l'impossibilité de voir la totalité du bandeau lumineux laisse un doute sur le fait que le signal se poursuive hors de portée visuelle des sujets — et que par conséquent celui-ci ne soit pas forcément orienté vers eux —. « Je pense que ça tourne autour de la voiture » (sujet 1); « J'ai pas vu si c'est que sur le côté » (sujet 2).

Cinématique 2 : suivi du sujet

La deuxième cinématique correspond à un suivi lumineux du sujet dans les déplacements qu'il entreprend. Face à cela, la réaction des sujets a été très similaire : « C'est focalisé sur moi ? Je vais faire le con pour voir si ça me suit ou si c'est juste un motif comme ça » (sujet 1). À noter, la remarque d'un sujet portant sur la notion d'intimité, déjà soulevée par un des participants de l'étude sur simulateur qui avait émis le souhait de pouvoir couper le système pour cacher l'information aux autres usagers de la route : « Je suis conscient que la voiture m'a vu, elle arrive à me visualiser. Je me sens surveillé, traqué » (sujet 7). Ce commentaire soulève également un autre point commun à plusieurs autres sujets, à savoir la sensation d'être perçu non pas par le conducteur, mais par le véhicule : « La voiture est consciente que je passe à côté d'elle. Elle m'a perçu » (sujet 5); « La voiture sait où je suis, elle me reconnaît. Parce qu'elle peut être intelligente » (sujet 6).

De manière générale, les sujets considèrent la cinématique lumineuse 2 comme l'expression du véhicule, qui leur indique qu'ils ont bien été perçus par celui-ci : « Je t'ai vu, tout va bien, on est en sécurité l'un l'autre, c'est une cohabitation » (sujet 6). Plus surprenant, si nos résultats de l'étude sur simulateur laissaient entendre que ces signaux extérieurs pouvaient être de l'ordre de la courtoisie, ici il n'en est rien : les interprétations de la majorité des sujets sont de l'ordre de l'évocation d'un danger potentiel, d'une alerte, d'une sommation : « Tu peux donner une indication à des véhicules, que tu vas te mettre en mouvement, que tu montres à un vélo que ça va être risquer, il va avoir le réflexe de ralentir » (sujet 2); « Je vois ça, je décélère, je laisse passer » (sujet 3); « Ça m'interpelle » (sujet 4).

Cinématique 3 : suivi irrégulier et oscillant autour de la position du conducteur

La troisième cinématique est similaire à la précédente, à la différence que les mouvements de suivi du sujet étaient plus amples et, de fait, moins « précis » visuellement. En faisant osciller le point lumineux au niveau du participant, notre ambition était de rendre ce signal moins « automatique » que la cinématique 2. Les sujets n'ont pourtant pas majoritairement noté une action plus « humaine » de par ces hésitations : « Il est en train de scanner, il y a quelque chose, la voiture hésite sur la détection. Mais c'est pas un danger. Ça transmet de l'information pour toi, la voiture qui fait un effort de scan » (sujet 4); « La voiture me fais signe de quelque chose, mais je sais pas quoi. Ça pourrait être un conducteur, ça dépend du contexte » (sujet 5).

Dans un contexte statique, les participants n'ont pas compris la difficulté du prototype/conducteur (dans notre cas l'expérimentateur) à les percevoir dans un environnement où les déplacements étaient lents : « *C'est comme si ça capte pas bien. Ça donne pas l'impression que ça détecte bien, même si tu vois que tu es détecté* » (sujet 2) ; « *Quelque chose me suit, c'est pas calibré sur moi, ça regarde si je me déplace pas en même temps. La cinématique d'avant était précise, là on est dans la recherche d'anticipation du mouvement* » (sujet 1). Finalement, trois sujets ont souligné que la dynamique générée dans cette cinématique soulevait une impression d'urgence dans la dynamique lumineuse : « *Ça pourrait me dire casse-toi il faut que je passe. Il y a une notion d'urgence avec cette dynamique plus pressée, qui arrive près de toi* » (sujet 7) ; « *Ça s'agite comme s'il avait un souci, on veut attirer mon attention, on peut vouloir me dire attention il y a une voiture là. [...] Mince faut que je fasse gaffe, mais j'ai pas compris pourquoi* » (sujet 8) ; « *Ça veut peut-être dire fais gaffe je suis là, mais en même temps c'est pas rouge c'est vert. C'est "tu m'as vu", mais je sais pas du tout quelle est ton intention* » (sujet 9).

Cinématique 4 : déplacements erratiques

La quatrième cinématique correspond à un déplacement lumineux aléatoire courant sur l'intégralité du bandeau lumineux. Cette cinématique est identique à la dernière cinématique du scénario 2 de l'étude sur simulateur. Cette cinématique, dans un contexte statique, a donné lieu à peu d'interprétation par les participants même si certains ont cru reconnaître une récurrence des gestes faisant émerger une signification précise : « *J'ai l'impression que le conducteur est plutôt stable, que le véhicule roule à vitesse constante, j'ai le droit de passer, de doubler. Les signaux sont toujours envoyés par le véhicule parce qu'ils sont constants, il y a un programme derrière* » (sujet 3) ; « *C'est pas limpide, a un moment ça me suggère de passer ? La cinématique assez rapide, plus destinée pour les vélos et les motos ? Mais pourquoi des fois ça stagne à l'avant...* » (sujet 8) ; « *Je me rends pas compte* » (sujet 1) ; « *Ça fait pharmacie* » (sujet 7) ; « *Aucune interprétation. Il se passe quelque chose dans la voiture, mais je sais pas quoi* » (sujet 5).

