

L'HUMAIN ET LA TECHNOLOGIE

E. REYNAUD
J. NAVARRO
F. OSIURAK
S. MISSONNIER
J. BIAUDET
F. INFANTE
E. CHAMBONNIÈRE
J. VACHERAND-REVEL
B. ANDRIEU
E. AVRIL
L. WIOLAND
J. CEGARRA





Expériences anorexiques. Récits de soi, récits de soin

C. DURIF-BRUCKERT

Armand Collin. 2017

272 pages

Christine DURIF-BRUCKERT, chercheuse en psychologie sociale et anthropologie (GRePS, Lyon 2) a mené des recherches sur les avoirs profanes et les récits d'expérience de la maladie ainsi que sur les questions alimentaires et les troubles du comportement alimentaire ¹. Elle nous adresse désormais un bel ouvrage sur l'anorexie des femmes adultes. Ecrit vivant, qui nous fait découvrir les représentations de ces femmes ayant une expérience de l'anorexie dans le temps (entre 5 ans et 40 ans), elle s'attache non seulement à recueillir la parole de 67 femmes, mais nous fait comprendre

la façon dont elles analysent la situation dans laquelle elles se trouvent engagées. Ainsi, elle les invite à répondre lors de l'entretien à une même consigne : « *Pourriez-vous me raconter le parcours qui est le vôtre avec l'anorexie, comment en êtes-vous arrivée là ? Comment le comprenez-vous ? Comment l'expliquez-vous ? C'est vous qui décidez par où vous voulez commencer, dans l'ordre où les choses vous viennent, comme dans une histoire* ». Le cadre de narration proposé à ces personnes, permet d'accéder à leurs propres logiques de perceptions et de compréhensions de l'anorexie.

Christine DURIF-BRUCKERT, au fil de ces entretiens, nous fait saisir comment s'est opéré le passage d'une forme transitoire qui caractérise le plus souvent l'anorexie adolescente à une forme plus chronique. L'intrigue se déploie à travers les quatre parties de ce livre : La première, « Mouvements », retrace dans la temporalité l'évolution des symptômes anorexiques, depuis le démarrage du régime jusqu'au refus du corps et de l'alimentation. La deuxième « Enfermements » décrit la constitution d'une identité anorexique, soutenue par une image sculpturale du corps et des modes de pensée construits sur le contrôle. La troisième partie « Processus », nous guide dans la compréhension du développement de ce processus tant dans le contexte familial, que sur la scène sociale. Enfin, la dernière partie « Détachements » évoque les questions autour de la sortie de la maladie. Comment ces femmes arrivent-elles à s'en sortir ? Quels obstacles doivent-elles surmonter pour y parvenir ?

Cet ouvrage passionnant, souligne combien ses femmes ont besoin d'être entendues comme sujets et témoigne également de leurs savoirs et expérience sur l'anorexie.

Un propos passionnant à avaler sans...modération.

Bruno CUVILLIER



¹ DURIF-BRUCKERT, C. (2007). La nourriture et nous. Armand Colin.

Dans un ouvrage intitulé *Le second âge des machines* (BRYNJOLFSSON & McAfee, 2015), deux économistes et prospectivistes du Massachusetts Institute of Technology (MIT) développent la thèse selon laquelle nous serions entrés dans un « deuxième âge des machines » qui se caractériserait par l'automatisation des activités pour lesquelles les humains et les « fonctions cognitives » étaient jusque-là considérées comme indispensables. Le terme de 4^{ème} révolution industrielle est ainsi évoqué, accompagnée par des technologies numériques (intelligence artificielle, internet des objets, robots-cobots, simulation, fabrication additive, réalité virtuelle ou augmentée, etc.). Sans entrer dans une démarche de prospective, il ressort au-delà des chiffres parfois contradictoires, que l'automatisation/robotisation pourrait ainsi transformer en profondeur non seulement le niveau de l'emploi mais également l'activité (professionnelle, éducative et formative, loisir...).

Les contributions de ce numéro de Canal Psy nous invitent à penser les modifications de nos façons de travailler, mais également d'apprendre en utilisant de nouveaux outils. Un premier article, intitulé « Cognition et technologie : passé, présent et futur » nous présente trois différents modes d'interaction avec les outils physiques, sophistiqués et symbiotiques. Il permet de mieux comprendre comment nous interagissons avec la technologie lorsque nous utilisons des outils physiques (le Passé), des outils sophistiqués (le Présent) et des outils symbiotiques (le Futur). Outre cette évolution temporelle, les auteurs soulèvent une question de fond portant sur la place de l'utilisateur « cantonné, un jour, à n'être que producteur d'intentions, et à déléguer les efforts et choix nécessités par leurs mises en œuvre aux machines. Une question importante est alors de savoir si cette restriction peut être considérée comme une source de liberté ou au contraire de privation ». Cette préoccupation rejoint celle de FRIEDMANN (1964), dont un des chapitres de son ouvrage *Le travail en miettes*, porte le titre évocateur : *La technique donne congé à l'homme. Où le reloger ?* La question de l'équilibre homme-machine, voire de l'accès de la machine à une autonomie, est une préoccupation de longue date. Elle est présentée dans un article intitulé « La mutinerie annoncée des robots : transitionnalité d'un double créatif ou syndrome de Münchhausen par procuration ? », dont l'auteur souligne le fantasme humain de mutinerie du robot qui relèverait d'un désir inconscient de rébellion de la créature conçue par l'humain. Il nous propose une genèse littéraire et cinématographique du robot rebelle. Cette fascination pour la machine chez l'humain se retrouve dans la perception du corps humain comme « machine ». Elle est à comprendre selon une double perspective, dans le cadre la pratique transplantatoire, comme nous le développe l'auteur de la contribution « Le cœur n'est-il qu'une pompe ? Le double enjeu du mécanisme ». Enfin, trois articles traitent de l'activité médiatisée. Le premier, présente dans le secteur du bâtiment de nouvelles pratiques collaboratives, médiatisées par divers dispositifs numériques, entre les partenaires impliqués à toutes les étapes d'un projet. Cette mutation numérique est soutenue par une méthode collaborative autour d'une maquette virtuelle partagée. Le deuxième nous présente les défaillances de coopération dans la relation homme-machine, à partir des données issues d'une situation réelle de planification de transport de marchandises. Le troisième propose une recherche-action visant à évaluer et analyser sur 24 mois l'évolution du langage de 20 enfants avec TSA. Ces activités médiatisées questionnent la façon dont nous interagissons avec des machines (artefacts) pour développer des modalités de coopération, qui ne sont pas sans questionner des modes relationnels émergents.

Ce numéro de Canal Psy nous invite à lire les outils à travers les hommes, vision anthropocentrée, pour laquelle l'usage que l'on peut faire de la technique, ne peut être indépendante de l'usage que l'on fait de soi. Cette perspective ouverte en psychologie est d'actualité...plus que jamais.

