



HAL
open science

Concilier les comportements intentionnels du véhicule autonome et du piéton

Maureen Troel-Madec

► **To cite this version:**

Maureen Troel-Madec. Concilier les comportements intentionnels du véhicule autonome et du piéton. Robotique [cs.RO]. 2019. hal-02274535

HAL Id: hal-02274535

<https://inria.hal.science/hal-02274535>

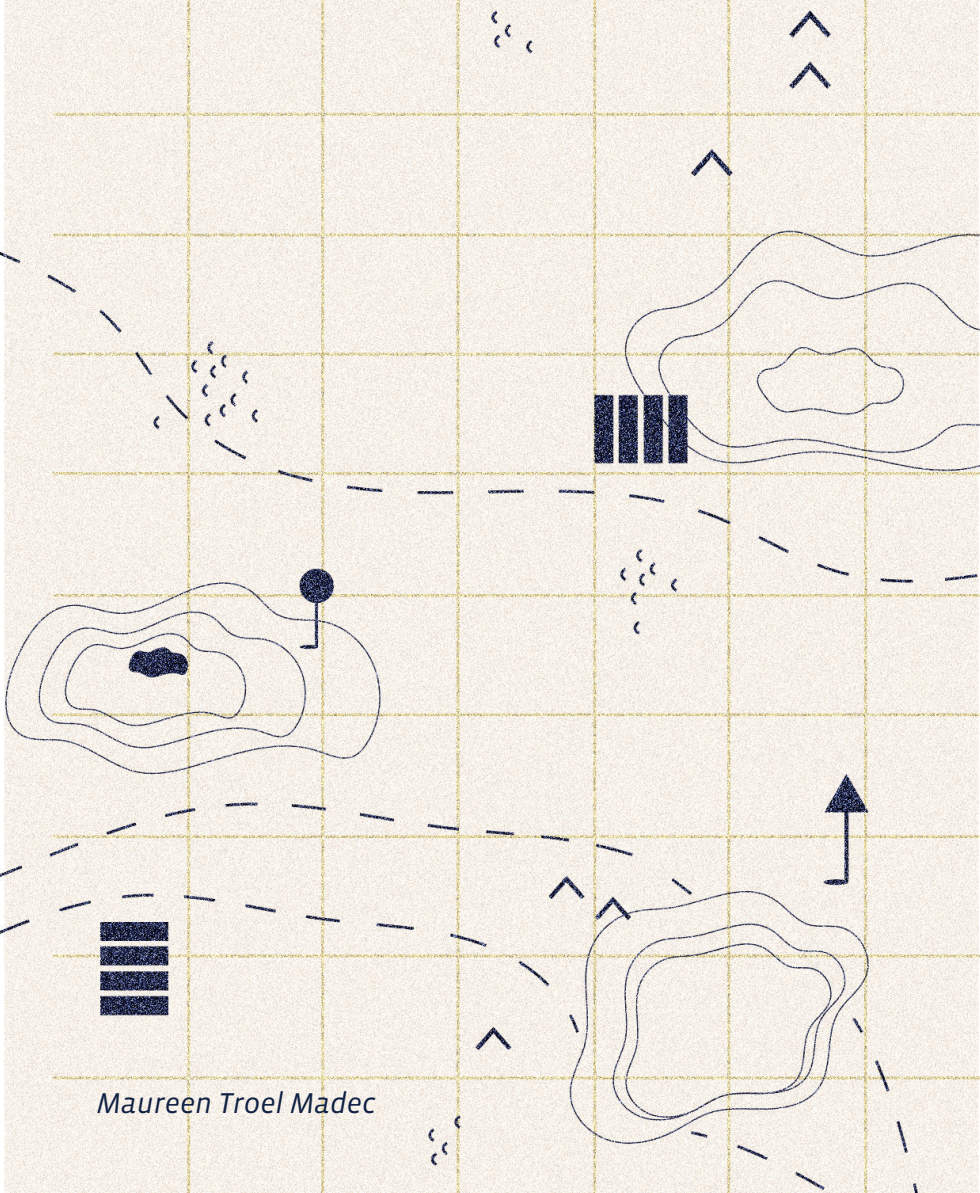
Submitted on 30 Aug 2019

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.

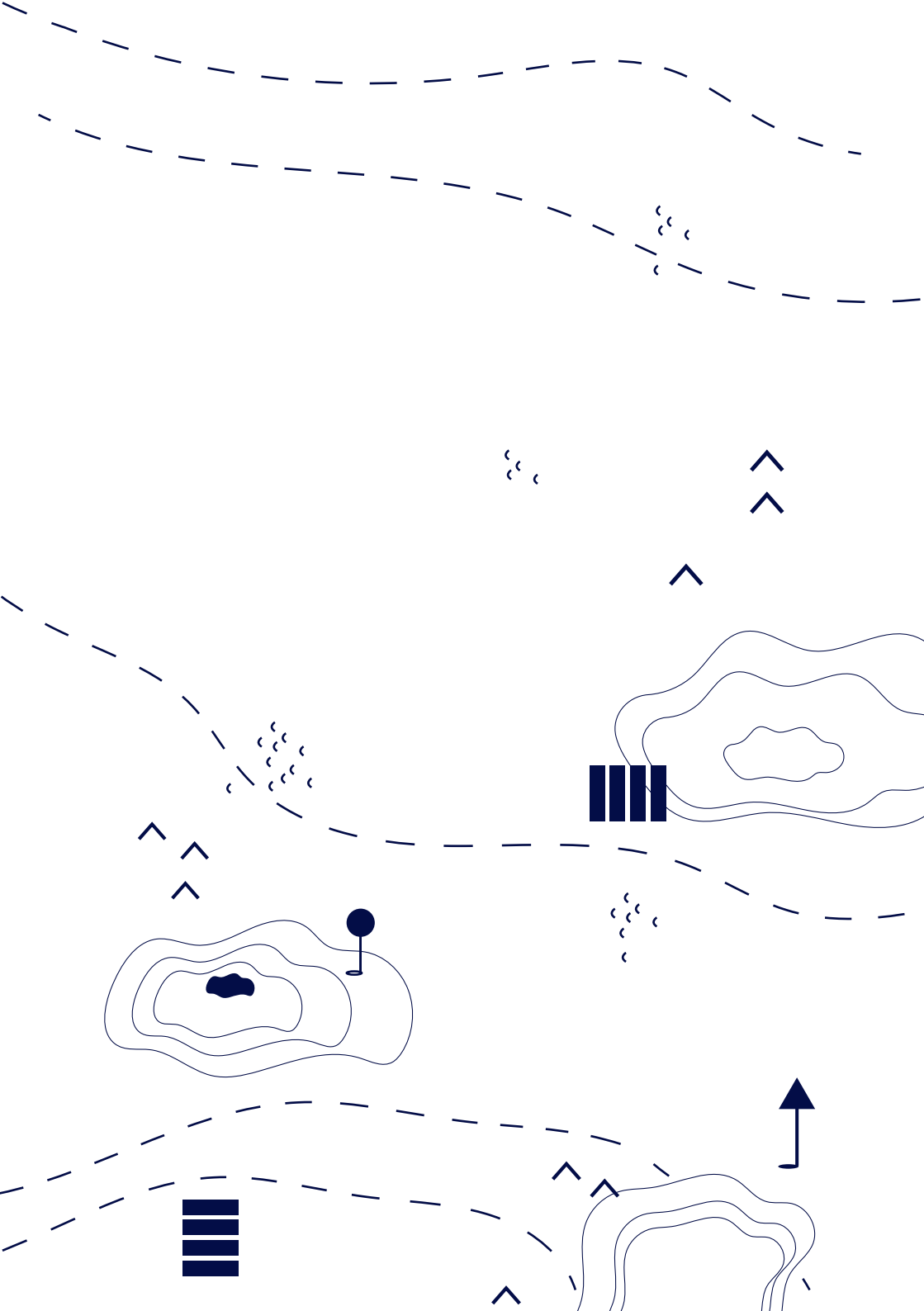
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Manœuvre de médiation

Concilier les comportements intentionnels du
véhicule autonome et du piéton



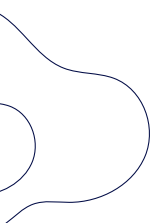
Maureen Troel Madec





Manœuvre de médiation

*Concilier les comportements intentionnels du
véhicule autonome et du piéton*



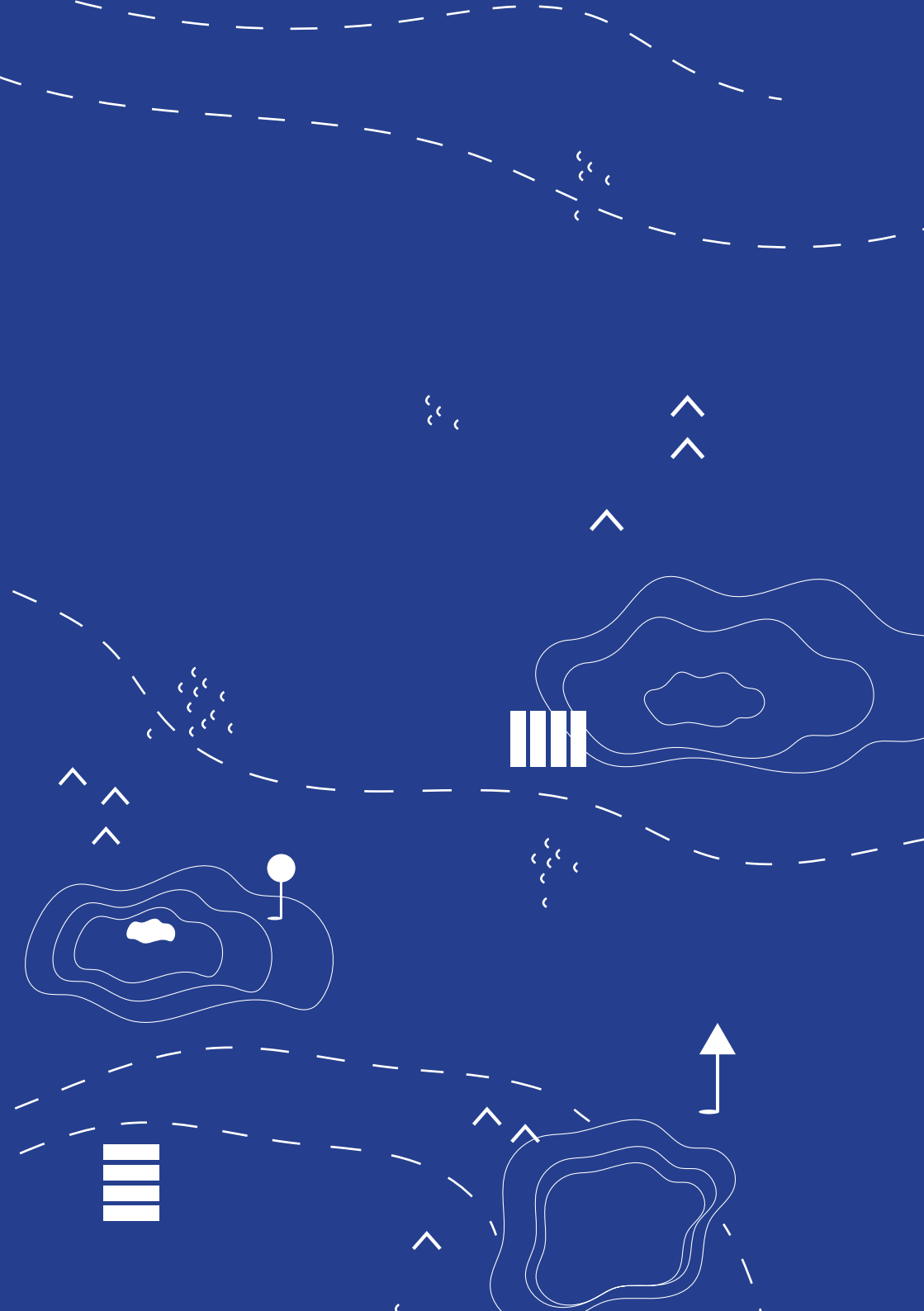
Mémoire de recherche professionnel - 2019

*DSAA Diplôme supérieur d'arts appliqués,
spécialité design de produit
Pôle supérieur de design Léonard de Vinci Villefontaine*

Sous la direction de Sandrine Chatagnon et Valentine Reynaud

Sommaire

Introduction	10
I. Le déficit interactionnel dans le rapport à l'objet autonome	
1.1. Des interactions humaines complexes	14
<i>Entre les humains</i>	14
<i>Avec l'environnement</i>	17
<i>Analyse de l'intentionnalité et du libre arbitre</i>	20
1.2. Les interactions des objets	23
<i>Dissymétrie dans la relation</i>	24
<i>Capacité de prise de décision</i>	28
II. Améliorer la capacité d'interaction avec les VA	
2.1. La prise en compte de l'environnement urbain	37
<i>Interprétation</i>	37
<i>De la donnée à la connaissance</i>	40
<i>Réflexivité de l'environnement</i>	42
2.2. La notion de rencontre dans l'interaction	45
<i>Reproduire des signes d'intelligences</i>	45
<i>Vers un design de la médiation</i>	49
III. Pallier l'absence de conducteur	
3.1. Re-crée les signes de l'entente	55
<i>Mettre en lumière l'entente</i>	55
<i>Incarner l'entente</i>	59
3.2. La ville théâtre d'interaction	63
<i>L'être VA</i>	63
<i>L'être piéton à l'heure du VA</i>	67
Conclusion	72
Sources	73
Annexes	79



Remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique du DSAA, plus particulièrement mes tutrices Sandrine Chatagnon et Valentine Reynaud pour leurs conseils avisés et l'écoute précieuse qu'elles m'ont apporté tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie Dominique Vaufreydaz pour sa curiosité, son ouverture et pour m'avoir permis d'explorer ce cadre singulier de recherche en laboratoire. Je remercie l'ensemble des personnes rencontrées dans le cadre de ce projet avec l'INRIA. Merci à Nicolas Roesch pour les conseils, l'expérience partagée sur le sujet et de m'avoir invité à prendre part à un enrichissant workshop d'une semaine à la Cité du Design à S^t Étienne. Je remercie mes maîtres d'alternance Sabrina Vigil, Sylvie Vidal et Cédric Pronzato pour leur écoute et leurs retours.

Merci à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'écriture de ce mémoire et qui m'ont soutenu dans cet exercice. Merci à mes camarades pour leur bonne humeur et leurs encouragements pendant ces deux années de DSAA. Merci aussi à ma famille pour leur soutien indéfectible.