Encore une fois, le fait de n'avoir un accès visuel qu'à une partie du prototype ne permet pas de bien interpréter des cinématiques exploitant le bandeau dans son intégralité. Nous notons cependant que sur la totalité des cinématiques, seule celle-ci a réellement posé problème en termes d'interprétation. **Les sujets savent donc faire la distinction entre une cinématique non-intentionnelle et une cinématique intentionnelle, même si l'interprétation de ces dernières reste variable.**

Cinématique 5 : point immobile

La cinquième cinématique représente un point lumineux s'allumant à un endroit de la bande lumineuse, entre les deux portières gauches et ne bougeant plus. Les sujets ont traité l'information de trois manières :

- Soit en la considérant comme un bug d'affichage : « *Ça veut rien dire, le néon a déconné* » (sujet 1) ; « *Mais pourquoi elle allume un morceau s'il y a rien ? Elle veut dire quoi ? Elle veut indiquer une direction ?* » (sujet 6)
- Soit en lui conférant une dimension informative liée aux ouvrants du prototype : « *Le signal est trop petit, ça doit faire la taille d'un ouvrant. Si c'est pour donner une indication particulière, autant allumer tout le côté. Là une petite portion c'est pas très parlant [...] Tu sais pas trop comment réagir* » (sujet 2) ; « *Si tu es à l'arrêt, il reste fixe, il peut servir de dispositif pour ouvrir la porte sans qu'il y ait un piéton/vélo en même temps. C'est une communication pour quand tu ouvres la porte. C'est une sécurité vis-*

à-vis des gens » (sujet 4); « *La voiture est ouverte je peux rentrer. Si c'est une autre couleur, ça veut dire que quelqu'un sort* » (sujet 7).

- Soit en la comparant au système d'alerte d'angle mort) : « *C'est lié à l'angle mort parce qu'à ma hauteur si je suis derrière ; c'est une confirmation de blindspot* » (sujet 8); « *Ça me fait penser au blindspot quand je suis à côté de toi* » (sujet 9).

Cinématique 6 : Clignotement du point

La sixième cinématique est similaire à la précédente, mais clignote à une fréquence élevée. De manière surprenante et à l'inverse de la cinématique 4, les sujets (à l'exception du sujet 7) n'ont pas interprété la fréquence d'apparition comme symptomatique d'un problème potentiel : « *Le conducteur me dit de prendre la priorité, il y a pas de danger* » (sujet 3). En effet, il semblerait que ce signal soit associé aux signaux visuels connus effectués via les feux, notamment les clignotants : « *Je le garde dans ma ligne de mire pour voir s'il se rabat pas sur moi : il va décrocher ? Des fois il y a des clignos sur les côtés* » (sujet 1); « *C'est un avertissement, de la détection d'un truc, c'est un clignotant "plus."* ». *Il manque des couleurs pour canaliser l'info* » (sujet 4); « *C'est comme les clignotants, peut-être que c'est associé à un virage ou un truc qu'elle va faire vers la gauche* » (sujet 5); « *J'associe au clignotant, elle veut se déplacer dans cette direction. Elle annonce, demande une permission* » (sujet 6); « *C'est un check, c'est OK ?* » (sujet 9).

Questions ouvertes

Le test s'est conclu par des questions ouvertes. Par leur biais, les sujets ont confirmé que leurs attentes en termes de potentiel d'usage étaient remplies : « *Je suis content de voir que ça bouge, ça permet de dire à quelqu'un que je veux me rabattre quand tu peux pas bouger* » (sujet 1); « *J'ai compris à deux reprises la tentative de me localiser* » (sujet 8); « *Parmi les messages que j'ai compris, il y a des moyens de communiquer autrement qu'avec un klaxon avec les autres c'est intéressant, dire je t'ai vu je vais te laisser la place* » (sujet 9).

On notera qu'à travers ces exemples, les usages divergent selon l'interprétation des sujets. Cela est source d'inquiétude pour plusieurs participants : « *Là ça paraît un peu compliqué, il faut voir quelle est la situation, pour les avertir d'un danger il faut les mettre en rouge, le vert je vois pas trop ce que ça pourrait être. Si c'est une signalisation par rapport à la route ça ferait double emploi avec les clignotants* » (sujet 10); « *J'ai un problème de compréhension, comment ça s'interprète, c'est inutilisable. Des fois c'est trop ambigu, il faut vraiment que ça soit localisé directement, tu peux pas mettre des signaux comme ça, il faut que les gens puissent se raccrocher à des choses qu'ils connaissent* » (sujet 2).

De plus, l'aspect « manuel » du système de commande soulève des questions d'utilisabilité, et la pertinence de l'établissement d'une norme : « *C'est un problème d'interprétation, il faut les homologuer. Si Renault le sort, d'autres vont le faire avec d'autres prestations et on aura plein de voitures psychédéliques et on va plus rien comprendre, ça va devenir un gadget. Il y a un avantage à le lier à la voiture autonome pour laquelle il faut refaire toute l'homologation. Mais on s'éloigne du côté manuel* » (sujet 4); « *C'est trop compliqué ou pas assez clair. Il faut des messages compréhensibles. Il faut que ça soit suffisamment visible* » (sujet 5).

La diversité des cinématiques proposées, pourtant non exhaustives, a surpris les participants, y compris ceux ayant déjà eu un contact préliminaire au cours de la précédente étude. La possibilité de concevoir une interface pour représenter visuellement une cinématique ou une autre, sans risque de détérioration ou de maladresse de reproduction par l'action humaine d'un sujet, a plusieurs fois été proposée : « *L'aspect manuel est compliqué à gérer quand tu*

roules. Il faut pas que ça soit géré par le mec. À la limite pour indiquer je sais pas » (sujet 2) ; « On pourrait avoir le déclenchement des cinématiques en appuyant sur un bouton pour que tout le monde ait la même cinématique » (sujet 4) ; « Il faudrait une norme, sauf si c'est pour un service type taxi, police... » (sujet 7) ; « La difficulté d'avoir une cinématique manuelle c'est d'avoir un code commun avec les autres. Certains vont envoyer des signaux qui sont pas compréhensibles par tout le monde. Il vaut mieux avoir des raccourcis avec des boutons spécifiques pour homogénéiser ces signaux. Il faut une bibliothèque de cinématique. S'il peut y avoir une infinité de signaux et d'interprétation, ça perd de son intérêt » (sujet 4) ; « Et la diversité de langage ? Il faut absolument une norme, un standard, parce que si tu changes de marque de voiture avec pas les mêmes standards de communication, les usagers ne doivent pas apprendre plusieurs grammaires. Il faut une norme très simple à comprendre. Si c'est le conducteur qui doit faire la manip l'ergonomie va être clé. La solution serait une séquence préprogrammée obligatoire pour utiliser le système » (sujet 9) ; « Il faut un langage de base. Si chaque personne fait différemment on va rien comprendre » (sujet 5). Cela nous éloigne cependant de nos intentions de reproduction de l'activité perceptive.