Bruno CUVILLIER

SOMMAIRE

L'humain et la technologie

Comment notre cognition façonne et est façonnée par la technologie : comprendre les interactions Homme-Machine du passé, du présent et du futur. par Emanuelle REYNAUD, Jordan NAVARRO & François OSIURAK	p.5
La mutinerie annoncée des robots : transitionnalité d'un double créatif ou syndrome de Münchhausen par procuration ? par Sylvain MISSONNIER	p.13
Le cœur n'est-il qu'une pompe ? Le double enjeu du mécanisme par Julien BIAUDET	p.21
Le développement linguistique chez des enfants avec trouble du spectre autistique (TSA) : apprendre avec une tablette numérique. par Françoise INFANTE	p.27
Insertion d'une application métier sur un chantier de réhabilitation : transformation du système d'activité de "levée de réserves" d'une conductrice de travaux par Elodie CHAMBONNIÈRE, Jacqueline VACHERAND-REVEL & Bruno ANDRIEU	p.33
Automatisation et opérateur humain : comprendre les défaillances de coopération pouvant apparaître entre les deux agents par Eugénie AVRIL, Jordan NAVARRO, Lién WIOLAND & Julien CEGARRA	p.39
Bibliographie du dossier	p.43

CANAL PSY

Directrice de la publication : Nathalie DOMPNIER, Présidente de l'Université,

Nathalie.Dompnier@univ-lyon2.fr

Directeur délégué : Bruno CUVILLIER,

Bruno.Cuvillier@univ-lyon2.fr

Responsable de la rédaction : Jean-Marc TALPIN,

Jean-Marc.Talpin@univ-lyon2.fr

Comité de rédaction : N. BALTENNECK, M. BOSSUROY, M-A. BURIEZ, B. CUVILLIER, M. DOUMERGUE, G. GAILLARD, R. MINJARD, F. OSIURAK, S. ROUAT, J-M. TALPIN et I. TAPIERO

Édition : Marc-Antoine BURIEZ,

Marc-Antoine.Buriez@univ-lyon2.fr

Canal Psy est une revue du département FSP et de l'Institut de Psychologie

Université Lumière Lyon 2

5, av. Pierre Mendès France - 69676 Bron Cedex

Tél. 04 78 77 24 76 - <http://psycho.univ-lyon2.fr>

Imprimé par RIME

ISSN 1253-9392

Crédits photos :

Couverture : Photo by Matthew HENRY on Unsplash

Page 18 : Photo by Eleventh Wave on Unsplash

Page 24 : Photo by Camilo JIMENEZ on Unsplash

Page 32 : Photo by Elia PELLEGRINI on Unsplash

L'HUMAIN ET LA TECHNOLOGIE

COMMENT NOTRE COGNITION FAÇONNE ET EST FAÇONNÉE PAR LA TECHNOLOGIE :

COMPRENDRE LES INTERACTIONS HOMME-MACHINE
DU PASSÉ, DU PRÉSENT ET DU FUTUR

EMANUELLE REYNAUD, JORDAN NAVARRO & FRANÇOIS OSIURAK

1. Introduction

Il y a 80 ans, lorsque vous, ou plutôt vos arrière-grands-parents, souhaitiez qu'une automobile démarre, il fallait avoir recours à un outil physique : la manivelle, et réaliser une action avec cet outil, plus ou moins longue, plus ou moins pénible et surtout plus ou moins fructueuse. Nos voitures modernes, équipées de démarreurs électriques, ne nous demandent plus qu'une simple pression sur un bouton pour le même résultat. D'ici quelques dizaines d'années, peut-être nous suffira-t-il même de penser à ce résultat pour qu'il se concrétise, éliminant toute dépense physique superflue. Ces différents modes d'interaction illustrent les modifications constantes qui s'appliquent sur notre technologie, en évolution permanente. Ce phénomène est caractéristique de l'espèce humaine (BOYD & RICHERSON, 1985). Un objectif de la recherche dans ce domaine est d'identifier les processus cognitifs qui sont impliqués dans ces différents modes d'interaction. La présente contribution est une première étape vers cet objectif ambitieux, et propose un cadre commun, basé sur l'idée que les hommes façonnent leur technologie, qui en retour les façonne également.

Cet article sera organisé en trois sections, décrivant tour à tour comment nous interagissons avec nos outils physiques (Passé), sophistiqués (Présent), et symbiotiques (Futur). Le gradient temporel introduit ici implique que, au niveau de l'espèce, les technologies physiques¹ sont antérieures aux technologies sophistiquées, qui sont elles-mêmes antérieures aux technologies symbiotiques. Ainsi, la proportion théorique d'utilisation de chacune de ces technologies est censée évoluer avec le temps (Figure 1). La distinction proposée ici entre ces différents types de technologies est également dicible au niveau cognitif : puisque nos intentions guident nos actions sur le monde, nous devons d'abord sélectionner une solution pratique (c.-à-d., le niveau pratique), et enfin la sélection et l'application d'une action technique (c.-à-d., le niveau technique ; Figure 2). Le point de vue que nous défendons ici est que l'évolution depuis les technologies physiques vers les technologies sophistiquées et symbiotiques tend à supprimer progressivement ces niveaux technique et pratique.

1 Les termes outil et technologie seront ici utilisés de façon interchangeable et dans une acception large pour référer à n'importe quel objet environnemental utilisé pour améliorer les capacités sensorimotrices ou cognitives de l'utilisateur (OSIURAK et coll., 2010).

Nous devons maintenant alerter le lecteur sur trois points. D'abord, il n'y a pas de vue globale dans la littérature scientifique qui synthétise les processus cognitifs impliqués dans notre relation avec les outils et la technologie. Ce manque reflète l'absence d'un cadre permettant d'unifier et d'organiser ce champ, afin de faciliter les échanges entre chercheurs travaillant sur des sujets divers (par exemple, les outils en pierre ou les interfaces cerveau-machines). Cela nécessiterait des développements théoriques et épistémologiques pouvant aboutir à un cadre de travail exhaustif et unique. L'objectif de notre article est de pallier ce manque en proposant dans un premier temps une structure potentielle permettant d'organiser la littérature sur ce sujet, en se basant sur l'évolution de notre technologie à travers le temps. Cette tentative pourrait être ensuite la pierre angulaire à partir de laquelle nous pourrions bâtir un cadre unificateur dans le futur. La seconde mise en garde concerne le nombre de processus cognitifs impliqués

lorsque nous envisageons la relation de l'homme avec sa technologie et ses outils. Nous nous sommes centrés ici sur deux processus centraux, à savoir le raisonnement technique et le raisonnement pratique, mais d'autres processus cognitifs sont bien entendu impliqués, et ceux-ci nécessiteraient des développements théoriques complétant cette première analyse. Enfin, à l'instar de nos interactions avec d'autres humains, nos interactions avec les outils et technologies peuvent prendre différentes formes selon le rôle que l'on attribue à la technologie (c.-à-d., compétition, collaboration). Ces différents niveaux d'interaction qui ont trait à l'aspect social seront discutés, au moins en partie, dans la troisième partie de cette contribution. Nous reconnaissons néanmoins la nécessité d'une revue plus profonde qui pourrait compléter la présente, en se focalisant sur les parallèles potentiels à tirer entre interactions sociales et interactions avec des agents artificiels (par exemple les technologies).