Introduction

Tour à tour, fantasmé, contesté ou adulé le véhicule autonome fait partie d'un imaginaire façonné par des scénarios tantôt utopistes et dystopiques. En 1958, Walt Disney, lors d'un épisode de son émission intitulée "Magic Highway USA" présentait l'introduction des véhicules autonomes comme la promesse d'une circulation fluide, d'un voyage plus confortable, d'une plus grande sécurité et d'un espace social pour se détendre. En 1963, Philip K. Dick dans son roman "The Game-Players of Titan" décrit un environnement urbain régi par un réseau de transport autonome. Une vision repris par Dunne et Raby à l'occasion de leur fiction « UNITED MICRO KINGDOMS » qui tisse une critique de l'implantation des VA¹ dans la ville en projetant les impacts sur le paysage urbain et sur nos rapports sociaux. Aujourd'hui, le VA n'est plus de l'ordre de la fiction et se révèle être un sujet d'actualité dans le domaine de la recherche en IHM.

¹ *Véhicules autonomes*

L'avènement des VA soulève des questions sur la façon dont ces nouveaux véhicules devraient interagir avec les piétons et les cyclistes sur la route. En effet, en dehors de l'habitacle dédié aux passagers, le véhicule côtoie un environnement complexe et imprévisible, avec lequel il interagit constamment. Dès que la voiture devient autonome, le conducteur devient un simple passager, tous les codes institués par la communication non-verbale entre le conducteur et les autres usagers sont perdus. Les pratiques établies comme le contact visuel ou les signes de la main ne sont alors plus des moyens de communication fiables et rien ne signale que nous sommes face à un VA. L'industrie a jusqu'à présent préservé la sémantique et la forme d'une voiture traditionnelle. On s'attend alors à percevoir les signes habituels de la part du passager se trouvant côté conducteur. La relation de pouvoir entre le véhicule

et les usagers de la route non motorisés, rend la question encore plus pressante : Comment penser des interactions médiatrices entre les manoeuvres piétonnes et celles des VA ? Pour se faire, nous verrons dans quelles mesures, le VA peut donner un retour sur les manoeuvres qu'il entreprend et sur celles qu'il décèle dans le comportement du piéton.

Ce mémoire établit l'hypothèse suivante: l'attribution d'un comportement intentionnel à un objet serait un élément clé dans l'aménagement d'une entente piétons-VA. En partant de cette hypothèse, l'enjeu sera de révéler dans quelles mesures peut-on parler de comportement intentionnel pour un objet, bien que cela soit paradoxal. Afin d'ancrer ma démarche de recherche, j'ai choisi de collaborer avec Dominique Vaufreydaz, maître de conférences et chercheur en IHM dans l'équipe PERVASIVE² de l'INRIA³ et de rejoindre le projet HIANIC, cas d'étude concret sur lequel confronter ma réflexion et mes travaux. J'ai également pu m'appuyer sur l'expertise de la chercheuse en robotique Anne Spalanzani dans l'équipe CHROMA⁴ et de Julien Alaimo prestataire de service sur le projet depuis janvier. Ce projet qui a débuté en mars 2018, porte sur l'interaction entre piéton et véhicules autonomes en milieu urbain. Au delà de mon mémoire, ma collaboration avec l'inria m'a permis de questionner la place du designer dans les travaux de recherche auprès d'un laboratoire et quelle part avons nous dans ce temps court. D'une part, mon travail se concentrera sur les moyens d'interaction qui indiquent la décision prise par le véhicule et qui établit une entente. D'un autre côté, cela montrera mon apport dans une équipe de recherche en IHM qui jusqu'ici était dépourvue de designer et sera l'occasion à partir de cette expérience de projet de questionner l'engagement et le rôle du designer dans cet écosystème de recherche.

² *Équipe-projet de recherche commune INRIA et CNRS, Grenoble INP, UGA*

³ *Institut national de recherche en informatique et en automatique, dédié aux sciences du numérique*

⁴ *Équipe de recherche en robots coopératifs et adaptés à la présence humaine en environnements*

Nous nous appuyons sur un terrain existant, mais l'objectif sera aussi d'élargir notre réflexion à d'autres contextes. Nous allons donc en premier lieu chercher à saisir la complexité de l'interaction humaine en comparaison à celle de l'objet autonome. Cela nous permettra d'identifier les raisons de ce déficit d'interaction au sein d'un environnement dynamique et les tensions inhérentes. Puis, il s'agira de s'appuyer sur l'actualité du design, des sciences sociales en passant par la recherche en informatique. Nous éprouverons l'importance de méthodes d'observation dans la compréhension et l'interprétation du comportement. Ainsi, dans une troisième partie, il conviendra d'explorer de nouvelles typologies d'interaction venues panser la perte d'un interlocuteur humain. Par ce temps d'expérimentations des langages et médias, nous tacherons de reconsidérer la conception de comportements intentionnels et d'en évaluer les effets sur l'utilisateur.

Chapitre 1

Le déficit interactionnel dans le rapport à l'objet autonome

Nous n'interagissons pas de la même manière face à un humain ou à un objet, interactif ou non. Beaucoup de facteurs font qu'il est impossible de considérer l'objet démunie de toute conscience de la même manière qu'un humain. L'observation de ces deux types de comportements permet de constater un déficit d'interaction entre humain et objet autonome : notamment dans le cadre de ce projet de recherche, entre le piéton et le VA. Au cours de ce mémoire, nous nommerons objet autonome tout système incarné capable d'une interaction générative avec des humains et l'environnement.

I. Des interactions humaines complexes

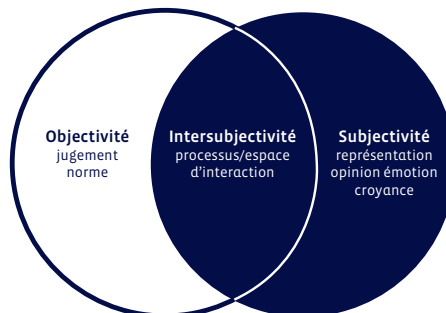
L'interaction humaine est complexe, et bien que le domaine de la robotique s'en inspire, c'est avec difficulté et maladresse que les objets autonomes imitent les codes, biais et comportements humains. Par définition, l'interaction est l'ensemble des « actions réciproques qu'exercent entre eux des êtres, des personnes, groupes, objets ou phénomènes »⁵. Il y a donc une influence causale qui modifie les éléments qui entrent en interaction les uns avec les autres.

Entre les humains

Pour Sartre, il n'y a pas subjectivité sans intersubjectivité {figure 1}, c'est par cette interaction que les sujets construisent mutuellement leur subjectivité, leur représentation interne du Monde. La complexité des interactions humaines se loge aussi dans ces multitudes de visions subjectives de l'environnement qui coexistent : « Nos consciences ont beau à travers nos situations propres, construire une situation commune dans laquelle elles communiquent, c'est du fond de sa subjectivité que chacun projette ce monde « unique »⁶. En évoquant l'intersubjectivité nous soulignons que l'expérience humaine n'est pas celle d'un être isolé et coupé des autres, mais celle d'un être en interaction avec les autres. De ce fait, nous existons à travers la reconnaissance et le regard

⁵ CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales)

⁶ Merleau-Ponty, *Phénoménologie de la perception*, 1945



▲ Fig 1. Distinction de termes

d'autrui : l'intersubjectivité « c'est dans ce monde que l'homme décide ce qu'il est et ce que sont les autres »⁷.

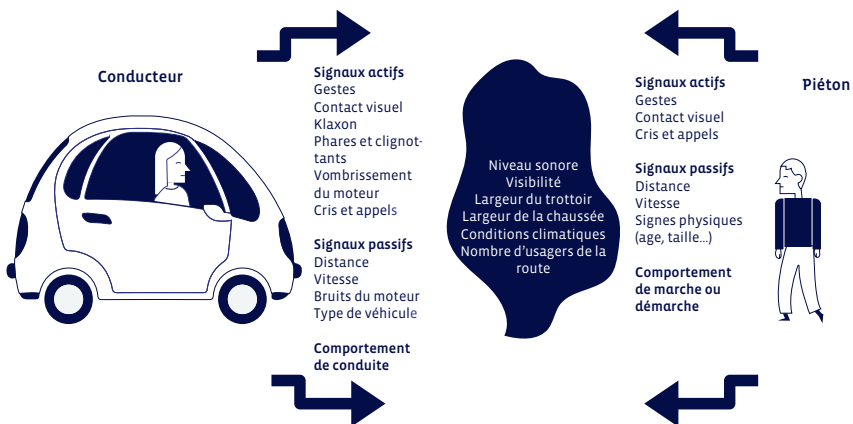
Autrui est défini par Sartre comme ce que l'on ne peut connaître, à la différence d'un objet, il est libre et insaisissable⁸. Il est par exemple, difficile pour le piéton de saisir avec certitude les intentions du conducteur. Ainsi, le piéton confère au conducteur des intentions, il devine par un croisement de regard que ce dernier va lui céder le passage. Cette intersubjectivité qui se dessine dans cet échange, souligne par ailleurs, la place importante de l'intuition qui opère dans la perception et la compréhension de l'autre.

Pour illustrer la dimension complexe et sociale de l'interaction, le sociologue Norbert Élias donne l'exemple du jeu d'échecs « toute action accomplie dans une relative indépendance représente un coup sur l'échiquier social, qui déclenche infailliblement un contre-coup d'un autre individu limitant la liberté d'action du premier joueur »⁹. Lorsque deux sujets interagissent, ils adaptent leur comportement, ils modifient leur comportement en fonction du comportement de l'autre, et ce, d'autant plus lorsqu'il s'agit de se déplacer en ville en toute sécurité.

⁷ Ibid

⁸ Jean-Paul Sartre, *L'homme et le néant*, p 309-310

⁹ Norbert Élias, *La Société de cour*, p 152-153



▲ Fig 2. Le modèle d'interaction piéton-conducteur

L'environnement urbain est théâtre d'interactions, où se côtoient les comportements des automobilistes et des piétons. Pour accroître leur sécurité les usagers dit « doux » interagissent avec les conducteurs par des signaux, des gestes, des regards et fait aussi attention à des signes passifs comme le bruit du moteur, la vitesse ou encore la fluidité de la conduite {figure 2}.

¹⁰ Hamlet, C., Axelrod, S., Kuerschner, S., « Eye Contact as an Antecedent To Compliant Behavior. *Journal Of Applied Behavior Analysis* » 1984, p 553-557



▲ *Vision d'un piéton*

A. aperçu au loin du véhicule

B. le véhicule s'approche de l'intersection et ralentit

C. contact visuel établi avec le conducteur qui cède le passage

C'. le conducteur ne s'arrête pas et franchi le passage piéton

Le contact visuel entre les conducteurs et les autres usagers de la route confirme non seulement que les usagers les plus vulnérables sont remarqués, mais il augmente également le respect des règles. Les conducteurs qui établissent un contact visuel avec un piéton sont plus susceptibles de s'arrêter et de laisser passer ce dernier¹⁰. Ainsi, chacun a besoin du retour de l'autre. Cet échange profile un accord de conscience entre les deux sujets.

C'est bien sur cet espace intersubjectif que nous portons notre intérêt pour comprendre comment l'objet autonome s'ancre dans un monde d'interaction humaine. Ce dernier a une vision du monde programmée et implémentée qui reste encore limité dans la compréhension subjective du comportement humain. Dans notre cas bien spécifique, nous nous intéresserons à comment les interactions émergent entre le piéton et la ville.

Avec l'environnement

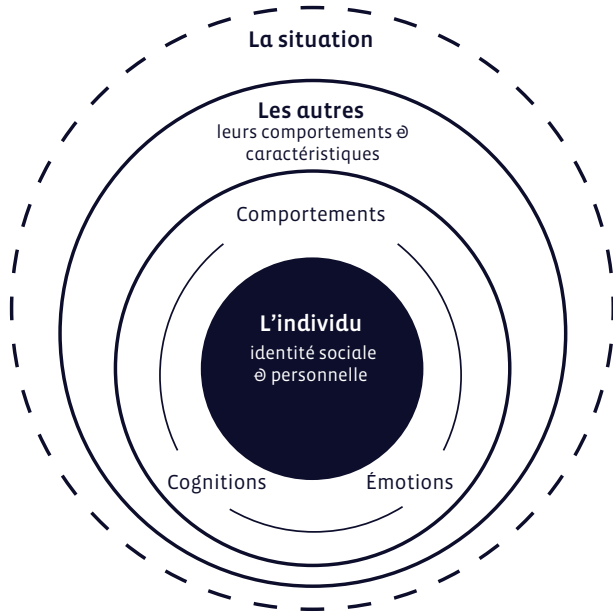
Il y a une interaction forte entre les êtres vivants et leur environnement. L'être humain se distingue dans sa faculté de se défaire des stimulus émis par son environnement et dans sa propension à le modifier sans cesse.

Au sein de la ville, les piétons interagissent avec tout un environnement qu'ils ont appris à connaître. Toutefois, ils sont impliqués dans des relations avec autrui, les êtres humains, les objets dans « le cadre d'un système structuré {figure 3}, culturellement construit et socialement organisé ». ¹¹ L'environnement se compose ainsi d'un ensemble de symboles avec lesquels l'individu doit se familiariser, les manipuler afin d'interagir avec les autres. Prenons l'exemple du passage piéton qui induit le comportement des différents acteurs urbains : conducteur et piéton savent qu'il faut s'arrêter ou du moins ralentir à l'approche de cet élément. Néanmoins, ce partage de la voirie ne peut se contenter simplement du code de la route et des éléments physiques persuasifs (dos d'âne, passage piéton...). Par conséquent, l'automobiliste, fera preuve d'urbanité, en cédant par exemple le passage aux piétons, c'est un ajustement du comportement des usagers les plus puissants afin de protéger les usagers les plus vulnérables. Cette urbanité rappelle le caractère urbain de ces interactions et introduit une morale inhérente à des « manières dans

¹¹ Louis Quéré, « La situation toujours négligée ? », 1997, p175

¹² CNRTL

lesquelles entrent beaucoup d'affabilité naturelle »¹². Le piéton pour sa part, afin d'assurer sa sécurité, fera preuve d'une intelligence des situations par l'ajustement de son comportement en prenant en compte le comportement des usagers les plus puissants.



▲ Fig 3. Influence de l'environnement et du comportement des autres sur l'individu

L'environnement se construit dans son interaction avec celui qui l'habite. Le concept d'enaction¹³ prend en compte le fait que chaque individu évolue dans son propre milieu, avec ses propres règles, dans son propre monde. Il souligne également ce rapport de couplage entre l'individu et son environnement sélection et d'attribution de sens à l'environnement. En effet, la mise en relation du piéton avec la ville distribue à chacun un rôle : ici, l'individu est piéton car il est couplé à la ville, et inversement, le piéton donne du sens à son environnement et lui attribue le statut de ville. L'environnement modifié par l'humain est le véhicule de symboles.