La piste d'amélioration principale concerne l'ajout de nouvelles couleurs pour enrichir les messages : « On peut en rajouter. Rouge = alerte, bleu = pas critique » (sujet 5) ; « Parce que c'est plus pour exprimer mieux les réactions du conducteur, ses intentions, plutôt que le cligno classique. Il faut plusieurs couleurs. Pas des cinématiques, un clignotement en fonction des couleurs (ex : danger : couleur rouge avec fréquence de clignotement élevé. Vitesse stable = vert sans clignotement. Si je propose à quelqu'un de doubler, je clignote avec la couleur verte. Et en cas de décélération intempestive, je vais le mettre en orange » (sujet 3).

Si d'autres formulations d'améliorations du système nous ont été soumises, elles ne concernent pas pour autant l'utilisation d'un langage textuel ou pictural (pictogramme, smiley) comme nous l'avions anticipé : « C'est suffisant pour montrer l'idée » (sujet 7) ; « La communication est non verbale... c'est comme si on créait un regard ou des mimiques » (sujet 9).

Les participants pointent cependant la difficulté de communication sans langage commun établi à tous les usagers de la route : « Avec des LEDS tu vas pouvoir donner une indication que sur une détection, ou un verrouillage/déverrouillage, une indication de la direction dans laquelle tu veux aller, c'est dur d'aller au-delà. » (sujet 2). Un sujet a fait le rapprochement entre le bandeau lumineux et la création d'une relation paralinguistique basée sur des signes lumineux, qu'il compare au morse : « C'est du morse en fait ! Il y a des flashes devant pour faire des signes et dire merci » (sujet 1).

Finalement, la base de l'intention du bandeau — la communication — est bien intégrée. C'est de qui de la voiture ou du conducteur est l'auteur de la cinématique qui est un point de divergence. Ils ont été soulignés par les sujets qui ont imaginé sur la base de leurs interprétations, comment ce système pourrait se généraliser : « Il faut du temps pour que les gens s'habituent à utiliser cette techno parce qu'on peut l'interpréter comme un moyen esthétique qui reflète le comportement du conducteur et son style de conduite plutôt que l'interaction avec l'extérieur [...] Les deux (véhicules et conducteurs, ndr) peuvent l'utiliser. En situation urbaine, c'est plus autonome. En milieu routier, là c'est manuel » (sujet 10) ; « Il y a énormément d'effets possibles, des infos sur l'état d'humeur du conducteur... Mais qui envoie l'info : toi ou la voiture ? » (sujet 7).

Apport

Le scénario S1, par sa nature empirique, ne nous permet pas de vérifier le degré de pertinence de nos hypothèses. Toutefois, les observables nous amènent à considérer que contrairement à nos attentes, **les usagers de la route ne semblent pas avoir une attitude positive envers ce concept**. Nous supposons que l'utilisation d'un signal lumineux dans un contexte où celui-ci n'est pas nécessaire génère de la confusion pour le récepteur du signal.

Des situations équivalentes ont été répétées, et les réactions ont été de différentes natures. Soit le piéton faisait un signe en retour de celui émis par la bande, soit il s'arrêtait pour regarder la cinématique et par conséquent reportait son action. Dans tous les cas, intervenir dans des situations où le rôle des acteurs est clairement établi revient, dans le meilleur des cas, **à créer une situation ludique** (saluer la personne, la suivre). Dans le pire des cas, cela **compromet le bon déroulement des actions interdépendantes les unes des autres**.

Nous avons émis l'hypothèse que dans une interaction frontale (repreons l'exemple du piéton et d'un véhicule lui cédant la priorité à un passage clouté), l'usager de la route allait chercher la confirmation de l'intention du conducteur du prototype émettant un signal lumineux. Comme nos observations nous l'ont montré, le piéton interprète directement les intentions du véhicule par le comportement de celui-ci (si le véhicule freine, le piéton comprend qu'il a été perçu et que le véhicule lui cède la priorité). Cela peut entraîner par ailleurs quelques déviations comportementales : si le conducteur ne semble pas vouloir céder la priorité au piéton, celui-ci peut choisir de faire semblant de ne pas avoir vu le conducteur. Puisqu'il est en droit de traverser, il s'engagera alors en dépit du danger que représente le véhicule, en considérant que celui-ci, voyant qu'il n'est pas perçu par le piéton, ne pourra pas attendre de sa part qu'il se rétracte et retourne sur le trottoir. Le fait de percevoir que l'autre a perçu que nous l'avons —ou pas — perçu nous renvoie aux considérations théoriques tenues en amont de cette thèse. Mais ici, le fait que le conducteur ait vu ou pas le piéton (et le confirme visuellement avec le bandeau dirigé vers ce piéton) n'a alors pas d'importance ; seul le code de la route régit l'interaction (le piéton a la priorité, le véhicule doit s'arrêter). Le bandeau, qui souligne la perception du conducteur sur son environnement est donc inutile dans ce cadre puisque le piéton infère directement que le véhicule va le laisser passer, via son comportement.