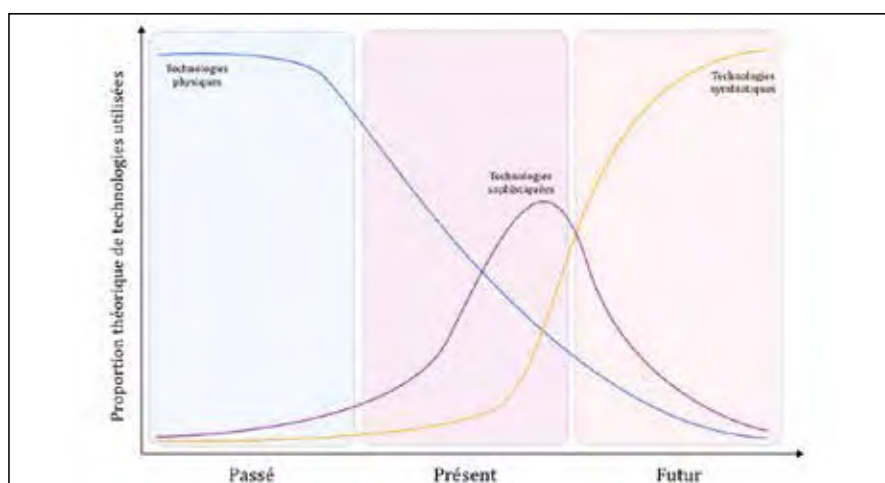


Figure 1. Proportion théorique des technologies physiques, sophistiquées et symbiotiques en fonction du temps. L'idée est que, au niveau de l'espèce, les technologies physiques sont antérieures aux technologies sophistiquées, qui elles-mêmes sont antérieures aux technologies symbiotiques. Avec le temps, les technologies physiques (par exemple les outils en pierre, le couteau, le marteau) ont tendance à disparaître et pourraient être complètement absentes dans un futur proche. Les technologies sophistiquées sont apparues plus tard et sont maintenant une grande partie des technologies que nous utilisons (par exemple les technologies basées sur des interfaces). Là encore, nous posons l'hypothèse que ce type de technologies sera de moins en moins utilisé. Enfin, les technologies symbiotiques se développent maintenant même si elles demeurent rarement utilisées (par exemple les interfaces cerveau machine). Dans un futur lointain, nous pouvons penser que les humains utiliseront uniquement, et ceci, de façon courante, ces technologies. Les trois panneaux colorés correspondent aux trois périodes de temps (Passé, Présent, Futur). La couleur associée à chaque type de technologie correspond à la technologie dominante pour la période (Passé : le règne des technologies physiques, Présent : le règne des technologies sophistiquées, Futur : le règne des technologies symbiotiques).

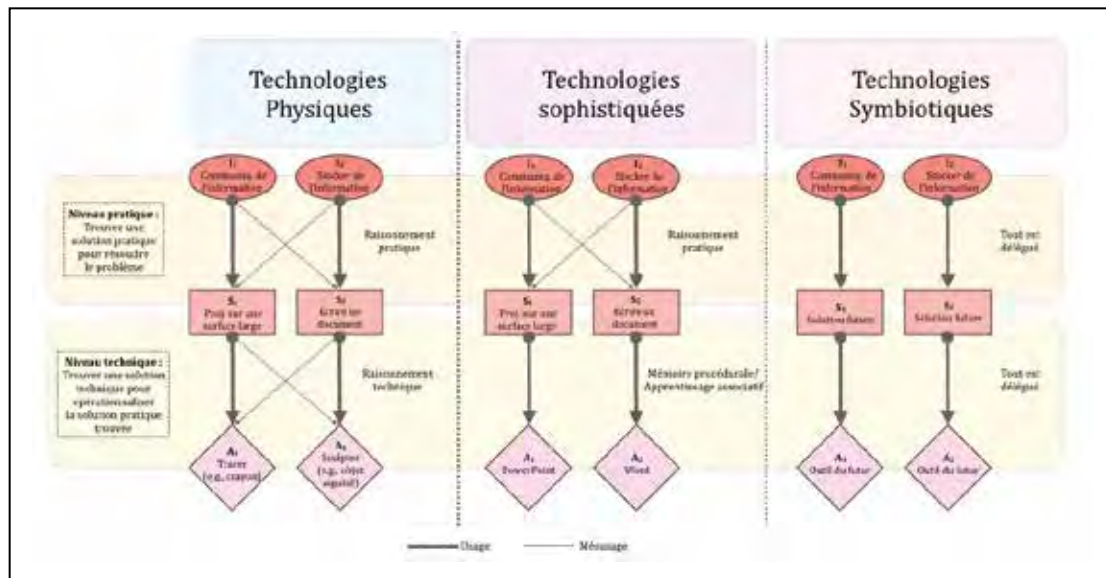


Figure 2. Processus neurocognitifs impliqués dans les technologies physique, sophistiquée et symbiotique. L'idée centrale est que les humains développent des technologies pour satisfaire des intentions (I). Pour cela, ils doivent choisir une solution pratique appropriée (S), ce qui les conduit à sélectionner et à appliquer des actions techniques (A). Pour les technologies physiques, l'intention peut être de communiquer de l'information (I1). Ceci peut être réalisé en projetant l'information sur une surface large (S1), ou en écrivant un document (S2). Il n'y a pas de bijection entre le « domaine » des intentions et le « domaine » des solutions pratiques : une intention donnée peut être réalisée par deux solutions pratiques différentes, et, inversement, une solution pratique donnée peut servir plusieurs intentions. A ce niveau pratique, les humains doivent imaginer la solution pratique la plus appropriée. Ensuite, une fois que la solution pratique est sélectionnée (par exemple S1), il faut alors l'opérationnaliser en appliquant un certain nombre d'actions techniques. Par exemple, si la solution pratique est de projeter l'information sur une surface large (S1), la solution technique peut être d'utiliser un crayon sur un mur. Là encore, il n'y a pas de bijection entre le domaine des solutions pratiques et le domaine des actions techniques. Pour les technologies physiques, les humains doivent raisonner d'un point de vue technique pour sélectionner et appliquer les actions appropriées. Cependant, pour les technologies sophistiquées, ce niveau technique est supprimé : les humains ont simplement à apprendre la procédure pensée par le concepteur pour interagir avec la technologie (par exemple, presser un bouton pour activer une fonction particulière). De façon intéressante, pour les technologies sophistiquées comme physiques, les utilisateurs sont toujours libres de raisonner à un niveau pratique afin de sélectionner la solution à adopter. Pour les technologies symbiotiques, ce niveau pratique est supprimé : l'intention est directement implémentée, sans avoir à décider entre plusieurs solutions pratiques, et en résultat entre des actions techniques. Les lignes grasses et fines représentent respectivement les usages et les mésusages, c'est-à-dire les chemins usuels ou non usuel que peut emprunter un utilisateur pour satisfaire une intention. Les technologies sophistiquées tendent à supprimer les mésusages au niveau technique, parce que les utilisateurs n'ont pas d'autre possibilité que d'activer la procédure pour réaliser la fonction (par exemple cliquer sur une icône pour lancer PowerPoint). Néanmoins, ils peuvent toujours divertir l'usage préétabli de PowerPoint pour satisfaire une autre intention (par exemple, comme un outil de mémoire externe). Pour les outils symbiotiques, les raisonnements techniques et pratiques de l'utilisateur pourraient être supprimés, car celui-ci n'intervient ni au niveau technique, ni au niveau pratique.