¹³ *Paradigme inventé par Varela qui consiste à ne pas penser de façon coupé à un milieu, mais plutôt bouclé à un milieu*

¹⁴ *Susan Oyama, « Penser l'évolution », 1993*

Le piéton se défait des codes de la route préétablis, et fait preuve d'agilité face aux contingences de l'environnement. L'espace urbain et les artefacts ainsi que les individus qui l'occupent sont interdépendants. Ainsi, nous ne pouvons pas simplement travailler sur le comportement piéton ou celui de la voiture ou sur l'environnement, mais sur l'ensemble d'interactions, sur l'écosystème qui se construit par les échanges entre ces trois entités. En effet, il faut « au lieu de confiner les contextes au rôle de simples contenants », « reconnaître qu'ils participent toujours à ces processus à part entière »¹⁴. Mais comment le designer peut-il considérer cet écosystème complexe, à modéliser, à manoeuvrer ?

Dans cette étude, j'ai donc fait le choix de penser l'interaction comme un ensemble et non comme une unité uniquement pris sous le prisme d'un seul agent interactionnel. Le contexte de ce projet de recherche vient appuyer cette représentation de ce monde intersubjectif humain où viennent peu à peu s'inscrire les objets autonomes. Des objets auxquels nous attribuons une capacité à se représenter ce monde afin de projeter en lui un interlocuteur.

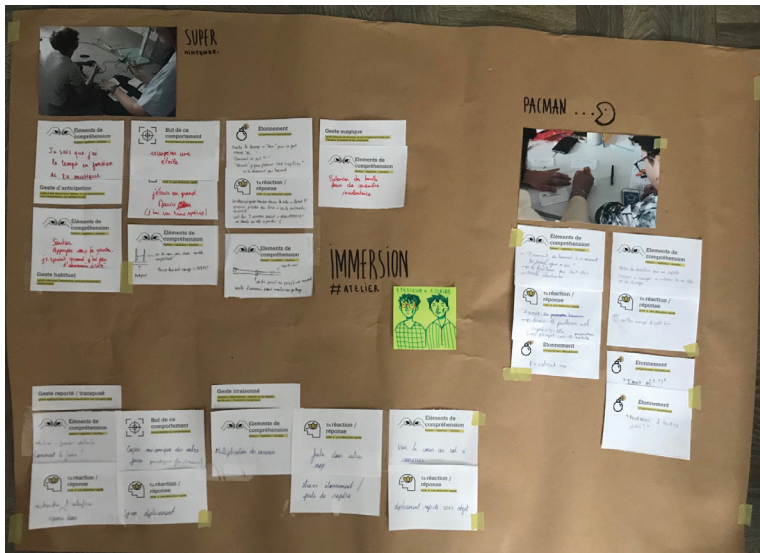
Analyse de l'intentionnalité et du libre arbitre

Les chercheurs en sciences cognitives s'accordent aujourd'hui pour penser que ce qui caractérise l'esprit humain est l'intentionnalité. L'intentionnel emprunté au Latin « intentionalis », est d'ordre représentatif ou mental. Il ne faut cependant pas confondre le concept d'intentionnalité avec le concept exprimé par le mot intention. Selon le philosophe Franz Brentano, l'intentionnalité « est l'attribut de tous les phénomènes mentaux », tandis que les intentions sont « des états mentaux parmi d'autres ». Ainsi, l'intentionnalité sert à la construction des représentations mentales de son environnement. D'ailleurs, le philosophe Pierre Jacob le souligne: « À la différence des réflexes, les actions humaines intentionnelles dépendent de deux sortes de représentations mentales : les croyances qui représentent le monde tel qu'il est et les désirs qui représentent le monde tel qu'il devrait être¹⁵. À partir de quel moment, peut-on attribuer une intentionnalité à un objet ?

¹⁵ Jacob, P. *Précis de l'Intentionnalité, problèmes de philosophie de l'esprit*, 153-158. 2007

¹⁶ *Le connexionnisme modélise les phénomènes mentaux ou comportementaux sur le principe du réseau de neurones*

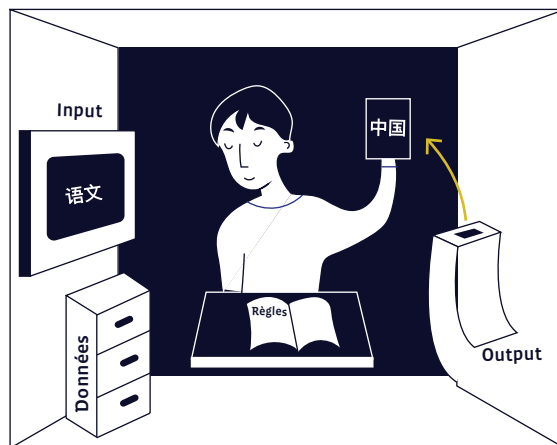
Prendre le postulat de l'intentionnalité comme un trait propre à l'humain, amène à se confronter à un dilemme de définition qui ne peut s'élargir à un dispositif non-humain. Sans risquer la métaphore connexionniste¹⁶, nous pouvons présumer au VA une intentionnalité due par sa capacité d'apprentissage continue de son environnement et de ses interactions. Daniel Dennett octroi une intentionnalité à la machine afin d'avoir une prédiction plus fine du comportement de cette dernière. Il soutient que tout comme l'humain la machine traite des informations et manipule des représentations relatives à son environnement. Toutefois, il fait une différence de degré d'intentionnalité et hiérarchise les capacités représentationnelles. L'intentionnalité n'a de sens que si elle est immergée dans un contexte, car elle est la description de la situation de l'état mental dans le monde.



▲ Expérimentation 01

Dans chaque groupe le scribe note comment celui qui joue projette une intentionnalité sur les personnages du jeu PACMAN afin de comprendre le comportement du jeu et de savoir quelles stratégies appliquées.

Si l'on en croit les convictions de Donald Davidson, cette distinction entre les causes et les raisons, est ce qui fait paradoxalement que dans le monde intersubjectif humain, les objets autonomes ont un comportement en apparence imprévisible, bien qu'il soit parfaitement prédictible, parce qu'à strictement parler, on ne peut pas leur attribuer des raisons d'agir. En effet, l'objet autonome n'a pas cette liberté de faire ses propres choix, de s'engager dans une expérience, il ne fait que suivre des instructions, un plan. C'est ce que nous démontre John Searle avec son expérience de la chambre chinoise^{figure 4}, à propos de la capacité d'un programme à faire état de conscience pour un ordinateur. Il conclut sur le fait que l'objet rendu intentionnel ne peut que se résoudre à simuler des états mentaux humains : la machine répond, mais ne comprend pas ce qu'elle manipule, elle traduit, mais n'a jamais connaissance de la signification des mots. De cette façon, l'objet autonome n'est pas conscient des signes et symboles qu'il manipule. Ici, Searle fait une distinction entre intentionnalité originelle propre à l'humain et intentionnalité dérivée projetée sur la machine.



▲ Fig 4. La Chambre chinoise, J.Searle

La chambre chinoise est une réponse critique envers le concept d'intentionnalité supporté par Daniel Dennett qui nie le phénomène de la conscience. En admettant le concept de « système intentionnel »¹⁷ sur le VA, on définit un système dont on ne peut qu'observer le comportement, en donner l'explication, en faire la prédiction. Dans la veine de l'orientation prise par le laboratoire de recherche, je choisis d'exploiter nos prédispositions à projeter une intentionnalité sur des objets autonomes, tout en ayant conscience que ces derniers en réalité en sont dépourvus.

L'objet autonome pourrait alors être comparé au concept de « zombie » : il a l'apparence d'un comportement intentionnel, mais est dénué d'intériorité et de conscience. De façon primaire, cela signifie que l'humain dans son interaction avec l'objet autonome a une tendance à naturellement interpréter leur comportement en termes mentalistes¹⁸ soit « de désirs, de croyances, de buts, d'intentions ». Nous pouvons nous interroger sur l'impact que peut avoir cette projection d'intentionnalité sur notre rapport à l'objet autonome et comment elle a influencé la conception d'IHM. Dans le cas d'un VA comment pourrait s'incarner ce comportement intentionnel dans une interaction avec le piéton ?

¹⁷ Daniel Dennett, *La Conscience expliquée*, 1993

¹⁸ Jerry Fodor, *L'explication en psychologie*, 1972, Seghers, p88

II. Les interactions des objets

Les interactions du VA avec ce qui l'entoure sont contraintes par de nombreux facteurs techniques. Le modèle de son comportement pourrait à peu de chose près se confondre avec celui d'un conducteur humain. Pourtant, il suit un cheminement purement rationnel : perception de l'environnement, analyse et interprétation des données, prise de décision (choix de direction), action (tourner à droite), et enfin rétroaction.

Dissymétrie dans la relation

À force de s'adapter pour interagir avec les objets autonomes ne risquons-nous pas d'appauvrir notre capacité d'interaction avec eux ? Un objet autonome est généralement fait pour accomplir un certain nombre de tâches sur le mode « ordre et exécution », mais il arrive parfois que la relation s'inverse ou que nous ne prenions pas conscience de ce que ces objets nous font faire. J'ai expérimenté durant deux mois l'usage de l'interface vocale SIRI¹⁹. J'ai constaté une modification de mon élocution, afin de me faire comprendre, mes requêtes se sont avérées plus simples et ma diction plus lente.

¹⁹ SIRI, application informatique de commande vocale, Apple, 2011

Apprentissage du comportement de l'interface

Difficulté à se faire comprendre (accent, diction rapide...). Rester sur des phrases et des demandes basiques (météo, trafic, destination...). Prendre plaisir de répéter.
“Parfois j'abandonne et je saisis directement via le clavier.”

Application des patterns observés

Diction plus lente et distincte. Manœuvre pour se faire comprendre rapidement.
“J'ai l'impression que ses réponses ont évolué, Siri semble mieux comprendre.”

Monotonie & limite de l'interaction

Comportement verbal contraint pour se faire comprendre par Siri. Réponses de Siri redondantes.
“On a vite fait le tour.”

▲ Expérimentation 02

Comment le comportement verbal s'adapte pour se faire comprendre. Ici dans l'usage de l'interface vocale SIRI, pendant deux mois

²⁰ *Julia Fink, Valérie Bauwens, Florian Vaussard, Pierre Dillenbourg, Lessons Learned from Robotic Vacuum Cleaners Entering in the Home Ecosystem, 2013*

De même, l'étude conduite par Julia Fink²⁰, chercheuse à l'EPFL, met en lumière que les utilisateurs de l'aspirateur robot Roomba, ont tendance à réaménager leur foyer pour faciliter ses déplacements. Amazon pour sa part, suite à l'accident survenu en décembre dernier amenant à l'hospitalisation de 24 employés, a muni ses derniers de gilets connectés indiquant la présence d'humain pour que les robots ajustent leurs trajectoires et pour éviter les risques de collisions.



▲ *Amazon munis ses employés de gilets connectés pour les protéger des robots*

Maintenant que les objets ont un comportement programmé et intentionnalisé et que nous lui prêtons une forme de subjectivité « quelle sera notre réaction face à leur rejet ou leur indifférence à notre présence ? De l'agacement, de la peur ou des réactions violentes, provoqués par une absence de comportement de rétroaction »²¹. Dans le cas de Waymo, lors de tests pour son programme de taxis autonomes en Arizona, certains locaux ont exprimé être préoccupés par l'idée que les VA occupent les mêmes routes qu'eux. D'ailleurs, le service de Californie des véhicules à moteur a rapporté que dans deux des six accidents impliquant des véhicules autonomes, les personnes ont intentionnellement causé les collisions. Cette relation de méfiance et de tension avec le VA est fondée sur un fort imaginaire construite autour de la figure fictionnelle de la machine qui se rebelle ou qui surpasse l'humain.

²¹ Nicolas Nova,
Curious rituals, p 169



▲ Les robots de livraison "Starship Robot" chassés du centre de San Francisco car jugés dangereux pour les personnes âgées et les enfants, décembre 2017

Pour sa sécurité, le piéton a besoin d'être rassuré par des feedbacks et ne peut faire face à un comportement indéchiffrable ou soudain. Les agents autonomes font souvent preuve d'une imprévisibilité latente et présentent des comportements émergents impossibles à prévoir avec précision. Ces comportements ne se manifestent que par l'interaction avec le monde et avec d'autres agents de l'environnement²². Les objets autonomes nous servent mais nous asservissent en retour en réduisant notre marge de liberté. Avant même l'apparition des objets autonomes, les moyens de transport, malgré leurs promesses de liberté et de gain de temps étaient décriés comme des outils d'asservissement, car finalement, les usagers « consacrent de plus en plus de temps à la circulation qui est supposé lui en faire gagner »²³. Ajoutons à cela un espace urbain qui tend progressivement à effacer « cette binarité largement en défaveur des modes de transport les plus vulnérables », ainsi que les tentatives de certains espaces urbains d'éradiquer la voiture et de valoriser les modalités de transport les plus vulnérables et durables.

²² *Iyad Rahwan, « Machine Behavior », 2018*

²³ *Ivan Illich, La Convivialité, p 24, 1973*

²⁴ *Emmanuel Grimaud, entretien pour Humanité, 2016*

Mais, le VA pourrait-il au nom de la sécurité, ré-introduire et renforcer cette ségrégation spatiale des usages ? L'introduction du VA influencera-t-elle notre environnement et nos interactions avec lui ? Il y a peu de similitudes dans nos interactions avec un GPS, un robot aspirateur et un VA « si ce n'est qu'ils modifient la manière dont nous entrons en relation avec notre environnement. Et il est évident que plus notre environnement se dote d'interfaces douées d'autonomie, auxquelles on délègue des tas de capacités, plus nous nous modifions nous-mêmes. Ce qu'il faut arriver à évaluer, c'est ce que l'on gagne et ce que l'on perd à chaque fois »²⁴.

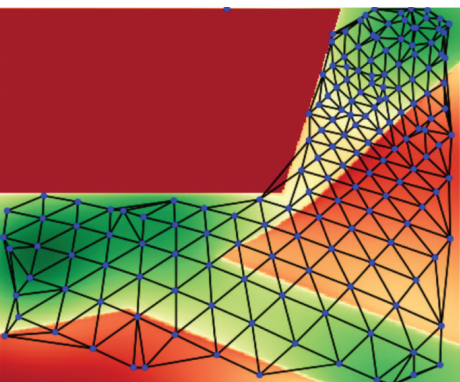
Face aux comportements auxquels s'attendent les piétons et celui qui sera vraiment exécuté par le VA, il y a un écart. Si aujourd'hui, les craintes gravitent au tour de la sécurité, le rapport de confiance ou sur la prise de décision que peut faire l'objet,

nous pouvons pourtant nous demander ce que nous risquons face à un objet docile qui suivra mieux qu'un humain les réglementations de la route. En avançant le piéton n'expose t-on pas les passagers du VA à un voyage lent et inconfortable? Et à l'inverse, risque t'il de nous asservir en appliquant rigoureusement ces normes, sans marge de manœuvre possible ? Mais quel rôle la prise de décision a t'elle dans l'interaction VA-piéton ?