Lorsque les rôles de chacun sont déterminés et que les conditions d'actions (code de la route, marge de sécurité) sont intégrées, l'action se déroule sans accroc. Dans de telles situations (qui représentent la grande majorité des interactions inter-usagers de la route), l'ajout d'un signal supplémentaire n'est pas nécessaire pour une interaction déjà conditionnée par les éléments contextuels évoqués à l'instant. Cela va dans le sens d'une autre hypothèse : **la communication directe n'est pas forcément une piste à privilégier à cause des déviations qu'elle peut entraîner, car l'élément le plus important pour établir la confiance et la sécurité est le comportement de conduite du véhicule, évalué très rapidement par les autres usagers de la route**¹⁰².

La question de l'intimité, qui avait déjà été évoquée dans l'expérimentation sur simulateur (« *est-ce que je peux couper le système pour pas que l'autre voie où je vois ?* »), s'est

¹⁰² Ce comportement est propre à la culture française. Il est probable que la mise en place du même test dans un pays différent conduirait à des observations différentes.

également posée au vu de certaines réactions de conducteurs de voiture qui se sont détournés ou qui se sont caché le visage. Nous supposons que ce comportement pouvait être expliqué par la présence de caméra tournée vers les usagers de la route. Mais en croisant ces observations avec les verbatim du scénario 2, **nous nous rendons compte que le suivi des personnes par la lumière affichée sur la bande pouvait être considéré comme intrusif, notamment avec la cinématique 2 qui s'apparente à un « flicage » du participant (sujet 7). Ça n'a pas été pas le cas avec le suivi imparfait (cinématique 3).**

À noter que cette intrusion l'est soit hors contexte (scénario 2, prototype statique), soit dans un contexte où le véhicule est à l'arrêt à un feu, quand le conducteur du prototype « teste » le système. La lumière n'a donc pas d'intérêt « fonctionnel » et s'identifie à un acte de curiosité.

En mettant les participants du point de vue d'un piéton ou d'un passager d'un véhicule face au prototype, le scénario S2 nous a permis d'examiner la capacité de ces participants à interpréter les six cinématiques proposées.

Nous nous attendions à ce que le bandeau rende possible la compréhension des intentions d'autrui via la création d'un rapport paralinguistique visuel. Il émerge du sens des différentes cinématiques présentées, cependant non généralisable. Cela est dû, en plus de la simplicité du signal, à l'absence de contexte (le prototype étant statique). L'interprétation des signaux lumineux est relativement dépendante du contexte de conduite.

Des tendances générales se dessinent : ainsi, les mouvements saccadés sont entendus comme une urgence, les mouvements réguliers et linéaires comme des illustrations visuelles du mouvement du véhicule, et les mouvements localisés comme une information concernant directement l'usager de la route ciblé par le message. Nous notons que la cinématique 4 « erratique » n'a pas été interprétée. Celui implique que **les sujets font la différence entre un mouvement récurrent et un mouvement aléatoire, autrement dit un mouvement contrôlé et intentionnel et un mouvement incontrôlé** : « *J'ai remarqué qu'il y a un certain affichage non homogène, ça vient d'un mouvement humain* » (sujet 5).

En termes de précision, nous nous attendions à voir que les participants fassent une distinction nette entre mouvement « automatique » et mouvement « manuel », soit une différence entre un signal dont le conducteur du véhicule équipé serait à l'origine, et un signal automatisé contrôlé par un véhicule autonome. Plutôt qu'une distinction Homme/Machine, les participants ont préféré valoriser une distinction entre intention et action. Cette distinction les a amenés à réfléchir à de nouvelles prestations complémentaires, notamment un second niveau de clignotant.

Si les cinématiques sont perçues comme l'annonce d'une intention, cela pourrait expliquer pourquoi certains piétons du scénario 1, confrontés à notre prototype affichant une cinématique lumineuse, ont préféré ne pas traverser : sans doute ont-ils interprété le signal comme un avertissement précédant une action du véhicule. Cette suggestion s'illustre dans le scénario 2 : « *C'est un truc qui se passe dans la voiture, soit associé à ce que le conducteur ou la voiture va faire ; je garde mon attention sur la voiture en attendant que quelque chose se passe. Je me dis qu'il y a quelque chose qui va se passer au niveau du véhicule* » (sujet 5).

Nous avons également souligné la possibilité que les participants du scénario 2 soient en demande de moyens de communication supplémentaires, plus littéraux et appartenant à des repères connus et généralisés (langage textuel, langage figuratif). Si les participants ont estimé qu'un nouveau langage visuel pourrait être nécessaire pour communiquer avec les autres usagers de la route, leurs suggestions ont essentiellement porté sur l'ajout d'un code couleur à la bande, qui leur semble suffire à établir la base d'un nouveau langage —tant que

celui-ci est normalisé. Le principe de code couleur a donc plusieurs fois été évoqué, avant même la démonstration du prototype. Cela ressort également des recommandations faites à l'expérimentateur par plusieurs sujets pendant l'étude sur simulateur.

Limites

Plusieurs limites à cette étude mettent en perspective les résultats obtenus. Il nous a été impossible d'interroger les usagers de la route croisés pendant notre terrain d'observation (S1). Le scénario 2, s'il nous a permis de vérifier l'émergence d'une compréhension commune inter-participants, n'a pas tenu compte de la dimension « touchante » de l'information affichée sur le bandeau. Également, le fait d'être en statique pendant cette phase du test n'a pas permis de contextualiser l'information, appuyant du même coup son importance. Ensuite, l'acceptation et l'appropriation d'un système nouveau s'étudient sur la durée. Si certains participants ont pu apprécier l'aspect novateur du prototype, cela peut être dû à l'aspect « nouveauté » du système. Il serait judicieux de confronter les participants au système à plusieurs reprises, et examiner les résultats à plus long terme que l'étude actuelle. Les participants étant tous français, la question de la différence culturelle et la compréhension autres des signaux ne s'est pas posée. Pour finir, si plusieurs tendances se dessinent et nous permettent de mettre en perspective notre formalisation actuelle, le panel réduit de participant ne permet pas de généraliser les informations enregistrées.