2. Le Passé: les outils physiques

Les outils physiques peuvent être définis comme les outils nous permettant d'accroître nos capacités sensorimotrices (VIRGO et coll., 2017). Même si nous utilisons toujours une large palette d'outils physiques de nos jours (le marteau, le couteau, etc.) nous pouvons considérer qu'ils correspondent aux premiers outils fabriqués et utilisés par l'homme pendant la préhistoire. Sur le plan cognitif, l'utilisation de ces outils physiques demande la compréhension des principes physiques (par exemple le principe du levier, la percussion, etc.). Les caractéristiques des premiers outils en pierre taillée indiquent que leurs fabricants possédaient une maîtrise basique des mécanismes de taille de pierre (HOVERS, 2012). L'utilisation que fait l'homme moderne de ces outils physiques requiert également cette forme de compréhension du monde physique (BRIL et coll., 2010).

Certains patients présentent des difficultés dans l'utilisation des outils du quotidien suite à une lésion cérébrale dans l'hémisphère gauche (OSIURAK & ROSETTI, 2017). Ces difficultés concernent non seulement la sélection de l'outil approprié, mais également l'action mécanique à réaliser par l'outil (par exemple, tenter d'enfoncer un clou en le frottant plutôt qu'en le percutant avec un marteau). Ces mêmes difficultés peuvent être observées lorsqu'on leur demande de résoudre des problèmes mécaniques en utilisant des nouveaux outils (GOLDENBERG & HAGMANN, 1998 ; Jarry et coll., 2013). Considérés ensemble, ces faits semblent indiquer que l'utilisation d'outils physiques trouve sa base dans la capacité à raisonner sur les propriétés physiques des outils et des objets, en appui sur les connaissances mécaniques. C'est ce que nous appelons le « raisonnement technique » (OSIURAK et al., 2010; OSIURAK & BADETS, 2016). Cette forme de raisonnement est centrale pour former une représentation mentale de l'action mécanique intentée. C'est aussi le processus qui nous permet de générer des exemples de « mésusage technique » (Figure 2) également appelé « détournement d'usage », et qui correspondant à l'usage d'un outil pour un but non-usuel (OSIURAK et coll., 2009). De tels exemples peuvent être observés relativement tôt chez les humains. Un enfant de deux ans peut par exemple utiliser une petite cuillère pour marteler un morceau de fromage dans sa purée et appeler la cuillère « un marteau ». L'enfant sait que la

cuillère n'est pas un marteau, mais s'amuse de ce martèlement et trouve pratique d'utiliser la cuillère pour cela, à ce moment précis.

Le raisonnement technique pourrait être unique à l'espèce humaine (PENN et coll., 2008), ce qui pourrait permettre d'expliquer un certain nombre de nos spécificités, par exemple notre capacité à utiliser un outil pour créer un autre outil, ou encore l'utilisation d'outils complexes pour transformer notre énergie motrice en différentes énergies mécaniques (OSIURAK et coll., 2017). Des faits convergents, issus de la neuropsychologie et des neurosciences cognitives particulièrement, suggèrent que le raisonnement technique pourrait engager l'aire PF, dans le cortex pariétal inférieur gauche (GOLDENBERG & SPATT, 2009; REYNAUD et al., 2016), qui n'existe pas chez les macaques ou d'autres primates non humains (ORBAN & CARUANA, 2014).

Avant de poursuivre avec la section suivante, un aspect important doit être considéré. Le raisonnement technique est fondamental pour la fabrication de n'importe quelle technologie, qu'elle soit physique, sophistiquée, ou symbiotique. Pour les technologies physiques, il n'y a pas de distance entre le fabricant et l'utilisateur de la technologie : l'utilisateur a besoin de fabriquer mentalement la technologie avant de s'en servir (OSIURAK & HEINKE, 2017). Si vous souhaitez couper une tomate, vous êtes libre de choisir parmi une large gamme d'outils. Néanmoins, votre sélection sera basée sur les propriétés physiques de la tomate, vous amenant à choisir un outil avec les propriétés physiques appropriées relativement à la tomate. D'une certaine façon, vous fabriquez tout d'abord votre outil *mentalement* (en pensant à quelque chose d'assez solide et d'assez tranchant), puis vous le sélectionnez *réellement*. Les choses sont différentes pour les technologies sophistiquées, qui correspondent en gros aux technologies basées sur une interface (par exemple les ordinateurs). Une caractéristique centrale de ces technologies est que le fabricant ou le designer a conçu la technologie de façon à, en principe, faciliter l'interaction avec cette technologie, pour que l'utilisateur n'ait plus à comprendre les principes physiques qui en gouvernent l'usage. Dans ce cas, l'utilisateur ne fabrique pas mentalement l'outil avant de s'en servir, mais apprend plutôt la relation arbitraire entre l'action motrice et son effet. Le corollaire est que les technologies sophistiquées peuvent s'affranchir des capacités de raisonnement technique (Figure 2), en utilisant plutôt des processus cognitifs plus basiques

par exemple l'apprentissage associatif et la mémoire procédurale (OSIURAK & HEINKE, 2017). Au moins deux sources de preuves concourent à supporter cette idée. D'abord, les technologies basées sur les interfaces (par exemple les écrans tactiles) peuvent facilement être maîtrisées par les enfants, malgré leurs capacités plus que modérées à utiliser les outils physiques (BECK et coll., 2011). De la même manière, beaucoup d'animaux non humains, comme les babouins, peuvent maîtriser les écrans tactiles très rapidement, malgré l'absence de tout signe d'utilisation d'outils physiques (CLAIDIÈRE et coll., 2014). Ensuite, les patients avec une lésion du cortex pariétal inférieur gauche ont des difficultés à utiliser des outils physiques, mais ils n'ont aucun problème à utiliser des technologies basées sur des interfaces. Le pattern opposé peut être observé chez des patients présentant des déficits de la mémoire procédurale (par exemple dans le cas de la maladie de Parkinson), indiquant de ce fait une dissociation entre les capacités à utiliser des technologies physiques versus sophistiquées (OSIURAK, 2014, 2017).

3. Le Présent: les outils sophistiqués

Faire taire la sonnerie de son réveil, prendre un tramway, conduire une voiture, prendre l'ascenseur, pianoter sur son smartphone, etc. Avec la sophistication des outils et l'avènement des outils cognitifs (par exemple les tableurs informatisés) la distance entre le fabricant de l'outil et son utilisateur s'est énormément creusée, et nous utilisons désormais nombre d'outils que nous ne pourrions jamais construire de notre vivant. Ceci ne modifie pas la façon dont nous interagissons avec nos outils : le but de l'outil n'est pas dans l'outil lui-même, mais bien dans les intentions de celui qui l'utilise. Un écran d'ordinateur peut être utilisé tour à tour comme un panneau à post-it, comme un paravent permettant de s'isoler des regards, ou même comme un rétroviseur. C'est ce que nous avons appelé le détournement d'usage technique. Quelle que soit la nature de l'outil considéré, cela perdure, depuis un outil en pierre très simple jusqu'au plus évolué des smartphones pouvant tout de même être utilisé comme simple réflecteur. Ces outils sophistiqués limitent néanmoins la liberté de leurs utilisateurs au niveau technique, puisque ceux-ci, pour accéder à leurs fonctionnalités usuelles, doivent maîtriser un certain nombre de procédures précises préétablies (voir ci-dessus).