²⁵ Pavan Vasishta,
Dominique
Vaufreydaz, Anne
Spalanzani, *Natural
Vision Based Method
for Predicting
Pedestrian
Behaviour in Urban
Environments. IEEE
20th International
Conference
on Intelligent
Transportation
Systems, Oct 2017,
Yokohama, Japan*

Capacité de prise de décision

Une décision relève d'une activité réflexive qui permet de diriger l'action. Quant à la délibération, c'est un processus de réflexion qui donne lieu à la décision. Nous allons mettre en lumière ce qui diffère entre une prise de décision humaine et celle que peut réaliser un VA. Si l'on peut attribuer des "décisions" aux VA, c'est la "délibération" que l'on va leur refuser. Leurs décisions sont programmées et non délibérées.



▲ Rencontre et présentation de recherches ²⁵

Lors de ma première semaine de résidence à l'Inria en octobre, j'ai eu l'occasion de rencontrer Pavan Vashita et d'assister à sa présentation de thèse portant sur un modèle de prédiction des comportements et trajectoires des piétons qui affine la prise de décision du VA. Ici, le VA anticipe les comportements et trajectoires des piétons et prend donc la décision d'activer les freins

Que le processus décisionnel soit cognitif ou algorithmique, il aboutit à une action, mais garde toujours un degré d'incertitude. En effet, cette indétermination se manifeste différemment : pour l'humain par l'intuition, l'expérience et le filtre affectif, pour l'objet autonome par la prédictibilité d'un environnement au comportement imprévisible. Par cette incertitude, on admet une irrationalité dans un système rationnel. En fonction du résultat de l'analyse des données issues des comportements, l'objet autonome peut prendre une décision de conduite, c'est cette faculté qui lui présuppose une autonomie dans sa navigation.

Les usagers se sont familiarisés à l'espace urbain, mais quand est-il d'un objet, tel le VA, qui doit manipuler les concepts complexes d'un environnement muable et instable afin de prendre des décisions. L'objet autonome n'a donc aucun moyen de réagir avec flexibilité aux contingences issues de l'environnement, tandis que le piéton peut s'en émanciper par des stratégies « que l'établissement d'un lieu offre à l'usure du temps », et par des tactiques émanant d'une « habile utilisation du temps, d'occasions qu'il présente et aussi des jeux qu'il introduit dans les fondations d'un pouvoir »²⁶. L'objet autonome peut lui aussi introduire des stratégies dans son comportement. Prenons l'expérience de Vishnu Karakkat²⁷ qui utilise la stratégie du suivi d'un leader²⁸. En octobre dernier, j'ai rencontré sa directrice de thèse, Anne Spalanzani, qui m'a présenté ce projet de recherches sur la navigation robotique dans un espace social. Afin de planifier sa trajectoire, la chaise roulante autonome se base sur celle d'un agent humain afin de naviguer en sécurité dans une foule. C'est par la mise en place de stratégies dans son déplacement que l'objet autonome peut également faire preuve d'intentionnalité. Ce projet fait écho à la distinction d'intentionnalité faite par Searl. Ici, la seule intentionnalité que l'on peut attribuer à un VA est dérivée, c'est-à-dire qu'elle repose in fine sur l'intentionnalité humaine.

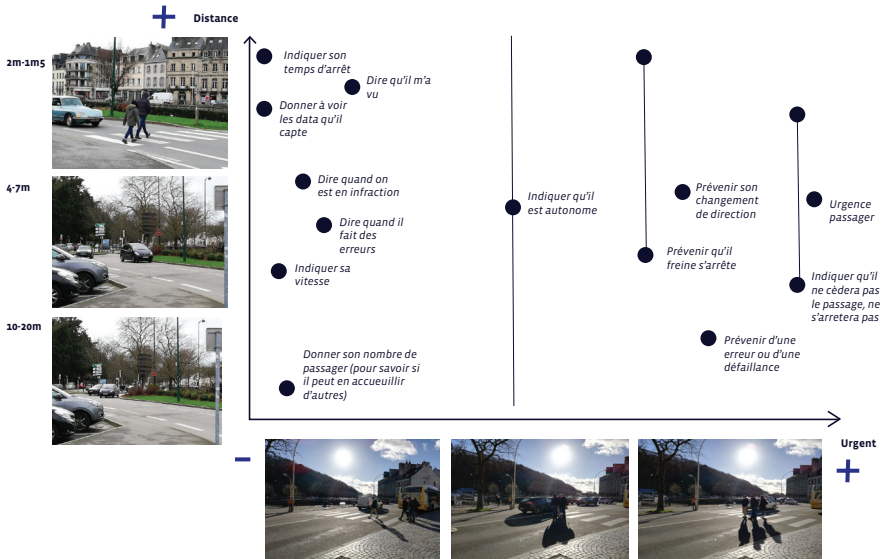
²⁶ Michel De Certeau, *L'invention du quotidien*, 1990, p 63

²⁷ Vishnu Karakkat, Anne Spalanzani, *A semi-autonomous framework for human-aware and user intention driven wheelchair mobility assistance*, INRIA, 2016

²⁸ *Follow the leader model*

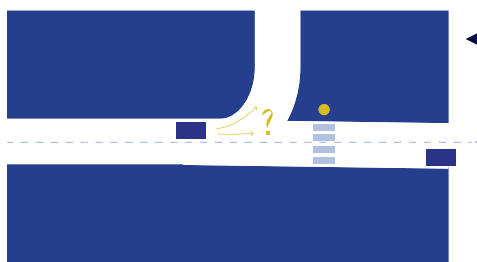


▲ Chaise roulante semi autonome stratégie d'imitation du comportement humain, Vishnu Karakatt, Inria



▲ Fig 5. Cartographie pour prioriser ce que doit transmettre comme informations le VA au piéton et aider la projection de scénarios, selon un axe de distance et d'urgence, Issue d'observations de terrain

Les scénarios suivants sont des exemples de scénarios parmi d'autres, qui illustreront comment piéton et VA manœuvrent pour rendre possible l'interaction avec l'autre. Dans un premier temps, la manœuvre est l'action d'un piéton isolé ou d'un groupe effectuée pour interagir avec un VA. C'est aussi l'action réalisée par un dispositif technique, ici le VA, remplaçant la main de l'homme, soit la conduite. La manœuvre est aussi sous-jacente à la conception de la médiation elle-même.



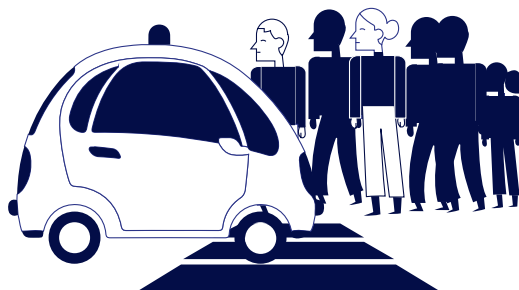
◀ Scénario 1
Le VA indique
qu'il va tourner.



◀ Scénario 2
Le VA va céder le
passage car il y
a peu de piétons
et son arrêt sera
alors court.

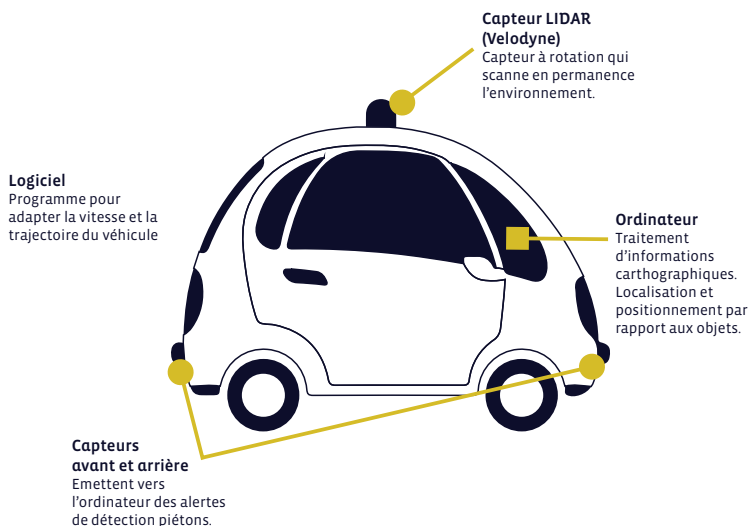


◀ Scénario 3
Le VA va céder le passage pour fluidifier le trafic piétons, mais imposera un temps de passage afin de ne pas rester arrêté trop longtemps.



◀ Scénario 4
Le VA ne va pas céder le passage. Après son délais d'arrêt le VA redémarre mais signale en amont son action.

Nous venons d'illustrer les déficits qui peuvent avoir lieu dans nos interactions avec l'objet autonome, dont nous avons tenté de cerner les détonateurs et les freins. Cela amène à s'interroger sur les dissonances et les parallèles comportementaux immergés dans un environnement imprévisible, notamment celui du piéton et du VA dans la ville. C'est à travers le regard de son interlocuteur humain que l'objet autonome acquiert un comportement intentionnel, ou plutôt intentionnalisé. Cette projection bouleverse notre interaction avec l'objet et instaure une dissymétrie à laquelle chacun réplique par des stratégies en vue de penser l'interaction avec l'autre. Nous allons donc voir dans la partie qui suit quels peuvent être les axes d'amélioration de la capacité d'interaction du VA avec son environnement.



▲ Ensemble des capteurs et éléments du VA



Chapitre 2

Améliorer la capacité d'interaction de l'objet autonome

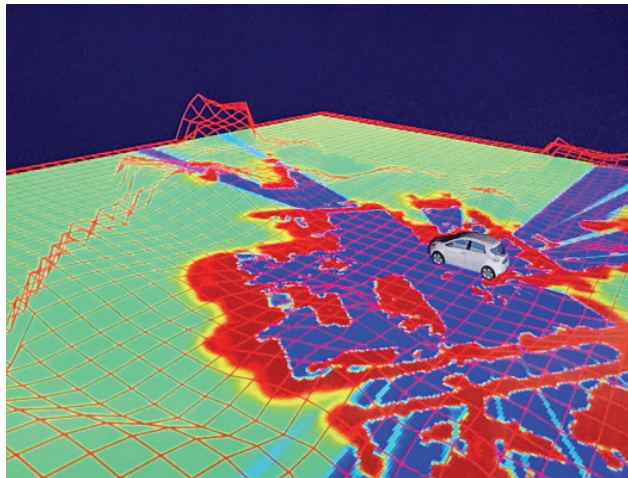
La question de l'interaction entre piéton et VA est un sujet récent, présent dans l'actualité et dans la culture sous le prisme du fantasme et de la défiance. Nous avons avec l'objet au comportement intentionnalisé une relation mêlant narration et réalités techniques. Dans la partie qui suit, nous traiterons des issues de cette interaction défailante, en abordant comment l'intentionnalité de l'objet peut manifester un intérêt lors de la rencontre entre humain et objet autonome.

I. La prise en compte de l'environnement urbain

Interprétation

²⁹ *Light detection and ranging*

Pour comprendre son environnement, le VA est dépendant de son contenu technique, soit l'ensemble de ses capteurs. Par exemple, les caméras et les lidars²⁹ d'une voiture autonome perçoivent une forme. Les données recueillies sont transmises au logiciel qui, par l'analyse de ces données, l'interprète comme étant un piéton^{figure 6}. C'est à partir de ces informations que le logiciel comprend que le piéton s'engage pour traverser. Pourtant, le VA n'interpréterait que de façon externe les comportements perçus sous un angle béhavioriste : il se repose uniquement sur des réactions observables et en aucun cas sur un regard, une attitude, ainsi, il ne projette pas d'intériorité au sujet observé.



- ▲ Perception du VA de l'INRIA
 Représentation qui cartographie des zones :
- Obstacles statiques
 - Obstacles dynamiques
 - Zone libre
 - Limite de la perception



▲ Fig 6. Processus des données à l'information

³⁰ Lucy Suchman, *Plan and situated action*, 1987

³¹ Wendy Ju, « Ghost driver », 2016

L'objet autonome dépend d'un plan qui qualifie son comportement et le prive de toute ressource interprétative. L'anthropologue et sociologue Lucy Suchman souligne cette différence et note que le sujet humain « s'enrôle dans une interaction interprétative et constructive de la situation »³⁰. Néanmoins, la designer et chercheuse Wendy Ju démontre que face au VA, les piétons qui participent aux tests sont déstabilisés³¹. Ils ne savent pas comment faire sens du comportement du VA. La difficulté humaine à interpréter correctement le comportement du VA dépend de deux facteurs : le piéton le considère comme un objet aveugle et donc potentiellement dangereux, soit il projette une intentionnalité sur lui et a besoin de signes qui dans une grande partie des cas sont traités de manière anthropomorphique comme nous allons le voir.

Si l'objet autonome est en vigilance permanente, l'utilisateur a pour sa part une attention disséminée. En outre, il est nécessaire de savoir quelles sont les zones que les piétons voient en toutes circonstances. À cette fin, avec Dominique Vaufreydaz, nous avons réalisé une vidéo du point de vue d'un piéton pour évaluer la lecture qu'il peut avoir de la première, deuxième et troisième voiture dans une file de véhicules. Cette expérience a mis en évidence trois zones potentielles {figure 7}. Par la suite, il conviendra de pousser ce test plus loin pour éprouver les résultats dans différentes conditions. Ce choix s'appuie également sur une animation de mise en situation qui identifiera des modèles de niveaux et de distances de lecture en prenant en compte la taille moyenne d'un adulte et d'un enfant.