Conclusion

Cette étude annexe teste de manière empirique l'affichage de cinématiques lumineuses dans un contexte de conduite urbaine. La possibilité de communiquer avec les autres usagers de la route, si elle était demandée par les sujets de l'étude sur simulateur, n'est dans l'usage que peu utilisé/utilisable. Les affichages lumineux actuels (phares, clignotants...) sont des signaux à destination d'autrui à vocation sécuritaire. Ainsi, l'interprétation qui est souvent donnée à notre bandeau semble avoir la même portée.

Les sujets font une distinction entre une activité que l'on pourrait donner comme contrôlée par le véhicule, et une activité dont le conducteur est à l'origine, mais cela n'est pas clair pour tous. Certains participants ont proposé de limiter les possibilités d'affichage afin de cadrer les signaux affichés et d'harmoniser ces derniers pour tous les conducteurs en créant une IHM dédiée, selon le principe de « un bouton = une cinématique ». Pour autant, un apprentissage reste nécessaire et implique une norme inter-constructeurs, un code à intégrer.

Nous pouvons conclure en soulignant que si le bandeau, en évitant les dérives de la communication littérale, peut être un support à la collaboration inter-conducteurs. Cependant, son appropriation peut amener à des interprétations différentes. Contraindre la liberté d'action du conducteur sur cette interface facilite la compréhension des intentions d'autrui sur la base d'un nouvel indice visuel, mais ce dernier n'est pas une activité perceptive. **Si la communication inter-conducteurs est une piste intéressante pour considérer l'évolution de la relation inter-conducteurs sur la route, elle s'éloigne toutefois de notre visée intentionnelle (et de nos champs théoriques). La relation « touchante » nous semble avoir plus de potentiel pour susciter des émotions positives inter-conducteurs.** Lorsqu'un nouveau paradigme de conduite est étudié, le rapprochement avec le véhicule autonome est immédiat. La relation inter-conducteurs ne déroge pas à la règle. Reste à savoir si cette tendance peut avoir un intérêt dans ce cadre-ci. Plus qu'un type de signe ou de symbole, une toute nouvelle langue pourrait devoir être développée afin de faciliter la relation entre véhicule autonome et véhicule « classique ».

Les attentes et les imaginaires liés au véhicule autonome sont très présents. Mettre le signal sur la route nous a convaincu d'une chose : **les usagers de la route ne sont pas prêts à voir un signal et l'intégrer dans leur fonctionnement au quotidien si celui-ci n'est pas préalablement déterminé pour des cas d'usage précis, avec un langage reconnu.**

Ouverture

La piste privilégiée pour faire suite à nos recherches est la conception d'un prototype intégrant le retour haptique sur le bouton correspondant à la position des autres usagers de la route. Déjà réalisée en simulateur, la reproduction de l'expérimentation sur route implique l'utilisation de capteurs coûteux, ce qui nous a amenés à privilégier notre solution technique intermédiaire. La piste du développement d'un prototype aussi abouti reste à privilégier pour étudier la dimension touchante de l'interaction inter-individuelle qui a émergé des résultats de l'expérimentation sur simulateur. Cela nous permettrait de tester l'influence positive de la compréhension des intentions d'autrui sur la base d'un signe non intentionnel, même si nous gardons à l'esprit que la mise en place des conditions d'observation de tels phénomènes reste complexe.

Une autre piste a émergé de notre dernière étude et peut être envisagée. Celle-ci est moins axée sur la résultante émotionnelle de la relation inter-conducteurs mais fait échos à d'autres travaux sur le véhicule autonome.

La e-IHM comme support de communication

Nissan a récemment fait part de ses travaux en matière d'IHM externe, dans le cadre du développement du véhicule autonome. La question de l'interaction socialement acceptable d'un tel véhicule avec son environnement, notamment les autres usagers de la route, pose question : comment traduire les pratiques sociales observables en algorithmes lorsqu'en pratique, il est extrêmement complexe de catégoriser et généraliser ces interactions (Vinkhuyzen et Cefkin 2016) ?

Pour répondre à cette question, Nissan a fait état de recherches ethnographiques et proposé un concept, appelé l'« indicateur d'intention ». Ce concept prend la forme d'un système de signalisation intégré au véhicule, permettant au véhicule autonome de s'engager dans des négociations routières en fonction de la perception que le véhicule a de son environnement (Figure 133).



Figure 133 : Concept Nissan IDS dotée de l'indicateur d'intention représenté par la ligne bleue qui court le long des flancs du véhicule. Un système d'indications textuelles complémentaires est intégré derrière le pare-brise

Les recherches de Nissan se concentrent sur l'incidence du concept sur les interactions routières. Plusieurs sessions de tests en conditions contrôlées (laboratoire), ainsi que sur route ouverte, mettant en interaction le véhicule avec des piétons, ont montré que **l'intention des véhicules peut améliorer le confort et la sécurité perçue des piétons**. Les chercheurs recommandent des interfaces véhicules externes minimalistes, avec peu de messages, et qui communiquent l'intention plutôt que d'instruire les autres (Vinkhuyzen et Cefkin 2016). Les conclusions de nos expérimentations sont identiques. La communication intervéhicule est très attendue par les conducteurs, qui y voit un moyen de s'exprimer. Or, il faut faire attention à ne pas tomber dans le piège de la communication simple. **C'est la difficulté de notre paradigme : faire de la « communication non intentionnelle » (sincère et pacifiée), soit l'expression d'une activité perceptive plutôt qu'une communication outillée par une interface qui soulève de nouvelles problématiques (les effets secondaires de la permission de nouvelles pratiques sociales)**. Nous reconnaissons cependant le besoin exprimé par nos participants et souligné par les études de Nissan en ce qui concerne une IHM externe sur un véhicule autonome. La question de l'application de nos travaux dans ce cadre, si elle s'éloigne de notre champ de recherche, peut avoir de l'intérêt.