Certains outils sophistiqués que l'on peut appeler des outils automatiques (de l'Anglais *automation* qui décrit à la fois sur l'automatisme lui-même et le processus d'automatisation) n'ont pas pour ambition d'étendre les capacités des humains, mais plutôt de les remplacer (YOUNG et coll., 2007), et sont mal acceptés par les utilisateurs (NAVARRO et coll., 2011). La conception de tels outils pose des questions sur le rôle des humains dans nos sociétés, et sur ce qui doit être automatisé ou pas. Par exemple, effectuer une tâche hautement automatisée est souvent considéré comme déshumanisant (COECKELBERGH, 2015). Les gens choisissent également de réaliser automatiquement une tâche seulement si cela est beaucoup plus efficace que de la réaliser manuellement (NAVARRO & OSIURAK, 2015, 2017; OSIURAK et coll., 2013), comme si les humains tentaient de se prémunir contre la perte de libertés associée aux outils sophistiqués (Figure 2).

L'utilisation n'a pas un effet nul sur l'utilisateur : les outils changent évidemment la façon dont les humains font les choses, mais les outils changent également les humains eux-mêmes (HANCOCK, 2007). Toutes les données disponibles sur Internet nous donnent un accès facile et instantané à l'information. Mais cela altère également la façon dont nous mémorisons : sur le net, plutôt que l'information elle-même, nous mémorisons plutôt le lieu où accéder à cette information (SPARROW et coll., 2011). Ceci est-il bénéfique ou néfaste ? Cette question n'est pas nouvelle, au moins dans le champ de l'ergonomie cognitive. PARASURAMAN et RILEY (1997) énonçaient que l'automatisation d'une tâche préalablement réalisée manuellement "change la nature du travail réalisé par les hommes, souvent par des modifications qui n'ont pas été anticipées ou souhaitées par les concepteurs de cette automatisation" (p. 231). L'usage décrit ici réfère à la prédisposition toute humaine de détourner un usage d'outil automatique lorsque celle-ci est disponible. Outre une utilisation correcte, mais inattendue des outils automatiques, le mésusage (par exemple par excès de confiance envers l'outil automatique), et le désusage (du terme anglais *disuse*, par exemple par sous-utilisation de l'outil automatique) ont été rapportés. Ainsi, l'humain raisonne sur ses interactions avec les outils sophistiqués afin d'ajuster son comportement, non seulement en fonction du contexte, mais également en fonction de ses propres objectifs (LEPLAT, 1990). Par exemple, l'usage d'un outil automatique dépend

d'un équilibre entre la confiance que l'humain place dans l'outil et la confiance qu'il a en lui-même (LEE & MORAY, 1994). Ces données peuvent être interprétées si l'on convoque la propension humaine à continuer à raisonner en se basant sur des évaluations externes et internes (c'est à dire à réaliser des raisonnements pratiques). C'est à cela que nous faisons référence avec le détournement d'usage pratique, qui est la capacité à diverger de l'utilisation préétablie d'un outil (par exemple, utiliser PowerPoint comme moyen de communication instantanée), afin de satisfaire une intention alternative (Figure 2). Une question reste entière : celle des bases neuronales qui supportent ce raisonnement pratique. Sont-elles en partie les mêmes que celles requises par le raisonnement technique ? Sont-elles reliées à celles associées au raisonnement logique général ? Impliquent-elles des aires que l'on sait engagées dans des interactions avec d'autres humains, qui pourraient être recyclées pour raisonner sur des interactions homme-machine ?

Un autre aspect des outils sophistiqués est que la perception ou l'inférence des fonctions d'un outil peut parfois être compliquée à cause de la distance entre le fabricant et l'utilisateur de l'outil. Ceci peut alors favoriser l'occurrence d'usages inappropriés et/ou inefficaces. Pour contrer ce phénomène, une conception centrée sur l'humain a été proposée (BILLINGS, 1991). Ce processus de conception, largement utilisé dans de nombreux domaines, est basé sur l'idée que les concepteurs d'un outil devraient prendre en considération autant que possible la logique de l'utilisateur ainsi que ses caractéristiques dans toutes les étapes de conception de l'outil. D'une certaine façon, considérer l'utilisateur dans le processus de conception tend à réduire la distance entre l'utilisateur et le fabricant. Néanmoins, si nous supposons que les humains sont enclins à raisonner pratiquement, cette quête est nécessairement vaine, puisqu'il n'y a pas de processus de raisonnement universel et, donc, pas non plus d'interaction homme-machine universelle, ni d'interactions naturelles avec des outils sophistiqués. Au contraire, l'interaction homme-outil est plutôt artificielle parce qu'elle se base sur un artifice : l'outil sophistiqué, dont l'utilisateur ignore, au moins en partie, la philosophie de conception et les principes de fonctionnement.

4. Le Futur: Les Outils symbiotiques

Enfant #1 : Tu veux dire qu'il faut se servir de ses mains ?

Enfant #2 : Ça ressemble à un jouet pour bébés !

Retour vers le Futur, Part II

Prédire le futur de notre technologie pourrait incomber aux arts divinatoires, s'il n'y avait pas eu quelques grands romans et films d'anticipation qui ont fasciné des générations. Les inventions géniales que contiennent ces œuvres se nourrissent de la science contemporaine, des aspirations de notre société, et produisent en retour des concepts que des entreprises et des laboratoires rêvent de développer. Des voitures autonomes volantes de *Blade Runner 2*, en passant par les interfaces basées sur les gestes de *Minority Report* ou les hoverboards de *Retour vers le Futur*, la fiction préfigure souvent des outils du futur. Certains ne seront jamais créés, par manque de technologie, de budget ou de faisabilité, mais certains seront peut-être part intégrante de notre vie d'ici 30 ans, comme les appels vidéo du film *Blade Runner 1* le sont aujourd'hui.

Ces outils du futur, tels qu'ils sont envisagés dans la fiction, semblent avoir une chose en commun : ils sont utilisés de façon fluide et pratique par l'utilisateur, en réduisant ou en abolissant quatre grandes contraintes : les contraintes liées à la mécanique, à l'espace, au temps, et à l'effort (OSIURAK, 2014). Les drones autonomes, les voitures volantes, les navettes de voyage spatial, les androïdes domestiques, les objets du quotidien dotés d'intelligence artificielle et censés subvenir à nos moindres besoins, seront censés remplir notre vie quotidienne et ne jamais nous submerger cognitivement. Ainsi, le futur dépeint par la science-fiction est toujours plus gouverné par la technologie, que l'homme opère sans peine en intégrant lui-même le système homme-machine, dans le rôle du Commandant en chef.