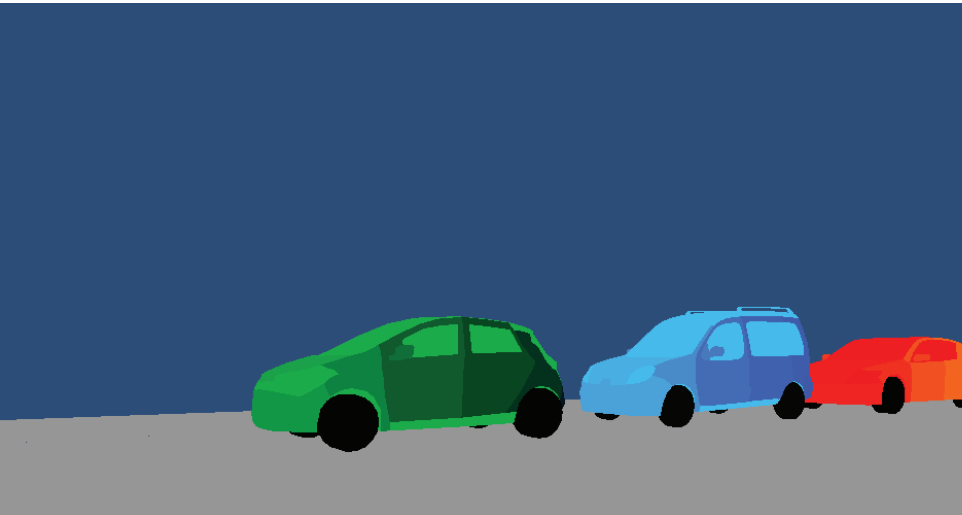


▲ **Expérimentation 03**

vidéo 360° immersive pour qualifier les zones à travailler et savoir où installer les dispositifs de communication sur le VA, INRIA, janvier 2019



▲ *Fig 7. Zones sélectionnées de prise d'attention*



▲ *Animation 3D afin d'évaluer les distances, ici selon la prise de vue d'un enfant, Rencontre de la chercheuse Laurence Boissieux, INRIA, février 2019*

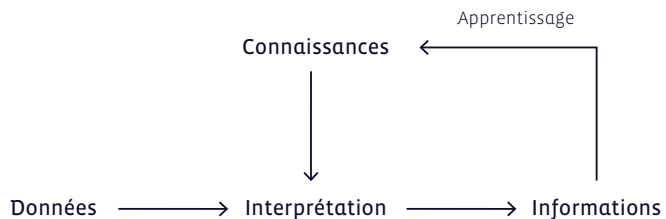
C'est donc la mise en contexte d'une donnée qui crée du sens afin de constituer une information. Bien sûr, le piéton n'a pas connaissance de l'ensemble de son environnement, mais est capable de sélectionner les données dans son parcours, d'en retirer un acquis d'expérience, une base de connaissances sur laquelle s'appuyer.

De la donnée à la connaissance

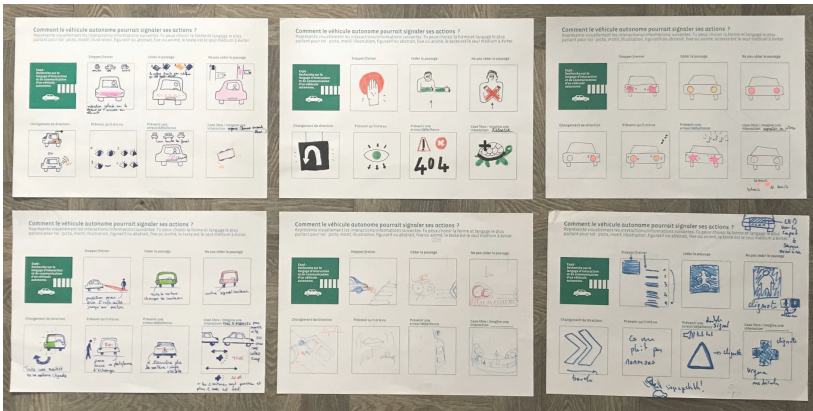
L'interprétation des informations se fait selon un seuil de connaissances. Le VA tire une partie de ses connaissances d'un déjà là constitué de cartographie, de scan, qu'il augmente par un apprentissage automatique : le Deep Learning.

Avant de se confronter à des situations réelles le VA a reçu au préalable un temps d'apprentissage afin de reconnaître un panneau de signalisation ou de discerner un humain d'un lampadaire. Cette phase consiste à mémoriser des scénarios, comme une traversée en dehors d'un passage piéton, pour être capable d'adapter la réponse aux divers contextes. Pour l'instant, le VA ne peut anticiper qu'un nombre restreint de situations, d'autant plus que son apprentissage repose sur son expérience, elle-même réduite. L'être humain a une expérience certes limitée, mais il est doté d'une imagination et d'une faculté d'abstraction qui lui permettent d'envisager un nombre indéfini d'actions possibles.

La connaissance{figure 8} serait ainsi une information comprise, c'est-à-dire assimilée et utilisée, qui permet d'aboutir à une action. Or, c'est cette prise de la connaissance qui doit rendre intelligible le comportement de l'objet autonome. Ces connaissances seraient de ce fait, le terreau des interactions piétons-VA.



▲ Fig 8. Processus des données à la connaissance



▲ Expérimentation 04

Atelier, “Créer le langage du VA”, Des similarités ont immergé dans les réponses des participants, qui pour la plupart se sont appuyés sur le connaissances du langages utilisés dans la ville (pictogrammes, panneaux de signalisation, appels de phares..)

Comme vue précédemment, cette interprétation du comportement est indissociable de la perception de l'ensemble de l'écosystème. Nous pouvons nous interroger sur comment les informations générées par le véhicule s'ancre dans cet environnement déjà tellement dense et chargé d'informations.

Réflexivité de l'environnement

L'environnement a une propension à subir les changements et l'intégration de nouveaux comportements. Pourtant, l'espace urbain renvoi aussi des injonctions de par sa configuration ou ses aménagements. Ces contraintes constituent une base de connaissances commune aux différents acteurs de l'écosystème. Le socle de connaissances du VA s'appuie aujourd'hui sur un « environnement explicite qui répartit l'espace public sur un mode binaire entre la voirie et le reste. Le risque est donc que l'espace public soit, partout, très fortement normé pour permettre aux voitures de se repérer »³².

³² Collectif Vraiment Vraiment, Op, 2018



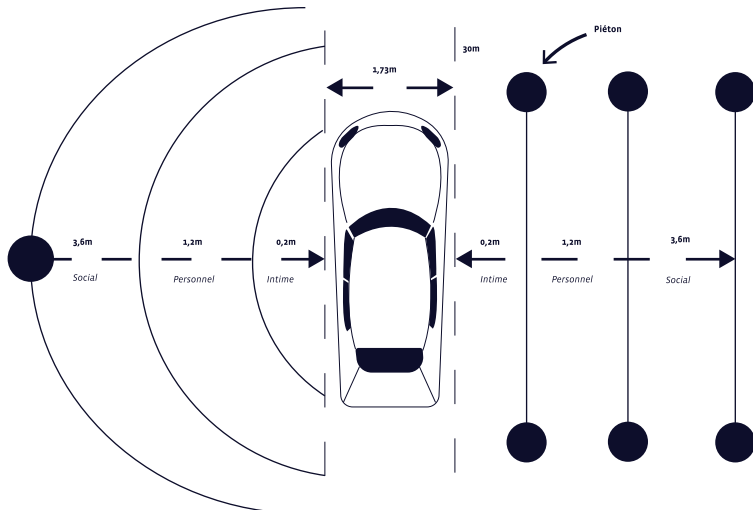
▲ *Smart Crossing, Direct line, voirie intelligente qui s'adapte aux situations, 2017*

Cette répartition “binaire” offre une vision très simpliste et appauvrie de l'interaction avec l'environnement. Elle en vient même à réduire la notion d'interaction à un ensemble segmenté, figé d'actions. Avec Smart crossing, le groupe Direct line reprend les codes de cette répartition pour donner à voir la ville comme interface de communication entre piéton et véhicule. Le risque est aussi que toute la communication ne dépend que d'un seul émetteur. Par ailleurs, je suivrai le parti-pris du laboratoire de ne pas penser l'interaction sous le prisme de la ville intelligente. Cette orientation a un intérêt notamment dans l'évolution urbanistique des villes qui avec l'avènement des smart cities pourraient se voir surchargées d'infrastructures supplémentaires et aussi dans le fait que le VA n'est pas amené à se déplacer uniquement en ville.

Les usagers font preuve de réflexivité, car ils savent que l'application d'une connaissance n'est jamais certaine face à l'imprévisibilité de la ville. Bien que son comportement soit dicté par l'environnement, nous avons pu voir précédemment que le VA pouvait déployer des stratégies pour s'adapter, témoignant son intentionnalité. Nous interrogerons le potentiel de ces tactiques dans l'échange avec le VA, tout en considérant la portée sur les infrastructures et les comportements piétons.



▲ Article de l'INRIA
 Cette expérience comprend 19 volontaires utilisant un casque de réalité virtuelle pour visionner 30 scénarios filmés du point de vue du passager assis côté conducteur d'une voiture autonome, afin d'évaluer les zones de confort entre le passager et le piéton



▲ Fig 9. Proxémie
 espace autour de la voiture délimité par des limites de confort, adaptation du schéma de la recherche menée par l'Inria
 Personal space of autonomous car's passengers sitting in the driver's seat au contexte des espaces de confort entre le piéton et le VA

II. La notion de rencontre dans l'interaction

Reproduire des signes d'intentionnalités

La rencontre entre piéton et VA donne lieu à un échange de données, seul support de compréhension. Pour se faire, on projette sur l'objet autonome des repères appris lors de nos interactions sociales. Les anthropologues nomment ce phénomène « l'accord anthropologique » ou la capacité à se figurer une entente dans une interaction avec l'objet autonome.

L'être humain a un penchant à sélectionner des informations qui ne sont pas forcément rationnelles, telles que se baser sur le regard du conducteur pour traverser, ce qui n'est pas possible avec un VA. Or, Wendy Ju suite à ces expérimentations sur le ressenti des piétons vis-à-vis d'un VA en est arrivée à la conclusion suivante : ce signe établit un rapport de confiance avec le conducteur et est l'élément qui manque dans une situation d'interaction avec le VA³³. Dans la même veine que le constructeur Jaguar Land Rover qui greffait en mars dernier une paire d'œils virtuels sur un VA, Semcom choisi la voie de l'anthropomorphisme. Il appose un sourire sur la calandre pour signifier que le VA cèdera le passage.

³³ Wendy Ju, *Op*, 2016

Le risque de projeter trop de caractéristiques humaines sur l'AV est qu'on lui attribue des capacités qu'il n'a pas. Dans le cas de la Smiling car, on aurait tendance à octroyer au VA une urbanité qu'il ne peut avoir. Nous sommes des êtres sociaux qui avons la capacité de projeter des normes sociales³⁴ sur l'objet autonome, en attendant d'eux une réponse marquée d'intelligence. L'anthropomorphisme peut s'avérer dangereux s'il nous invite à attribuer aux VA une flexibilité dont ils ne sont pas capables. Les actes de violence et de vandalisme commis sur des robots, tel Hitchbot le robot autostoppeur, illustrent cette dérive. D'ailleurs, le rapport de la DMV³⁵ en Californie évoque que dans deux des six accidents impliquant des véhicules autonomes, des personnes ont intentionnellement causé les collisions.

³⁴ Ervin Goffman, *Les rites d'interaction*, p 9

³⁵ Department of Motor Vehicles

Pourtant, les résultats collectés par Julia Fink sur la relation qu'ont les utilisateurs avec leur robot aspirateur contredisent le courant de pensée général en robotique qui veut que les individus projettent des caractères humains sur les robots. En effet, la majorité des foyers interviewés utilisent moins de termes anthropomorphiques à l'égard de leur aspirateur robot.

³⁶ *K.Mahadevan, S.Somanath, E. Sharlin, Communicating Awareness and Intent in Autonomous Vehicle-Pedestrian Interaction, 2017*

Tout comme le rapporte l'étude³⁶ parue en 2017 de l'Université de Calgary, Tobias Lagström et Victor Malmsten Lundgren sortent de la typologies de systèmes de communication anthropomorphiques sur un VA. Pour remplacer le contact visuel sur le VA, ils ont mis au point un prototype fixé sur le pare-brise, proche de la zone où le piéton porte son regard, qui signale quand le VA cède le passage. Ils éprouvent une autre manière de donner à voir l'intentionnalité du VA.

Comment véhiculer des signes sans s'écarter du propos premier qui est la compréhension du comportement rendu intentionnel du VA au piéton ?



▲ **Expérimentation 05**

Pour indiquer qu'il a remarqué le piéton et l'inviter à traverser, le VA projette au sol une silhouette. Cette aura lumineuse accompagne le piéton dans son déplacement

Vers un design de la médiation

D'après Wendy Chun, le design d'interaction s'occuperait de gouverner les comportements³⁷, voir de les manœuvrer. Quand le designer conçoit le comportement d'un objet autonome, il génère aussi celui de l'humain en face. L'utilisateur se retrouve ainsi enveloppé³⁸ dans son interaction avec l'objet autonome qui s'adapte, se module à lui, mais qui en retour le marque aussi. Le rôle du designer dans la conception d'interface ambiante est aussi de provoquer des occasions de s'écarter, de dévier de cette enveloppe, sans non plus s'éloigner de son intention de convier à la rencontre.

³⁷ Wendy Chun, *Programmed Visions*, p112, 2011

³⁸ James Ash, *the interface envelope*, 2015

³⁹ CNRTL

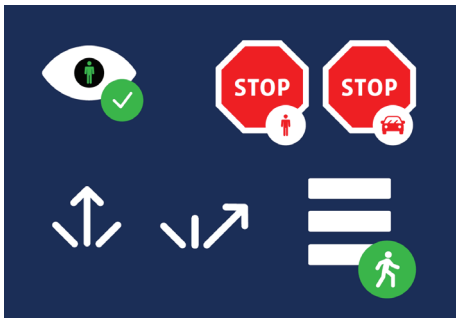
En phénoménologie, la rencontre est le « fait d'entrer en contact, en relation, de manière intentionnelle, avec autrui et le monde »³⁹. C'est donc de ce croisement de subjectivités que la rencontre naît et que l'espace intersubjectif transparaît.

Nous pouvons questionner la notion de rencontre dans l'interaction avec l'objet autonome et sous quelles formes elle se manifeste. Le VA peut s'appuyer sur des comportements déjà déterminés par les codes urbains pour se faire comprendre et ainsi faire appel aux connaissances déjà acquises par l'utilisateur. La startup Drive.ai tire également parti d'un mode de langage présent en ville. Elle a ainsi testé dans les rues de Dallas une interaction via des pictogrammes et de la signalétique textuelle. La navette informe le piéton de l'ensemble de ses manœuvres (avancer, arrêter, tourner...) et à l'occasion informe quand un humain reprend le contrôle.

Par la suite, j'ai souhaité juger les défauts et qualités que pouvait présenter ce mode de représentation. J'ai pu constater qu'il pouvait porter à confusion et prêter à des lectures différentes. L'enjeu ici est plutôt comment donner à voir des informations intelligibles qui captent l'attention et qui ne viennent pas se confondre dans un environnement complexe et déjà abondant de signes.



◀ **Expérimentation 06**
En s'appuyant sur un langage qui semblait s'adresser à un large nombre et exploitants des codes déjà existants tels les pictogrammes et la signalétique, je me suis confrontée à la difficulté de lecture de ces signes qui peuvent se confondre avec ceux de la ville et d'en avoir une interprétation exact.