*

Avec cette étude annexe, nous avons étudié comment les schémas d'interaction inter-conducteurs prennent sens dans des contextes collectifs. Nous sommes allés au-delà d'une compréhension individuelle et informative d'un signe en observant l'effet du bandeau de EyeZ sur les pratiques sociales et culturelles sur route, en contexte réel. Si l'intérêt d'un affichage paralinguistique est compris et apprécié par la majorité des participants, celui-ci doit être contraint dans son utilisation. Nous avons observé que l'aspect « communication » ne se suffit pas à lui-même, contrairement à l'activité perceptive dont le sens émerge de pratiques sociales partagées.

D.3 Code arduino du PoC

```
#include <Adafruit_GFX.h> // Core graphics library
#include <SPI.h>
#include <Wire.h> // this is needed even tho we aren't using it
#include <Adafruit_ILI9341.h>
#include <Adafruit_STMPE610.h>
#include <Adafruit_NeoPixel.h>
#define TS_MINX 150
#define TS_MINY 130
#define TS_MAXX 3800
#define TS_MAXY 4000
#define STMPE_CS 8
#define TFT_CS 10
#define TFT_DC 9
#define PIN 22 // Numero de pin qui communique avec le systeme de leds
#define NLEDS 578 // Nombre de led dans la voiture

int i, LED, x, y, LED_1;
boolean Flg_touched;
int C = 100; //intensité des couleurs

// ===== Definition de couleur LEDs =====
int R = 0; // Niveau de rouge
int G = 255; // Niveau de vert
int B = 0; // Niveau de bleu

// =====

float angle;
int ledCible;

Adafruit_STMPE610 ts = Adafruit_STMPE610(STMPE_CS);
Adafruit_ILI9341 tft = Adafruit_ILI9341(TFT_CS, TFT_DC);
Adafruit_NeoPixel strip = Adafruit_NeoPixel(NLEDS, PIN, NEO_GRBW + NEO_KHZ800);

void setup(void) {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println(F("Touch Paint!"));
  tft.begin();
  if (!ts.begin()) {
    Serial.println("Couldn't start touchscreen controller");
    while (1);
  }

  Serial.println("Touchscreen started");
  tft.fillScreen(ILI9341_BLACK);
  tft.drawCircle(120, 160, 110, 0xF800);
  tft.drawLine(120, 0, 120, 320, 0xF800);
  tft.drawLine(0, 160, 240, 160, 0xF800);
  tft.print("System : ready");
  strip.begin();
  strip.show();
  Serial.print(ledCible);
}

void loop()
{
  //if (! ts.touched()) { // Detection appui
  // chenillard(); // Fonction qui deplace les led actives
  // return;
  //}

  LED_1=LED; // Sauvegarde de la derniere valeur de LED
```

```

Fig_touched=ts.touched();          // Pour savoir si on touche au pad ou pas

TS_Point p = ts.getPoint();        // On obtient la position sur le path (langage adafruit)
x = map(p.x, TS_MINX, TS_MAXX, -50, 50);    // conversion en coordonnes x
y = map(p.y, TS_MINY, TS_MAXY, -50, 50);    // conversion en coordonnes y
calculAngle(x, y);                 // on transforme tout en angle
angle = angle+90;                  // Correction d'angle
if(angle>360){angle=angle-360;}
if(angle<0){angle=angle+360;}

//LED = map(angle, 0, 360, 0, 46);    // on transforme l'angle en numero de la led au centre du chenillard
LED = map(angle, 0, 360, 0, NLEDS);    // on transforme l'angle en numero de la led au centre du chenillard
//LED = LED * 3;                     // calcul intermdiaire
//LED = LED * 12;                    // calcul intermdiaire

//ciblageLed();                     // defiition leds a allumer + allumage des leds
Allumage_LED_sans_transition();
Serial.println(angle);              // envoi de l'info pour que le systeme le fasse
}

void calculAngle(float x, float y){    // calcul angle ; pas besoin d'y toucher
if(x >= 0 && y > 0){
  angle = degrees(atan(x / y));
}
if(x > 0 && y <= 0){
  angle = degrees(atan(-y / x)) + 90;
}
if(x <= 0 && y < 0){
  angle = degrees(atan(x / y)) + 180;
}
if(x < 0 && y >= 0){
  angle = degrees(atan(y / -x)) + 270;
}
}

void chenillard(){
int ip1 = i+1, ip2 = i+2, ip3 = i+3, ip4 = i+4;
int in1 = i-1, in2 = i-2, in3 = i-3, in4 = i-4;
if(ip1>NLEDS){ip1 = ip1-NLEDS;}if(ip2>NLEDS){ip2 = ip2-NLEDS;}if(ip3>NLEDS){ip3 = ip3-NLEDS;}if(ip4>NLEDS){ip4 = ip4-
NLEDS;}
if(in1>NLEDS){in1 = in1-NLEDS;}if(in2>NLEDS){in2 = in2-NLEDS;}if(in3>NLEDS){in3 = in3-NLEDS;}if(in4>NLEDS){in4 = in4-
NLEDS;}

strip.setPixelColor(ip1, C, 0, 0);strip.setPixelColor(ip2, C, 0, 0);strip.setPixelColor(ip3, 0, 0, 0);strip.setPixelColor(ip4, 0, 0, 0);
strip.setPixelColor(i, 0, 0, C);
strip.setPixelColor(in1, C, 0, 0);strip.setPixelColor(in2, C, 0, 0);strip.setPixelColor(in3, 0, 0, 0);strip.setPixelColor(in4, 0, 0, 0);
strip.show();
delay(1);
i++;

if(i > NLEDS+2){
  i = i-NLEDS;
}
}

void ciblageLed(){

int ip1 = i+1, ip2 = i+2, ip3 = i+3, ip4 = i+4;    // Les leds autour de la led centrale (en ajouter si besoin)
int in1 = i-1, in2 = i-2, in3 = i-3, in4 = i-4;    // Les leds autour de la led centrale dans l'autre sens (en ajouter la meme quantite
si besoin)
if(ip1>NLEDS){ip1 = ip1-NLEDS;}if(ip2>NLEDS){ip2 = ip2-NLEDS;}if(ip3>NLEDS){ip3 = ip3-NLEDS;}if(ip4>NLEDS){ip4 = ip4-
NLEDS;}
if(in1>NLEDS){in1 = in1-NLEDS;}if(in2>NLEDS){in2 = in2-NLEDS;}if(in3>NLEDS){in3 = in3-NLEDS;}if(in4>NLEDS){in4 = in4-
NLEDS;}

int j = LED-i;