Ces fantastiques outils qui nous attendent sont, dans leur majorité, opérés par la pensée, la voix ou le geste. Puisque l'interaction homme-machine médiée par des souris ou des claviers est finalement lente, inefficace et parfois irréalisable, l'idée d'une communication avec des machines directement par la pensée a alors émergé (SCHALK, 2008). Le domaine des Interfaces Cerveau-Machine (ICM) (WOLPAW et al, 2002)

a d'abord débuté en s'impliquant dans des recherches visant à restaurer des capacités motrices pour des handicaps moteurs (CHAUDHARY et coll., 2016), puisque l'objectif premier des ICM est de traduire l'activité cérébrale ("les pensées") en commandes interprétables par une machine. Pour cela, l'activité cérébrale est recueillie à l'aide de capteurs, prétraitée, et associée à une action correspondante finalement réalisée par la machine. Cette association se fait par le système artificiel à l'aide d'un algorithme adaptatif qui apprend à reconnaître différentes formes de signaux cérébraux recueillis (BISHOP, 2006; MITCHELL, 1997). Une interaction ICM est précédée d'une phase d'apprentissage, chargée d'accorder la technologie avec les spécificités cognitives de l'utilisateur. L'hétérogénéité qui existe entre les activités cérébrales de plusieurs individus, celle qui existe également entre les anatomies de leurs cerveaux, et même celle qui peut survenir entre le fonctionnement cérébral d'un individu à deux instants donnés vont demander des algorithmes d'apprentissage très spécifiques et très adaptés à un individu en particulier.

Pour poursuivre cet objectif, ces promesses alléchantes d'outils opérés par le corps et l'esprit et répondant aux intentions de l'utilisateur s'accompagnent d'un besoin d'individualiser la technologie qui opère la machine. La communication cerveau-machine demande, pour être efficace, une vraie adaptation à chaque individu spécifique, de façon à ce que ces formes de signaux cérébraux puissent être décodées en pensées puis en commandes. Cette technologie ultraindividualisée demande finalement que l'outil et son utilisateur ne forment qu'un, dans un système d'interdépendance, où chacun a besoin de l'autre pour « performer » correctement. L'outil est alors incarné dans l'utilisateur lui-même, et le système qu'ils forment est ce que LICKLIDER puis BRANGIER ont appelé un « système symbiotique » (BRANGIER & HAMMES-ADELÉ, 2011; LICKLIDER, 1960). Dans cette interaction osmotique, l'humain génère l'intention, puis l'outil opère les choix technique et pratique : le raisonnement technique et pratique de l'utilisateur est suppléé par la machine (Figure 2).

Le chemin vers un futur où la technologie et l'homme formeront un système symbiotique est pavé de questions qui restent ouvertes. La première est celle de l'acceptation de ces technologies (DAVIS, 1989). Sommes-nous conçus pour nous apparier avec des systèmes synthétiques ? Pouvons-nous, et devons-

nous, accepter d'être partie d'un système homme-machine ? Les outils du présent doivent être acceptés par leurs utilisateurs. Ceux du futur demanderont à être incorporés. La seconde série de questions est reliée aux limites cognitives du système humain en terme de communication cerveau machine. Pour fonctionner aussi parfaitement que dans le film *Avatar* par exemple, nombre de problèmes techniques doivent être résolus de la part des concepteurs de ces technologies : les capteurs doivent être miniaturisés, implantés, et les algorithmes doivent devenir plus rapides, plus fiables, etc. (LEBEDEV & NICOLELIS, 2006).

Si les problèmes liés au versant « machine » seront sans aucun doute résolus dans un certain temps, seulement quelques recherches se sont intéressées aux problèmes liés au versant « humain » de la communication cerveau-machine. Les signaux neuronaux qui encodent nos pensées peuvent-ils être assez spécifiques est assez fiables pour être traduits de façon claire en une commande ? Pendant combien de temps pouvons-nous maintenir un état mental qui correspond à une commande que l'on souhaite soutenue dans le temps ? Sommes-nous tous potentiellement de bons commandeurs d'ICM ? Et cela, à n'importe quel instant ? Certaines études montrent en effet que 20 % d'entre nous ne peuvent pas, à l'heure actuelle, produire des signaux cérébraux pouvant être compris par une machine (VIDAURRE & BLANKERTZ, 2010). Leurs systèmes cognitifs sont-ils atypiques ? Les techniques sont-elles encore trop immatures ?

Ces questions sont liées à une énigme fondamentale posée par le système cognitif : comment nos pensées, pour le moins complexes, nos rêves, notre imaginaire, nos sentiments, notre créativité, notre instinct peuvent-ils être encodés dans 1015 (au mieux) signaux ? Comment ce monde mental, infini et inexploré, peut-il trouver un support matériel et fini ? La naissance de la neuroergonomie (HANCOCK & SZALMA, 2003; PARASURAMAN, 2003) aidera certainement à répondre à ces questions, ainsi qu'à développer également des canaux de communication efficaces avec la technologie.

5. Conclusion

Dans cette contribution nous avons dépeint trois différents modes d'interaction avec les outils physiques, sophistiqués et symbiotiques. L'idée centrale est qu'il pourrait y avoir une tendance à supprimer

graduellement notre implication, en tant qu'humains, dans les niveaux techniques et pratiques liés à l'utilisation de ces outils (Figure 2). De façon intéressante, lorsque l'on considère les outils symbiotiques, l'utilisateur pourrait être cantonné, un jour, à n'être que producteur d'intentions, et à déléguer les efforts et choix nécessités par leurs mises en œuvre aux machines. Une question importante est alors de savoir si cette restriction peut être considérée comme une source de liberté ou au contraire de privation. Après tout, si ce scénario s'avère, à quoi passer alors notre temps de cerveau disponible ? Nous sommes également conscients que cette contribution est biaisée par notre capacité à imaginer les outils du futur, et comment, dans un futur lointain, la technologie pourra évoluer. Notre conception des outils symbiotiques est peut-être limitée lorsque nous considérons seulement des outils capables de transformer nos pensées conscientes en commandes.

Nous serons peut-être un jour capables de développer des technologies qui pourront produire des commandes basées sur des pensées inconscientes, traduisant des besoins que nous ne pouvons formuler clairement, ou les anticipant même. Une question critique pour la recherche à venir sera de déterminer si l'évolution de notre culture technologique atteindra une asymptote, ou si d'autres formes d'interactions technologiques émergeront et transformeront notre cognition en retour, dans un futur lointain, très lointain...

Emanuelle REYNAUD,

Jordan NAVARRO

François OSIURAK

Laboratoire d'Etude des Mécanismes Cognitifs

(EA 3082), Université Lyon 2

Institut Universitaire de France, Paris,

Tous les auteurs ont contribué de façon équivalente à ce travail

Remerciements

Ce travail est supporté par un financement de l'ANR (Agence Nationale pour la Recherche; Projet "Cognition et économie liée à l'outil" ECOTOOL; ANR-14-CE30-0015-01), et a été réalisé dans le cadre du LABEX CORTEX (ANR-11-LABX-0042) (Université de Lyon), dans le programme "Investissements d'Avenir" (ANR-11-IDEX-0007) de l'ANR.

LA MUTINERIE ANNONCÉE DES ROBOTS : TRANSITIONNALITÉ D'UN DOUBLE CRÉATIF OU SYNDROME DE MÜNCHHAUSEN PAR PROCURATION ?