◀ *Set de pictogrammes utilisés pour l'expérimentation*

D'après Gibson⁴⁰, l'affordance sert à guider le comportement de l'utilisateur. Il l'associe au concept "d'invite", ou d'invitation à effectuer des actions, tel que pour convier le piéton à traverser. Le feedback⁴¹ pour sa part, prend vie une fois l'action effectuée. Il s'agit d'un «retour d'information», dans notre cas à destination du piéton afin de lui indiquer l'action réalisée par le VA. Les feedbacks s'invitent à travers tous nos sens : bien souvent visuels, sonores ou haptiques. Mais comme le rappelle Dan Saffer⁴², quel que soit leur forme, les feedbacks ne doivent en aucun cas être intrusifs dans l'expérience de l'utilisateur. En d'autres termes, le feedback intervient comme un paramètre de l'entente. L'entente est à la fois, de l'ordre de la compréhension réciproque et de l'accord. Par ailleurs, un rapport de connivence se dessine dans le caractère tacite de l'entente entre VA et piétons.

L'entente est donc un point clé de ma recherche, qui permet à la fois d'établir une compréhension mutuelle dans l'interaction piéton-VA et de défier les effets de l'asymétrie dans la relation. Dans la partie suivante, nous nous focaliserons sur cette nouvelle interaction qui apparaît pour substituer la complicité sous-jacente à la relation conducteur-piéton. Comment manœuvrer les comportements pour initier l'entente ?

⁴⁰ Gibson James, *The economical approach to visual perception*, 1979, Edition Dehors, 2014, Chapitre 4, p 211-234

⁴¹ *Rétroaction en français*

⁴² Saffer Dan, *Micro-interactions*, 2013, O'Reilly Media, p 67



Chapitre 3

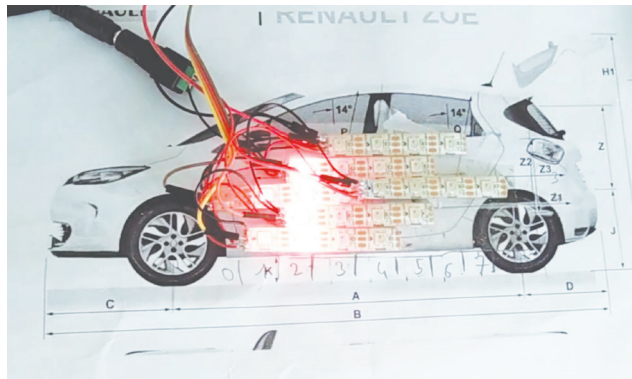
Pallier l'absence de conducteur

Dans cette dernière partie nous allons donc essayer de comprendre comment se construit ce rapport d'entente avec des objets rendus intentionnels. Nous tacherons d'en comprendre les mécanismes, mais aussi d'en prévoir les effets. Enfin, il sera inévitable de remarquer qu'il persiste encore de nombreux éléments qui sont de l'ordre du vestige. Nous verrons comment les dépasser pour aller plus loin dans une nouvelle relation avec le piéton.

I. Produire de l'entente

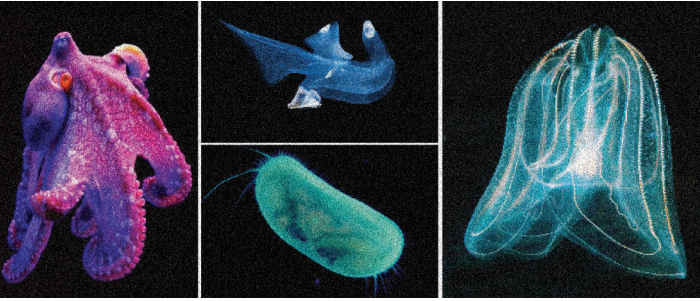
Mettre en lumière l'entente

Depuis janvier 2019, l'INRIA expérimente un système d'interaction par LED sur un véhicule autonome développé par Julien Alaimo. Dans le cadre de notre collaboration, j'ai pu m'appuyer sur les réflexions initiées et bénéficier des moyens du laboratoire pour requestionner et enrichir leurs travaux en cours. L'enjeu ici est de trouver un langage lumineux permettant de suggérer les intentions du VA et capable de s'adapter facilement à l'industrie automobile actuelle.

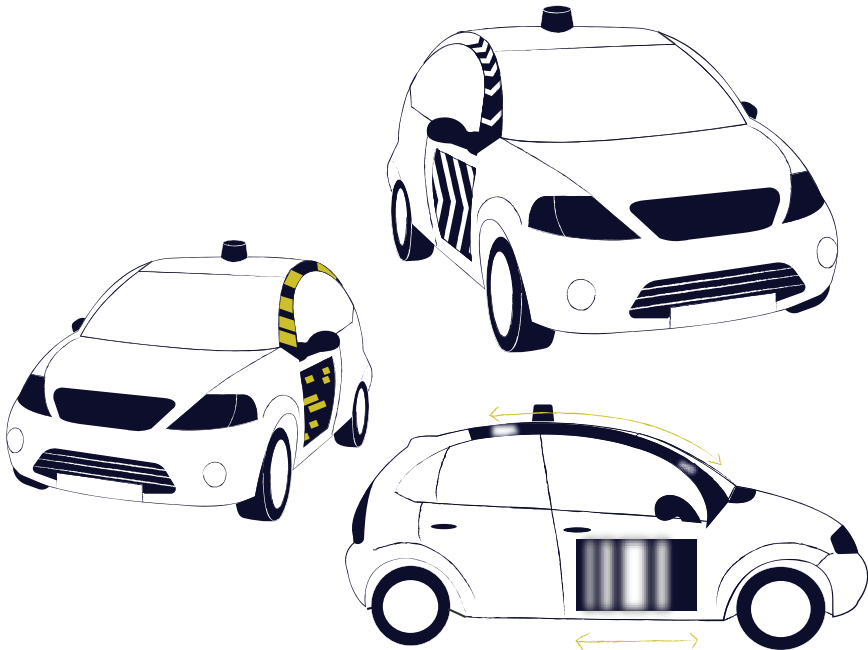


▲ **Premier prototype de communication par LED**
Développé par Julien Alaimo mis en opensource

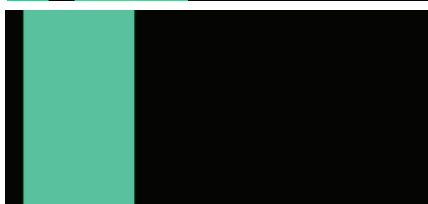
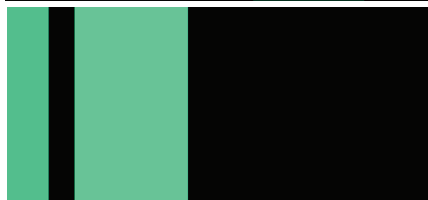
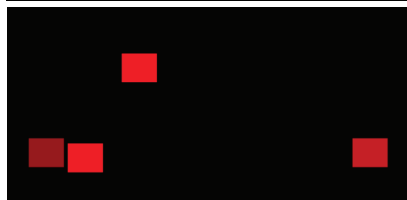
Afin d'exploiter ce système, j'ai débuté une série d'expérimentations au cours desquelles j'ai pu exploiter les paramètres de la lumière : densité, déplacement, surface, dispersion, intensité, fréquence, longueur d'onde. Mais avant d'initier cette démarche, j'ai observé comment ces paramètres étaient utilisés en robotique, dans la fiction et comment ils rentrent en jeu dans le contexte du langage corporel animal. Notamment avec la bioluminescence ou les variations d'intensité lumineuse qui permettent aux pieuvres d'interagir dans le cadre d'un conflit.



- ◀ Langage corporel animal
1. Dans des situations combatives, les pieuvres change de luminosité et adopte une teinte sombre, tandis qu'une couleur pâle indique un signe de retraite.
 3. Les Ostracodes une séquence de flashes pendant qu'ils nagent.
 4. Cténaire mnemiopsis



▲ Expérimentation 07
Croquis de recherches



Jeu de vitesse et de dispersion

Variation de rythme et de transparence



▲ **Expérimentation 08**
Séries d'animations pour indiquer l'arrêt et le redémarrage du VA. Ici, ce n'est qu'un test afin de mesurer la lecture et le comportement du piéton.



▲ Expérimentation 09 : à l'INRIA
*Animations précédentes intégrées sur le prototype
d'un système d'affichage par Led testé sur un véhicule.*

Les expérimentations 08 et 09 ne sont pas des prototypes de solutions finales mais des prototypes dont l'objectif est de vérifier nos hypothèses et de mesurer la lecture et le comportement du piéton. Au regard de ces premières versions, on peut se demander comment mieux les intégrer sur le volume du véhicule ? Quelles autres technologies pourrait-on envisager ?

Mais comment composer une interaction qui a à la fois une valeur informationnelle, mais aussi de connivence ? Si le laboratoire a pour objectif premier de signaler et prévenir, il faudra aussi s'en abstraire pour comprendre les mécanismes de la cohabitation en milieu urbain avec des objets autonomes.

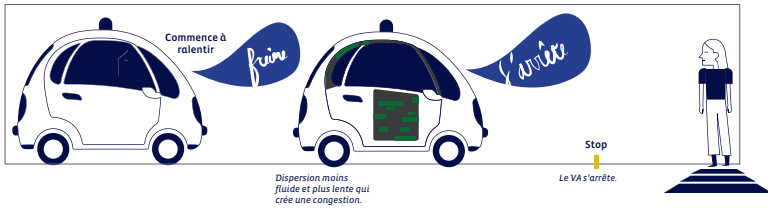
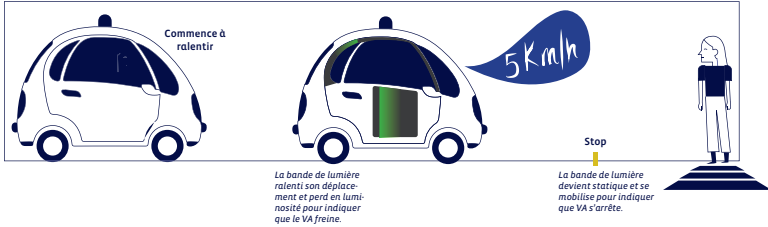
Incarner l'entente

Comment faire un effort d'empathie avec le VA ? En définitif, ce n'est qu'un simple véhicule doué d'une capacité à se déplacer sans manœuvre humaine. C'est dans son relationnel avec le piéton qu'il acquiert un autre statut, une autre présence qui diffère de celle d'un véhicule non-autonome. Mais si nous ne savons pas qu'il est autonome, pourquoi aurions nous des appréhensions ? Dans notre cas, nous avons pris le parti d'indiquer la nature du VA, mais comment l'accepter et le construire comme tel ?

À l'issue de ces expérimentations jouant sur les qualités informationnelles de la lumière, je me suis interrogée sur la pertinence des informations que devait transmettre le VA. Que doit-il montrer au piéton ? Ce n'est pas tant l'idée de traduire la vitesse qui est importante, mais il s'agit plutôt d'informer de son ralentissement, qu'il démarre, accélère... L'intentionnalité du VA ne peut résider que dans la transmission d'informations brutes, mais dans comment il



Le piéton voit le VA s'approcher, les bandeaux lumineux défilent rapidement.



▲ Expérimentation 10

Scénarios : que veut nous dire le VA ?

Dans le premier temps du protocole, j'ai déconnecté le relationnel de son environnement puis je l'ai rebouclé, car il est décisif d'éprouver comment cela se li(e) dans la situation et quels sont les impacts ambiants. Ainsi, en questionnant le milieu face à cette interface LED, on peut tenter d'imaginer à quoi ressemblerait une ville où tout les VA se mettent à s'illuminer. Quelle lecture en aurait le piéton ? Ne risquerait-on pas de créer un paysage urbain parasité qui dévaluerait l'expérience du piéton dans la ville. Quels peuvent être les impacts sur notre comportement, les manoeuvres que le VA peut avoir sur nous ?

Design Fiction

Interaction VA-piéton à l'horizon 2040

Présent

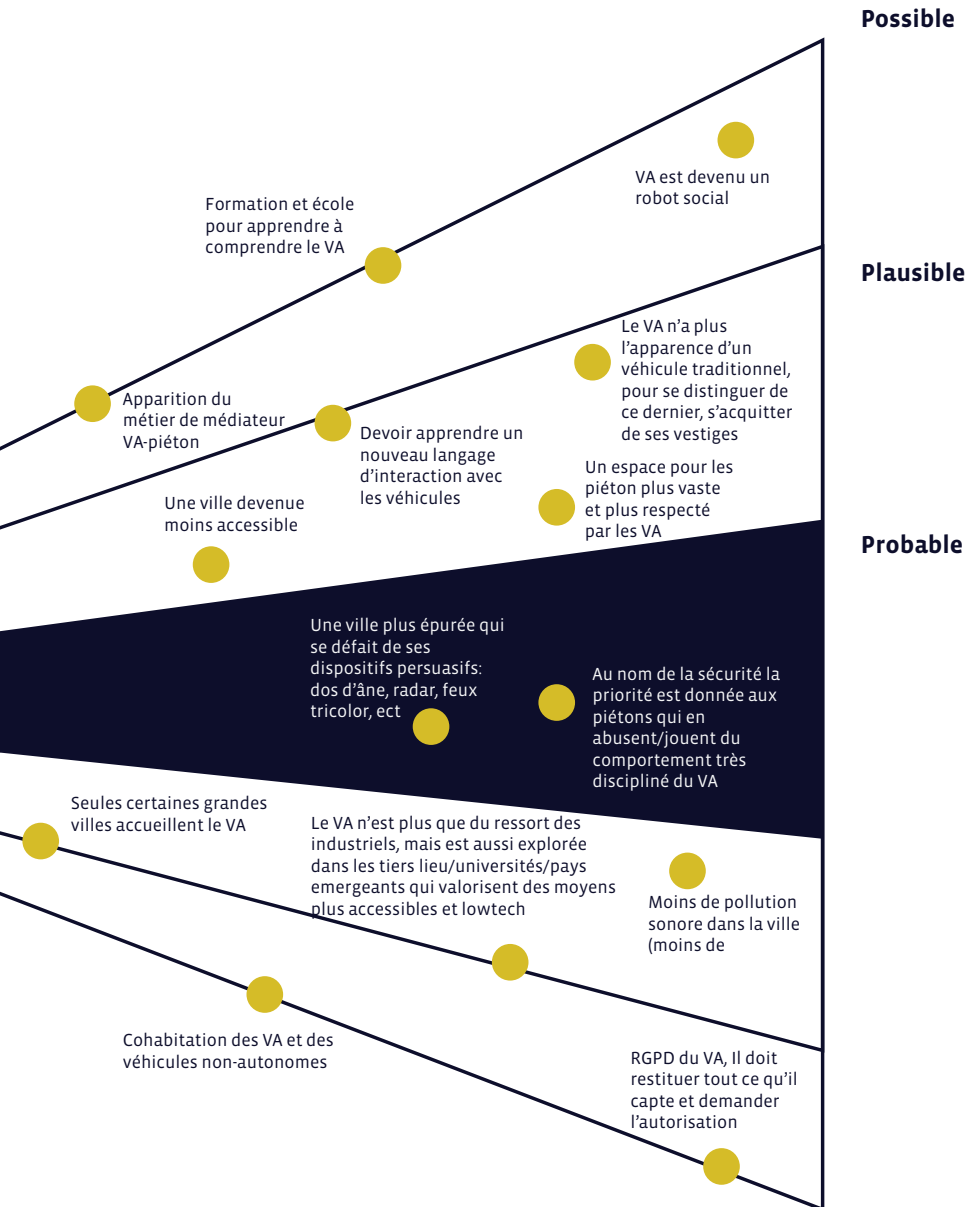


Violences et
dégradations
sur les VA

▲ Expérimentation 11

En reprenant The Futurs Cone, Joseph Voros, A generic foresight process framework, 2003

Les six participants ont cartographié sur le cône du future les projections des impacts de l'insertion des VA sur le paysage urbain, sur les interactions, les comportements...