```

```

if((-NLEDS/2) < j < 0){

    strip.setPixelColor(ip1, 0, 0, C);strip.setPixelColor(ip2, 0, 0, C);strip.setPixelColor(ip3, 0, 0, 0);strip.setPixelColor(ip4, 0, 0, 0);
    strip.setPixelColor(i, 0, 0, C);
    strip.setPixelColor(in1, 0, 0, C);strip.setPixelColor(in2, 0, 0, C);strip.setPixelColor(in3, 0, 0, 0);strip.setPixelColor(in4 , 0, 0, 0);
    i--; //incrÈmenter "i" de 1
    Serial.println("LED-i > 67");
}

if((-NLEDS/2) < j < 0){
    strip.setPixelColor(ip1, 0, 0, C);strip.setPixelColor(ip2, 0, 0, C);strip.setPixelColor(ip3, 0, 0, 0);strip.setPixelColor(ip4, 0, 0, 0);

    strip.setPixelColor(i, 0, 0, C);
    strip.setPixelColor(in1, 0, 0, C);strip.setPixelColor(in2, 0, 0, C);strip.setPixelColor(in3, 0, 0, 0);strip.setPixelColor(in4 , 0, 0, 0);
    i++; //incrÈmenter "i" de 1
    Serial.println("LED-i <67");
}

if(0 > j > 67){ //si la cible est devant le curseur
    strip.setPixelColor(ip1, 0, 0, C);strip.setPixelColor(ip2, 0, 0, C);strip.setPixelColor(ip3, 0, 0, 0);strip.setPixelColor(ip4, 0, 0, 0);
    strip.setPixelColor(i, 0, 0, C);
    strip.setPixelColor(in1, 0, 0, C);strip.setPixelColor(in2, 0, 0, C);strip.setPixelColor(in3, 0, 0, 0);strip.setPixelColor(in4 , 0, 0, 0);
    i++; //incrÈmenter "i" de 1
}

if(i>67){ //si la cible est derriÈre le curseur
    strip.setPixelColor(ip3, 0); //Eteint la LED trois cases devant "i" pour quand on passe du chenillard rouge au chenillard bleu
    strip.setPixelColor(i, 0, 0, C); //Led "i" bleu
    strip.setPixelColor(ip2, 0); //Eteint la LED deux cases devant "i" pour avoir un chenillard de 2 LEDs
    i--; //dÈcrÈmenter "i" de 1
}

if(i == LED){ //allumer les LEDS autour de "i" en vert

    strip.setPixelColor(in2, 0 , C, 0);
    strip.setPixelColor(in1, 0 , C, 0);
    strip.setPixelColor(ip2, 0 , C, 0);
    strip.setPixelColor(ip1, 0 , C, 0);
}

strip.show();
}

void Allumage_LED_sans_transition(){

    // ===== ETEINDRE LES LEDS PRECEDENTES =====

    int k_1=LED_1;
    if(k_1>NLEDS){k_1 = k_1-NLEDS;}

    int k_1p1 = k_1+1, k_1p2 = k_1+2, k_1p3 = k_1+3, k_1p4 = k_1+4, k_1p5 = k_1+5, k_1p6 = k_1+6; // Les leds autour de la
    led centrale (en ajouter si besoin)

    int k_1n1 = k_1-1, k_1n2 = k_1-2, k_1n3 = k_1-3, k_1n4 = k_1-4, k_1n5 = k_1-5, k_1n6 = k_1-6; // Les leds autour de la led
    centrale dans l'autre sens (en ajouter la meme quantite si besoin)
    if(k_1p1>NLEDS){k_1p1 = k_1p1-NLEDS;};if(k_1p2>NLEDS){k_1p2 = k_1p2-NLEDS;};if(k_1p3>NLEDS){k_1p3 = k_1p3-
    NLEDS;};if(k_1p4>NLEDS){k_1p4 = k_1p4-NLEDS;};if(k_1p5>NLEDS){k_1p5 = k_1p5-NLEDS;};if(k_1p6>NLEDS){k_1p6 =
    k_1p6-NLEDS;};
    if(k_1n1>NLEDS){k_1n1 = k_1n1-NLEDS;};if(k_1n2>NLEDS){k_1n2 = k_1n2-NLEDS;};if(k_1n3>NLEDS){k_1n3 = k_1n3-
    NLEDS;};if(k_1n4>NLEDS){k_1n4 = k_1n4-NLEDS;};if(k_1n5>NLEDS){k_1n5 = k_1n5-NLEDS;};if(k_1n6>NLEDS){k_1n6 =
    k_1n6-NLEDS;};

    strip.setPixelColor(k_1n6, 0 , 0 , 0); // 4eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale
    strip.setPixelColor(k_1n5, 0 , 0 , 0); // 3eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale
    strip.setPixelColor(k_1n4, 0 , 0 , 0); // 4eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale
    strip.setPixelColor(k_1n3, 0 , 0 , 0); // 3eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale

```

```

strip.setPixelColor(k_1n2, 0 , 0 , 0); // 2eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(k_1n1, 0 , 0 , 0); // 1eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale

strip.setPixelColor(k_1, 0 , 0 , 0); // LED centrale

strip.setPixelColor(k_1p1, 0 , 0 , 0); // 1eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(k_1p2, 0 , 0 , 0); // 2eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(k_1p3, 0 , 0 , 0); // 3eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(k_1p4, 0 , 0 , 0); // 4eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(k_1p5, 0 , 0 , 0); // 3eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(k_1p6, 0 , 0 , 0); // 4eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale

// =====

if(Flg_touched){

// ===== ALLUMER LES LEDS ACTUELLES =====

int k=LED;
if(k>NLEDS){k = k-NLEDS;}

int kp1 = k+1, kp2 = k+2, kp3 = k+3, kp4 = k+4, kp5 = k+5, kp6 = k+6; // Les leds autour de la led centrale (en ajouter si
besoin)

int kn1 = k-1, kn2 = k-2, kn3 = k-3, kn4 = k-4, kn5 = k-5, kn6 = k-6; // Les leds autour de la led centrale dans l'autre sens
(en ajouter la meme quantite si besoin)

if(kp1>NLEDS){kp1 = kp1-NLEDS;}if(kp2>NLEDS){kp2 = kp2-NLEDS;}if(kp3>NLEDS){kp3 = kp3-
NLEDS;}if(kp4>NLEDS){kp4 = kp4-NLEDS;}if(kp5>NLEDS){kp5 = kp5-NLEDS;}if(kp6>NLEDS){kp6 = kp6-NLEDS;}
if(kn1>NLEDS){kn1 = kn1-NLEDS;}if(kn2>NLEDS){kn2 = kn2-NLEDS;}if(kn3>NLEDS){kn3 = kn3-
NLEDS;}if(kn4>NLEDS){kn4 = kn4-NLEDS;}if(kn5>NLEDS){kn5 = kn5-NLEDS;}if(kn6>NLEDS){kn6 = kn6-NLEDS;}

strip.setPixelColor(kn6, R , G , B); // 4eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(kn5, R , G , B); // 3eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(kn4, R , G , B); // 4eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(kn3, R , G , B); // 3eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(kn2, R , G , B); // 2eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(kn1, R , G , B); // 1eme LED à gauche (ou à droite ?) de la LED centrale

strip.setPixelColor(k, R , G , B); // LED centrale

strip.setPixelColor(kp1, R , G , B); // 1eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(kp2, R , G , B); // 2eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(kp3, R , G , B); // 3eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(kp4, R , G , B); // 4eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(kp5, R , G , B); // 3eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale
strip.setPixelColor(kp6, R , G , B); // 4eme LED à droite (ou à gauche ?) de la LED centrale

// =====
}
strip.show();

```


*

Dans un contexte de fortes pressions concurrentielles et réglementaires, les constructeurs automobiles introduisent sur le marché des véhicules dont les caractéristiques sont proches. Si les émotions suscitées par l'expérience de conduite constituent un puissant levier de différenciation, les concepteurs de voitures rattachent principalement la dimension affective aux propriétés stylistiques de leurs véhicules. Avec des innovations qui ne sont envisagées que dans une perspective fonctionnelle, les constructeurs proposent ainsi à leurs clients des prestations similaires, sans tenir compte des facteurs relationnels sous-jacents à l'utilisation d'un véhicule. Pourtant, la littérature met en avant l'importance de la dimension émotionnelle des relations sociales, qui représente selon nous une opportunité pour le Groupe Renault de se différencier, en proposant une nouvelle expérience de conduite orientée sur les interactions inter-conducteurs.

Nous avons commencé notre travail par un premier terrain d'observation, dont l'objectif a été de déterminer les conditions et les leviers permettant l'établissement d'une relation entre les usagers de la route. Sur la base des premiers résultats valorisant la perception mutuelle de deux conducteurs, nous avons réalisé une expérimentation dite minimaliste comparant deux modalités de perception, appelées information perceptive et activité perceptive, dans le cadre d'une action collaborative. Cette étude souligne le rôle crucial de la dynamique interpersonnelle sur les mécanismes de la compréhension sociale : les résultats montrent l'intérêt, d'un point de vue émotionnel, d'accéder à ce à quoi l'autre est attentif.

Nous nous sommes ensuite inspirés de ces résultats pour designer un dispositif de perception et d'interaction et étudier son rôle dans l'apparition d'émotions positives lors de la conduite sur route. Par le biais d'une expérimentation sur simulateur, nous avons pu faire émerger un nouveau type d'expérience de conduite résultant de la manipulation de ce dispositif.

Cette thèse, sur la base d'un principe théorique mis à l'épreuve dans une expérimentation de terrain impliquant les usagers de la route, suit un processus itératif propre à une démarche de recherche-projet. Elle s'appuie sur une réalisation conceptuelle qui n'est pas une finalité mais un préalable. Elle propose des pistes de conceptions pour le design d'une nouvelle fonctionnalité intégrée dans le véhicule, tirant parti du contexte social de la conduite pour susciter des émotions positives entre conducteurs.

*

In a context of strong competition and regulatory pressures, the vehicles on the market share common characteristics. Even though emotions elicited by the driving experience are a powerful lever for differentiation, manufacturers mainly attach the affective dimension to the stylistic properties of their vehicles. They only consider innovations in a functional perspective and offer their customers similar services without regarding the relational factor underlying the use of a vehicle. However, the literature highlights the importance of the emotional dimension of social relations, which in our opinion represents an opportunity for the Renault Group to differentiate itself by proposing a new driving experience based on interactions between drivers.

We began our work with an observation field. Our purpose was to determine the conditions and levers establishing a relationship between road users. On the basis of the first results valuing the mutual perception of two drivers, we carried out a minimalist experiment comparing two modes of perception, namely the perceptive information and the perceptual activity, within the framework of a collaborative action. This study emphasizes the crucial role of interpersonal dynamics on the mechanisms of social understanding: the results show the interest, from an emotional point of view, of accessing to what the other is attentive to.

We then used these results to design a device for perception and interaction purposes and we studied its role in the emergence of positive emotions when driving. Through a simulator experiment, we have been able to bring out a new type of driving experience resulting from the manipulation of this device.

This thesis is based on a theoretical principle put to the test in a field experiment involving road users. We follow an iterative process specific to a research-project approach. We propose a conceptual realization that is not a purpose but a prerequisite. Based on the fact that driving is in itself a social interaction, we suggest ideas for the design of a new feature integrated into the vehicle which arouses positive emotions between drivers.