SYLVAIN MISSONNIER

1. Portrait-robot d'un mutin désiré

Les robots sont des *outils*. À ce titre, ils s'inscrivent dans une longue trajectoire anthropologique dont André LEROI-GOURHAN (LEROI-GOURHAN A., 1964) a mis en exergue trois composantes essentielles :

- l'outil est une sécrétion liée du corps, du cerveau et de la culture humaine qui prolonge et dote le sujet d'un *organe social* supplémentaire ;

- l'homme conçoit l'outil, instaure ses usages, et, en retour, l'outil modifie ses paramètres biologiques, sociaux et culturels ;

- l'outil a initialement outillé la main motrice, puis progressivement, il prend son indépendance en puisant son énergie dans d'autres forces externes et en étant gouverné à distance. C'est ce processus de « séparation-individuation » (MAHLER M., 1975) de l'outil à l'égard de son créateur qui anime l'évolution générale des outils et qui s'impose véritablement comme fil rouge emblématique¹ avec les robots. *Le paradoxe du robot est d'être en effet porteur d'une autonomie tout autant désirée que redoutée par son créateur*. Nous voilà bien, cliniciens, en un terrain qui initie d'emblée des associations multiples liées aux mille et une variations de la relation d'objet et de la filiation. La robotique y perd en exotisme, mais y gagne en promesses heuristiques !

1 Avec les prothèses haptiques ou *bioniques* « greffées » aux humains « augmentés », l'excorporation, la distanciation entre le corps humain et l'outil se renversent en son contraire. S'ouvre ici le champ immense du métissage homme-machine dont les intitulés de *cyborg* et d'*homme bionique* convoquent la montée en puissance.

Il existe deux grandes catégories formelles de robots. Il y a ceux qui sont conçus à l'image de l'être humain, les *androïdes* ou *humanoïdes* et les autres, mis en œuvre sans ce souci mimétique anthropomorphique. Dans les deux cas au-delà de l'apparence, il s'agit d'outils « mécatroniques ». Ce terme en fusionne trois autres : mécanique, électronique et informatique.

Un premier examen permet de broser le portrait d'un robot « générique » à partir du cahier des charges commun qui lui est imparti par ses concepteurs quelle que soit la diversité des usages fonctionnels visés.

Schématiquement, les différentes partitions robotiques se distribuent entre deux registres *interactifs* aux frontières de l'humain. D'un côté, le robot doit accomplir *automatiquement* des tâches qui sont soit *pénibles*, soit *dangereuses*, *sinon impossibles*, *hors d'atteintes des forces humaines*. De l'autre, dans un domaine plus coutumier, le robot doit effectuer des actions, *répétitives* avec une *compliance*, une *prévisibilité* et une *fiabilité*, *a priori*, sans faille. Observons combien le spectre des possibles est spectaculairement large dans cette seconde catégorie qui va de faire la cuisine à notre place... à faire l'amour avec nous !

Concrètement, le robot est constitué d'un assemblage complexe de nombreuses pièces mécaniques dans des matériaux choisis selon les fonctions visées et de composants électroniques orchestrés par une *intelligence artificielle*. Celle-ci coordonne le plan d'action du robot et le dote d'une *autonomie* de fonctionnement véritable. Toutefois, point identitaire névral-

gique, cette autonomie est relative, car *dépendante* de la longévité de la source d'énergie embarquée et des modalités d'accès à son renouvellement, toutes deux décidées par son concepteur et metteur en scène.

Cette première définition du robot androïde ou non met d'emblée en exergue la question des *virtualités* et des *limites* de l'humain face à un outil, certes, émissaire technologique idéal de sa toute-puissance, mais, aussi tout autant, incarnation technique paradoxale, *redoutablement rivale*, de sa propre impuissance.

Le robot, réceptacle projectif et miroir symbolique, illustre bien à la fois, le désir d'éternité, de complétude narcissique de l'humain et le principe de réalité de sa créativité, indissociable de sa finitude individuelle, de son origine d'*infans* néotène inauguralement plongé dans la menace de la détresse de la désaide et, par conséquent, radicalement dépendant de l'être-humain-proche (FREUD S., 2006).

La course de l'intelligence artificielle robotique vers toujours plus d'autonomie et de longévité des ressources énergétiques reflète fidèlement l'aspiration de l'âme humaine à l'autosuffisance narcissique éternelle. Si philosopher, c'est apprendre à mourir, la conception et les usages des outils-robots constituent bien alors une opportunité réflexive de premier ordre pour les sciences humaines en général et la clinique en particulier !

Mais il y a plus. Dans cette chorégraphie intime homme/machine, il existe, même en temps de paix humain/robots, une tension dramatique permanente liée à l'éventualité d'une *rébellion*. *De fait, la « créature » non humaine personnifiée par le robot menace peu ou prou son créateur humain de se libérer de l'emprise qu'il lui impose et, secondairement, de l'asservir ou le détruire de son pouvoir fondé, justement, sur l'acquisition véritable des qualités qui lui font défaut.*

La mutinerie des robots, c'est la version collective de ce scénario où ils s'approprient l'idéal humain en l'incarnant et en menaçant en retour de devenir les despotes méta-humains des humains standards.

Pour tenter de déconstruire la genèse de cette conception insistante dans la culture d'une insurrection des robots, nous allons d'abord repréciser les caractéristiques fondamentales de son statut de *double* anthropologique incarné technologiquement. Secondairement, à partir de quelques œuvres typiques de la littérature, du cinéma et des séries nous mettrons en exergue, combien la conception des robots est,

chemin faisant, indissociable du fantasme de leur sédition.

Il sera alors temps d'envisager le robot comme une figure hypermoderne du *pharmakon* grec (VLACHOPOULOU X., MISSONNIER S., 2015), tour à tour pour chaque apparition projective toujours singulière dans le discours, entre poison et remède.

2. Anatomie d'un double robotique technologiquement incarné

« Dieu créa l'homme à son image » formule la Genèse. L'homme industriel crée le robot à son image. Quels sont les éléments constitutifs du « corps » de ce double technologique ? Quels sont ses « sens » et ses « organes » ? On distingue schématiquement les capteurs, les circuits électroniques et les actionneurs.

Il existe une grande variété de *capteurs* selon les fonctions dévolues au robot, mais ceux qui permettent de gouverner son mouvement dans l'espace sont généralement décrits en priorité. Dans une vision anthropomorphique, la « vision » est prévalente et les caméras sont les « yeux » - aujourd'hui en 3D - des robots. Le traitement automatique des images pour y détecter le relief, les formes, les objets humains et non humains, les visages, les émotions, les intentions non verbales... imposait autrefois un traitement matériel périphérique que les microprocesseurs embarqués sont désormais de plus en plus en mesure de réaliser en interne en temps réel.

Dans le cadre d'un robot roulant par exemple, les roues codeuses permettent un déplacement précis où les angles de rotation sont enregistrés constituant des informations « proprioceptives » mémorisées. Couplées à des scanners « sondeurs » (ou « télémètres ») à ultra-son, laser qui permettent à l'unité centrale de prendre « conscience » du relief, de la matière du sol... le robot va se mouvoir dans son environnement 3D.