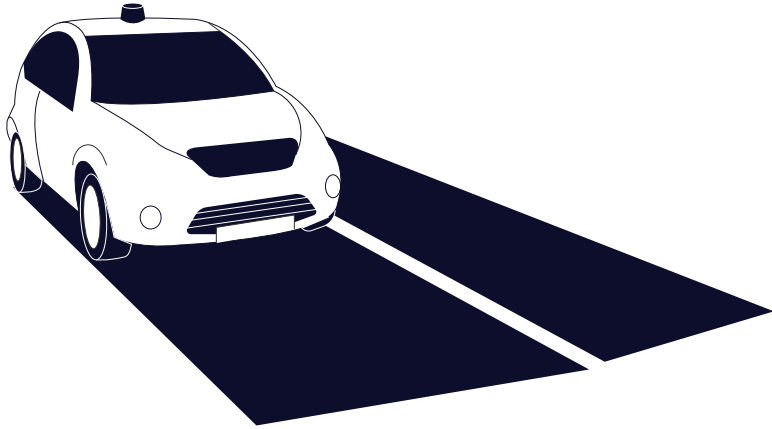
Entre l'être piéton et l'être VA se créer une interaction. Mais qu'est-ce que l'être VA ? Et surtout, qu'est ce qu'être piéton à l'heure des VA ? Peut-on penser la ville comme un théâtre où le piéton joue son rôle habituel et donne la réplique au VA ? Par la suite, je me permettrai de prendre des libertés, toujours dans le but de repenser ce véhicule comme surface d'échange et de communication, mais en élargissant les zones d'action.

II. La ville théâtre de l'entente

L'être VA

En reprenant le concept de « Ghost driver »⁴³ de Wendy Shun, nous mettons à jour les difficultés de se détacher des vestiges laissés par le conducteur : rétroviseurs, essuies-glaces, appels de phares, feux anti-brouillard. Là encore, on fait intervenir le conducteur par le biais de son spectre, mais l'étape suivante serait de considérer le caractère autonome du VA dans son entièreté. Si continuer de parler de fantôme conducteur, c'est encourager ce rapport à la maîtrise, à la manœuvre du VA, pourrions nous dire que les signes de l'autonomie serait qu'il n'y ait plus d'essuie-glace, de rétroviseurs, de volant... De même, le pare brise n'a plus d'utilité dans une telle conduite, ne pourrait-il pas devenir une interface d'interaction entre le piéton et le VA ? En effet, le piéton n'a plus besoin de reconnaître que le VA a besoin d'être conduit, mais plutôt qu'un autre langage émerge et se détache de ces parties fantômes, pour mettre en relief la transparence sur le statut du VA.

⁴³ Wendy Ju, « Ghost driver », 2016



▲ Expérimentation 12

Disparition des vestiges du conducteur sur le VA, Délaisser ces éléments fantomatiques pour assumer pleinement le statut de machine du VA



▲ Expérimentation 13 : Design critique (Vidéo @ objet)

*A. Le piéton fait un signe au VA pour lui demander de s'arrêter
B. Le VA accélère ses essuies-glaces pour indiquer qu'il cède le passage
C. Le piéton passe @ remercie le VA, Le VA signale qu'il redémarre par un appel de phare
D. Livret d'instructions à l'usage des piétons (Artefact issue de la vidéo de design fiction précédente)*



◀ Animation sur le par-brise qui invite le piéton à traverser et accompagne sa traversé



◀ Animation sur le par-brise qui signifie que le piéton est vu par le VA (comme si il le suivait du regard)

▲ Expérimentation 14

Recherches sur l'interprétation du regard et sur comment modéliser la sensation d'être vu par le VA. Donner un retour sur quoi la machine porte son attention. Pour Jérôme Monceaux "la propriété de pouvoir déterminer l'attention d'une machine, c'est qu'on peut en deviner l'intention"⁴⁴.

⁴⁴ Jérôme Monceaux, "Nos machines s'éveillent, sculptons-les !", TEDxInstitutMinesTélécom

La disparition de ces signes augurera une entente. Ce n'est qu'à partir de ce moment-là, que l'on reconnaîtra le véhicule comme autonome. Pour l'instant, il a toujours les attributs du même auxquels on va transposer des craintes, des appréhensions. Par ailleurs, c'est cette représentation-là de l'autonomie qui questionne l'être piéton.

L'être piéton à l'heure du VA

Comme précisé auparavant, nous devons penser l'interaction comme un ensemble. Être piéton ce n'est pas être isolé du VA, mais être mis en relation avec et dans la ville. L'environnement peut donc jouer un rôle de manière plus manifeste. Le VA a un comportement docile, la ville pourra ainsi se décharger des artifices mis en place pour pallier les défauts de la conduite de l'automobiliste.

Ya quelque chose qui me rend fou, c'est le fait qu'on mette les potelets sur les trottoirs alors que le problème vient des mauvais comportements automobiles. Résultat, voilà l'espace attribué aux piétons :

◀ *L'expérience piéton mise à mal par les infrastructures déployées dans la villes*



🗨️ 20

↻ 60

❤️ 133



0.5m trottoir - 2.5m stationnement - 1m bande cyclable - 3m voitures - 2.5m voie pour tourner - 6m voitures - 2.5m stationnement - 2m trottoir

Voiture : 16.5m, 82.5%

Piéton : 2.5m, 12.5%

Vélo : 1m, 5%

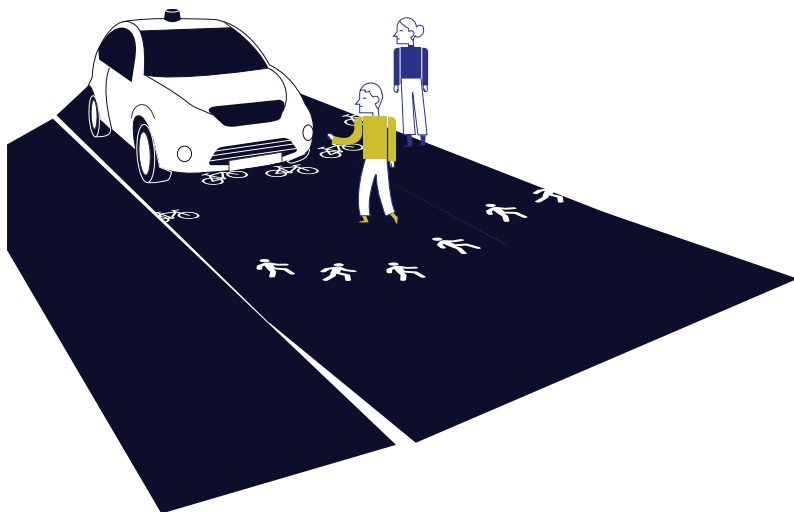


🗨️ 1

↻ 3

❤️ 4





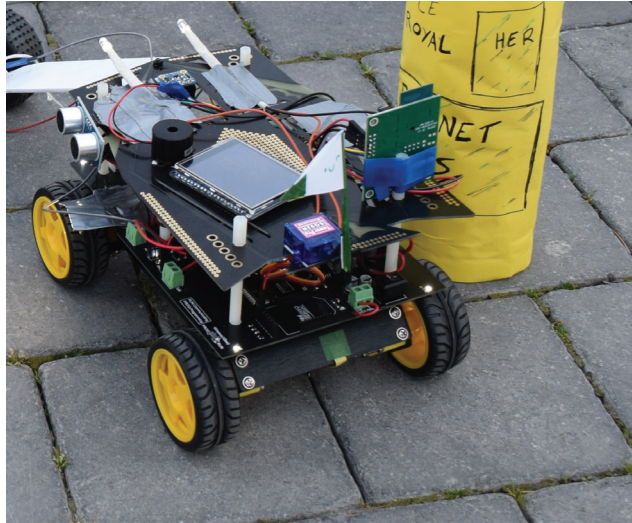
▲ Expérimentation 15

Disparition des éléments dissuasifs (potelet, dos d'âne...) mis en place face aux mauvais comportements des automobilistes. Une ville épurée où les piétons seraient moins contraints dans leur déambulation, tout en ayant des points repères telle de la signalétique temporaire pour rendre possible le partage de la voie.

⁴⁵ *Collectif Vraiment Vraiment, Op, 2018*

Les collectivités ont donc un grand rôle à jouer dans l'orchestration de l'expérience piéton. Comme le propose le Collectif Vraiment Vraiment, il faut "laisser une vraie marge de manœuvre aux villes"⁴⁵. Bien que cela pourrait se révéler paradoxale au vu des besoins d'homogénéité et de lisibilité du VA, comment proposer un support d'interaction modulable et appropriable .

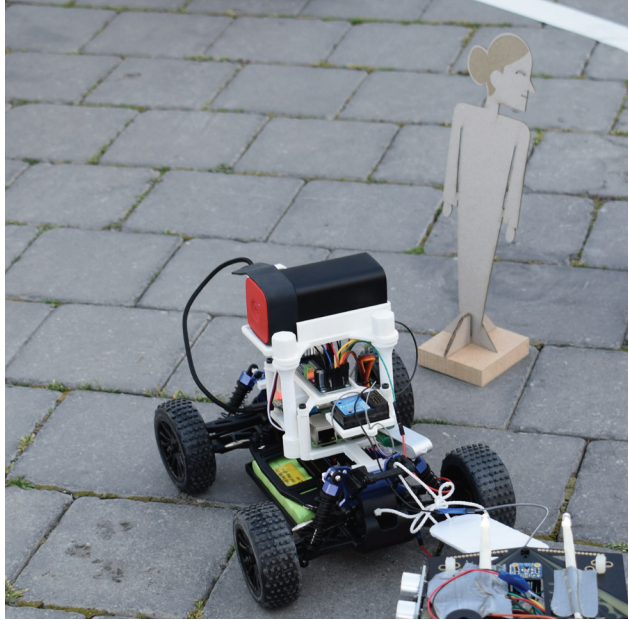
Nous pouvons également faire l'hypothèse que rendre le véhicule autonome atténuerait la pollution sonore. Dans un même temps, le piéton vivrait différemment son rapport à la ville. La nappe sonore libérée du son des vrombrissements de moteurs, donne à redécouvrir la ville autrement. Car c'est avec tout ses sens qu'il parcourt la ville, comment le piéton vivra t'il une ville dépouillée de tout ce qui pouvait entraver son expérience avec elle ?



▲ **Expérimentation 16 : Gestualité**
 workshop à la Cité du Design à St Étienne en mars
 Le VA miniature est muni d'un capteur de température
 infra-rouge. Ce dernier capte la source de chaleur émise par le
 piéton : pour lui céder le passage et signifier qu'il l'a vu le VA
 secoue de gauche à droite un fanion.

Dans une ville emplies de signes et d'images, le geste pourrait-il être un moyen de se distinguer ? En effet, le geste ancrerait une interaction davantage incarnée qui engage et invite le piéton à interagir. Par ailleurs, le son reprendrait-il de la valeur dans ce nouveau contexte d'interaction ? Les constructeurs de voitures électriques ont été les premiers à investir le champ des interactions sonores⁴⁶. Jaguar et Nissan proposent des compositions tout droit sortie d'un film de Science Fiction, Autolib le chant des grillons. mais comment exploiter la potentialité du son sans contribuer à la pollution sonore ? Ne pourrait-on pas magnifier les bruits existants de la ville, afin de capter l'attention de l'auditeur ? Par exemple, en mettant en exergue le son du cours d'eau le plus proche, du chant des oiseaux aux aurores...

⁴⁶ *Louis-Ferdinand Pardo, Nicolas Mis-dariis. Le silence du véhicule électrique – Problèmes et solutions, 2017*



▲ **Expérimentation 17 : Interaction sonore**
workshop à la Cité du Design à St Étienne en mars
Ici, le VA miniature émet un son aigu afin de prévenir le piéton qu'il l'a détecté

Ainsi, l'être piéton va être modifié dans ses dimensions interactionnelles, mais aussi sensorielles. D'une certaine manière, penser l'interaction piéton-VA, c'est construire la future expérience du piéton à la ville.

Conclusion

Le comportement du VA est intentionnel à partir du moment où ce dernier est en interaction avec un humain. C'est donc le piéton qui en projetant un caractère intentionnel au VA tend à panser la perte d'un interlocuteur humain. Cette manœuvre de la part du piéton est également un moyen d'interpréter des patterns qu'il aurait décelé dans le comportement du VA, afin d'interagir avec ce dernier. Au risque de s'y méprendre, en intentionnalisant le comportement du VA, le piéton peut lui allouer des qualités qu'il ne possède pas. C'est la forme que prend cette intentionnalité et le contexte dans lequel elle s'ancre qui influenceront le regard de l'utilisateur.

Contraint sous cette carrosserie de véhicule ordinaire, le VA peine à s'affirmer et à révéler son identité, son caractère autonome. En posant un regard critique sur la forme et le volume actuel du VA, nous soulignons qu'il ne suffit donc pas de penser des zones d'interfaces posées sur le véhicule, mais également la refonte d'un véhicule qui se manifeste comme un objet autonome. Aujourd'hui, le VA pour communiquer sur les manœuvres qu'il entreprend se dote principalement d'interfaces visuelles. Pourtant, en se déliant des vestiges laissés par le conducteur, nous avons vu que l'intentionnalité du VA peut s'incarner par des supports variés allant de l'animation, au son, au geste, jusqu'à l'ajout d'éléments greffés sur le volume. L'intentionnalité transparait dans les manœuvres du VA de manière à signifier ses intentions. Elle fait, ici figure de médiatrice des comportements en permettant de concilier les actions des humains et des machines.

D'autre part, cette collaboration avec l'INRIA a permis d'appréhender la complexité de la pratique du design dans le domaine de la recherche auprès d'un laboratoire en IHM. J'ai pu prendre part à un projet déjà amorcé et me reposer sur de

nombreuse références et publications de recherche scientifique, tout en convoquant d'autres domaines par le biais d'un état de l'art ouvert. Dans le cadre de ma contribution sur le projet HIANIC, j'aimerais approfondir la question de l'expérience du piéton dans sa rencontre avec le VA. C'est un point qui me semble essentiel et que j'aurai l'occasion d'explorer par la suite.

Les expérimentations réalisées au cours de ce mémoire sont à considérer comme des étapes, permettant un retour sur des éléments de lecture auprès des piétons, de provoquer et de tester des comportements. Elles sont des manœuvres de conception mises en place pour se positionner au regard de l'existant. Suite à ces différentes recherches, nous chercherons à éprouver d'autres moyens de donner à voir les manœuvres du véhicule et par-dessus tout, d'exploiter les formes et modalités que l'intentionnalité peut prendre dans l'expérience du piéton dans une ville peuplée de VA. J'ai ainsi choisi d'orienter ma recherche vers plusieurs axes de travail : dans un premier temps, il s'agira de questionner la sensation d'être perçu par le VA et ainsi comment exprimer l'attention portée par une machine, enfin, ce sera l'occasion de s'interroger sur le revers sensoriel de l'expérience piéton en prenant en compte les paramètres sonores, visuels, gestuels, mais aussi les modifications sur la ville et sur le comportement des piétons.

Sources

Bibliographie

Ash James,
the interface enveloppe, 2015

Chun Wendy,
Programmed Visions, 2011

De Certeau Michel,
L'invention du quotidien, 1990,

Dennett Daniel,
La Conscience expliquée, 1993

Élias Norbert,
La Société de cour, 1969

Fodor Jerry,
L'explication en psychologie, 1972, Seghers

Gibson James,
The economical approach to visual perception,
1979, Edition Dehors, 2014, Chapitre 4

Goffman Ervin,
Les rites d'interaction, pg

Illich Ivan,
La Convivialité, 1973

Jacob Pierre,
Précis de L'Intentionnalité, problèmes de
philosophie de l'esprit, 2007

Lagström Tobias, Malmsten Victor,
"Autonomous vehicles' interaction with
pedestrians", 2015

Merleau-Ponty,
Phénoménologie de la perception, 1945

Nova Nicolas,
Curious rituals, 2012

Oyama Susan,
“Penser l’évolution”, 1993

Philip K. Dick,
The Game-Players of Titan, 1963

Quéré Louis,
“La situation toujours négligée?”, 1997

Rahwan Iyad,
“Machine Behavior”, 2018

Ryle Gilbert,
Le concept d’esprit, 1949

Saffer Dan,
Microinteractions, 2013, O’Reilly Media

Sartre Jean-Paul,
L’homme et le néant, 1943

Searle John,
Le mystère de la conscience, 1990

Suchman Lucy,
Plans & situated actions, 1987

Stephen King,
Christine, 1983

Webographie

Aeon,
“To automate is human”, 2018

Alexandre Mussche & Romain Beaucher,
Collectif Vraiment Vraiment, Médium, “Voiture intelligente, ville bête : chronique des futurs possibles”, 2018

CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales)

Grimaud Emmanuel,
entretien pour Humanité, 2016

Jérôme Monceaux,
Nos machines s'éveillent, sculptons-les !,
TEDxInstitutMinesTélécom, 2018

Usbek & Rica, Sophie Kloetzli,
“Amazon distribue des gilets connectés pour protéger ses employés des robots”, 2019

Publications scientifiques

Eleonore Ferrier-Barbut, Dominique Vaufreydaz, Jean-Alix David, Jérôme Lussereau, Anne Spalanzani,
Personal space of autonomous car's passengers sitting in the driver's seat. IV'2018 - The 29th IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2018

Julia Fink, Valérie Bauwens, Frédéric Kaplan, Pierre Dillenbourg,
Living with a Vacuum Cleaning Robot, 2013

Hamlet, C., Axelrod, S., Kuerschner, S,
“Eye Contact as an Antecedent To Compliant Behavior. Journal Of Applied Behavior Analysis”
1984

Ju Wendy,
“Ghost driver”, 2016

Karakkat Vishnu, Spalanzani Anne,
A semi-autonomous framework for human-aware and user intention driven wheelchair mobility assistance, INRIA, 2016

K.Mahadevan, S.Somanath, E. Sharlin,
Communicating Awareness and Intent in Autonomous Vehicle-Pedestrian Interaction, 2017

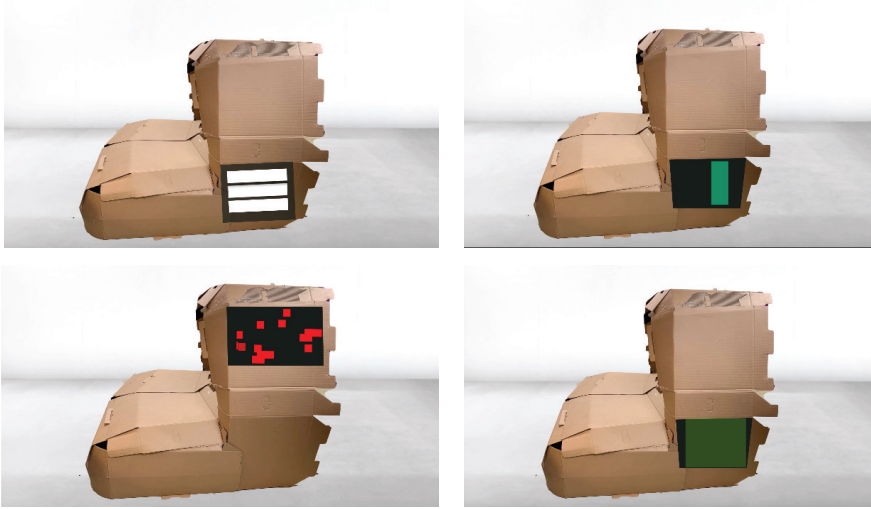
Quartey Benedict,
Affordable Modular Autonomous Vehicle Development Platform, 2018, Computer Science Department Ashesi University, Accra, Ghana

Vasishta Pavan, Vaufreydaz Dominique, Spalanzani Anne,
Natural Vision Based Method for Predict- ing Pedestrian Behaviour in Urban Environments. IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems, Oct 2017, Yokohama, Japan

Annexes



Tests et prototypage de types de représentations



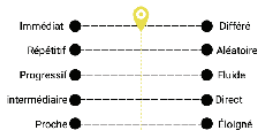
▲ Expérimentation

Mapping sur une maquette à échelle 1 de l'avant d'une voiture afin de tester les animations avant intégration sur le VA

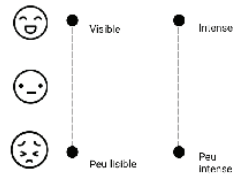
Grille d'évaluation

Ce que je vois...

Encourez la forme



Ce que j'interprète...



▲ Grille d'évaluation

En reprenant la grille SAM (Self-Assessment Manikin), Bradley et al, 1994 et "An Interaction Vocabulary. Describing: the How Of Interaction" de Sarah Diefenbach, Eva Lenz, Marc Hassenzahl, 2013.

Intégration des animations

INRIA, mars 2019

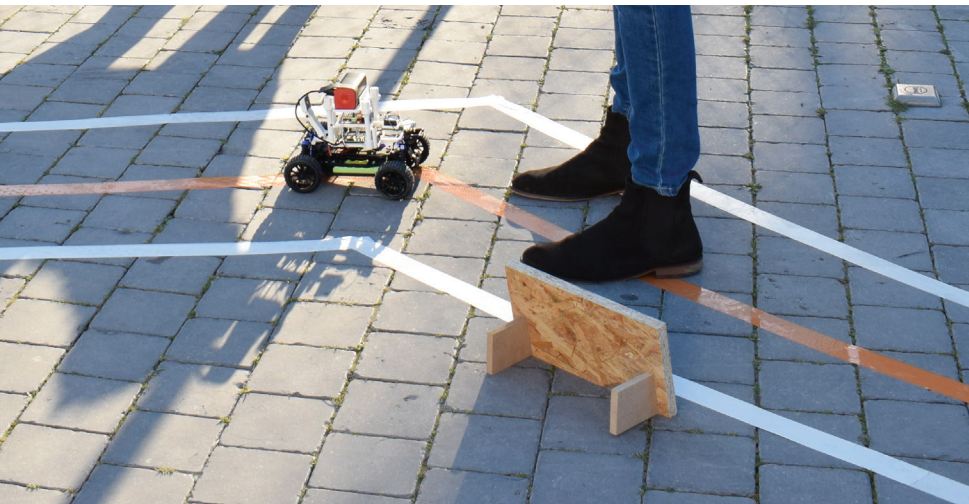


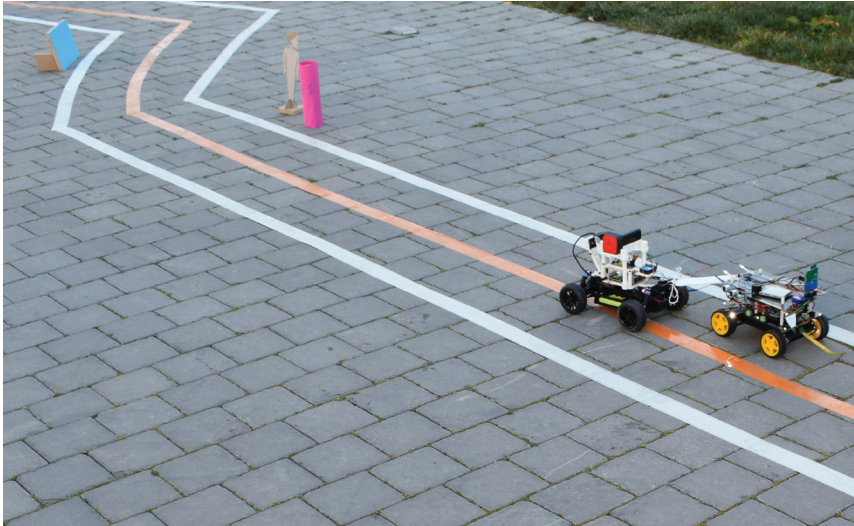
Workshop Roll-EE

du 25 au 29 mars à la Cité du Design à St étienne

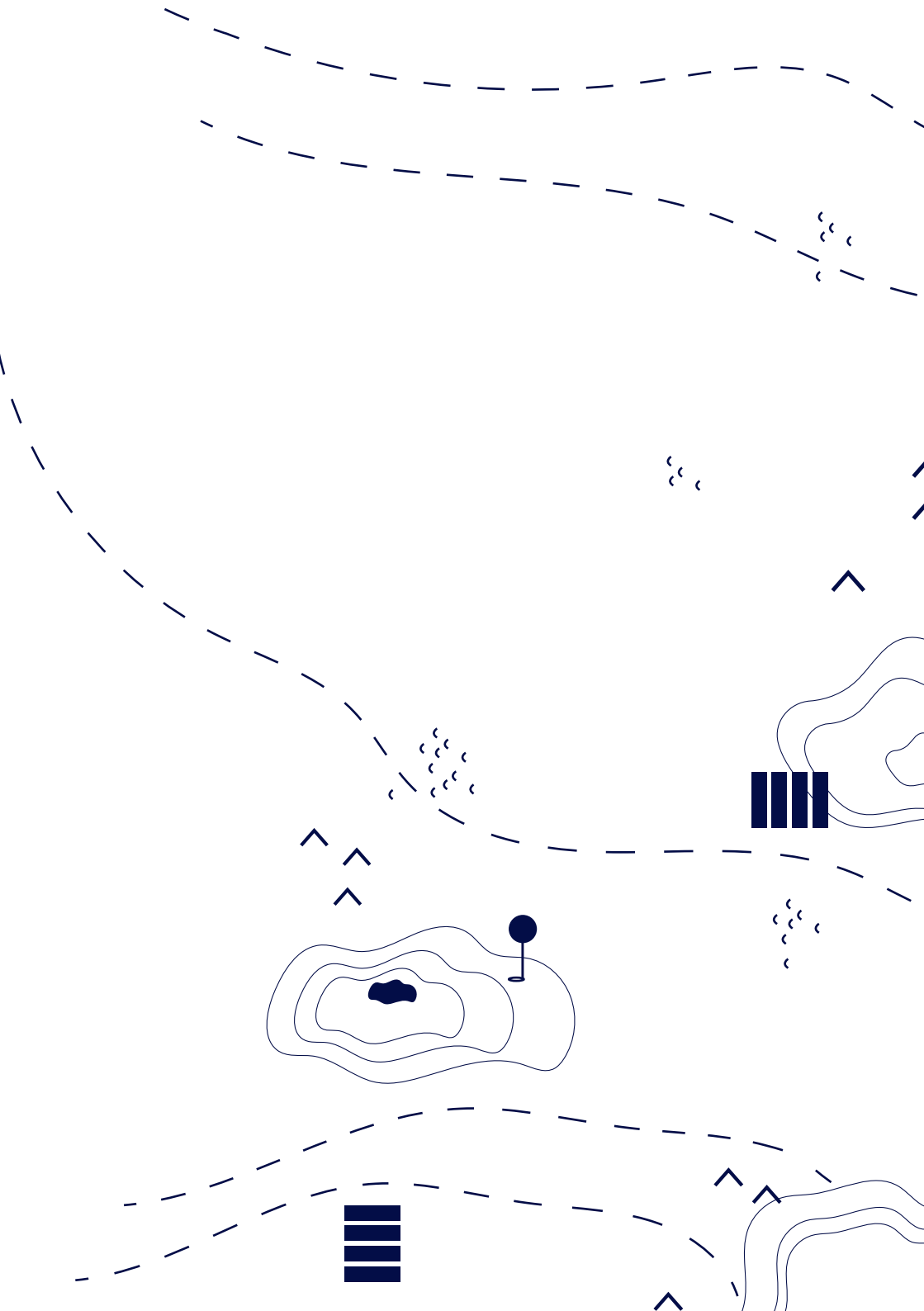


▲ Véhicule autonome miniature Roll-EE, Benedict Quartey, 2017
Support pour prototyper des interactions durant le workshop.





▲Création d'un parcours avec lequel le VA Roll-EE peut interagir







Colophon

Titre en *Faune italique*

Titres de chapitre en **Vista Sans Bold**,
titres en **Vista Sans Alt Med**, Légendes,
notes de bas de page, et petits sous-titres
en *Vista Sans Alt Ita*, et corps de texte en
Vista Sans Book



typographies créées par Xavier Dupre