Gouvernés par les logiciels informatiques, les *microprocesseurs* ou *microcontrôleurs* occupent bien sûr une place centrale dans l'autonomie du robot. Ce sont métaphoriquement les composants du « cerveau » du robot, car ils recueillent et orchestrent les informations des capteurs, régulent et mémorisent les réponses des *actionneurs* via les circuits électroniques. La remarquable aptitude à voler des drones bénéficiant d'un *contrôleur de vol* s'étayant sur de nombreux capteurs et d'un GPS est un exemple emblématique facilement accessible.

Enfin, les *actionneurs* les plus usuels sont des moteurs électriques rotatifs, traditionnellement associés à des réducteurs mécaniques à engrenages ; des vérins hydrauliques, reliés par une tuyauterie à des pompes fournissant des pressions élevées, etc. Aujourd'hui, l'inflation des microtechnologies, les avancées des nanotechnologies et la continuité interactive établie entre les tissus humains et les prothèses bioniques opèrent une métamorphose des modalités de fonctionnement de ces actionneurs.

Dans ce contexte d'interactions robot/environnement, les interfaces *haptiques* permettent au robot de « saisir » les objets. C'est le domaine en pleine expansion de la *télémanipulation* dont les applications dans le domaine du travail sont aussi nombreuses que sources d'interrogations pressantes sur la *rivalité territoriale* homme/robot classiquement dans le domaine industriel, mais, désormais, aussi dans le monde pluriel des « services au particulier » au cœur du quotidien.

3. Capacité d'apprentissage adaptatif et anticipateur du double robotique

Cette augmentation effective de la complexité des tâches accomplies par les robots et de leur autonomie a franchi un cap théorico-technique crucial au moment du passage du deuxième au troisième millénaire avec les travaux sur l'*apprentissage automatique* ou *apprentissage statistique* (*machine learning*). Ces études s'inscrivent dans la filière épistémologique plus large de « l'autoorganisation » décrite par la théorie générale des systèmes (VLACHOPOULOU X., MISSONNIER S., 2015) et dont les biologistes ont été des pionniers (ATLAN H.) avant, notamment, les thérapeutes familiaux systémiciens et les bébologues interactionnistes.

Pour comprendre cet autoapprentissage, prenons l'exemple d'un aspirateur-robot tel qu'on les trouve en vente actuellement. Lors des premières utilisations de l'aspirateur confronté à la topographie singulière de votre habitat, le logiciel qui pilote les informations des capteurs de l'appareil est non seulement en mesure de donner des ordres aux actionneurs pour éviter les obstacles rencontrés, mais aussi de les *mémoriser* rendant ainsi l'imprévisible prévisible. Le plan actuel de l'appartement sera sauvegardé, mais restera aussi ouvert aux changements : l'aspirateur pourra éventuellement modifier cette cartographie si vous déplacez un meuble ou posez un nouvel objet à terre. Bref, sur la base des données informatiques de l'aspirateur

à l'achat (les réglages d'usine par défaut), il est capable d'*apprentissage statistique* à partir de données originales d'un environnement local spécifique. Le temps et l'expérience sont les alliées de son intelligence artificielle en progression. Elle s'inscrit dans un *devenir développemental processuel* qui enrichit les données implantées en nombre limité au départ.

Cet apprentissage automatique s'impose comme le champ d'étude pilote de l'intelligence artificielle dans la robotique contemporaine. Les concepteurs actuels de robot cherchent prioritairement à réaliser des systèmes capables de réagir seuls à l'environnement, c'est-à-dire de faire preuve d'autonomie adaptative et anticipatrice face au connu mémorisé et à l'inédit. En d'autres termes, ils tentent d'implanter dans les robots des « motivations » intrinsèques programmées par le concepteur, mais aussi une « curiosité » source de « néo-motivations » qui n'étaient précédemment que virtuelles. La mise récente en perspective par Maxime BENHAMOU (BENHAMOU M., 2016) du modèle freudien du *Projet* avec les options actuelles des concepteurs de « robots curieux » (OUDEYER P-Y., 2013) au « narcissisme ouvert » est un apport remarquable.

Ces avancées stupéfiantes d'une intelligence artificielle évolutive rapprochent singulièrement les robots des systèmes complètement autonomes envisagés par la science-fiction. Ceux sont elles qui brouillent les cartes et sèment le doute dans la distinction entre les catégories de « l'environnement humain » et « non humain » (SEARLES H., 1960). Cette incertitude constitue le cœur battant de « l'inquiétante étrangeté » (HEGEL G.W.F., 1977) qui menaçait hier Nathanaël face à la poupée automate Olympie et, aujourd'hui, nous-mêmes face à un robot efficient candidat magnétique à la tentation animiste.

Nous sommes aujourd'hui au milieu du gué avec des systèmes robotiques semi-autonomes disposant d'une certaine capacité d'adaptation à un environnement inconnu, mais encore (et toujours ?) dépendant de l'humain. Les débats actuels dans les médias sur « l'Autopilot » de la voiture de la marque Tesla sont à ce sujet très illustratifs : ils oscillent souvent entre projections idéalisantes et catastrophistes et rares sont les évocations d'un autoapprentissage liminaire (« ambivalent ? ») permettant un authentique processus d'autonomisation, mais, *a priori*, toujours relatif et perfectible (vulnérable, mortel, « castré » ?). Le « moi » du robot (décrit par les humains) est décidément incorrigible !

4. Genèse littéraire et cinématographique du robot rebelle

Le mot « robot » apparaît pour la première fois en 1920 dans la pièce de théâtre de science-fiction du tchèque Karel ČAPEK *R. U. R. (Les Robots Universels de Rossum)* (ČAPEK K., 1920). Ce terme « robot » a été inventé bien avant l'invention de l'intelligence artificielle des premiers ordinateurs de 1945 par son frère Josef à partir du mot tchèque « *robota* » qui signifie « travail, besogne, corvée » ou encore « servage ».

Dans la pièce, Rossum est un scientifique génial. Désireux de prouver que l'on peut se passer de Dieu, il décide de construire des androïdes semblables aux hommes. Il fait une première tentative en créant un chien qui vit quelques jours. Son neveu rationalise le projet et construit des robots plus simples et spécialisés. Après la mort des deux Rossum, des disciples fondent la société *Rossum's Universal Robots* qui industrialise la production massive et la commercialisation de robots humanoïdes bénéficiant d'une étonnante intelligence, mais privés d'âme. Ils doivent permettre à l'homme de vivre purement pour les activités de l'esprit en étant, enfin, libérés des basses besognes. Mais le plan ne fonctionne pas comme prévu, les humains désormais oisifs ne procréent plus et les robots devenant sensibles à la maltraitance dont ils sont l'objet se révoltent. Ils veulent détruire l'humanité et prendre le pouvoir. C'est la punition de Dieu !

On trouve là pour la première fois le scénario de robots conçus pour être les meilleurs alliés d'une industrialisation censée libérer l'humain de travaux aliénants et qui se révèlent, finalement, de redoutables ennemis de l'homme, car les créatures sont devenues à cette occasion supérieures en intelligence, en autonomie et en puissance. Ce schéma narratif aura un bel avenir notamment avec des films célèbres : *2001, l'Odyssée de l'espace*² (1968), *Blade Runner*³ (1982) et *Terminator* (1984).

Il y a dans ce renversement au moins deux archétypes culturels majeurs. Le premier est celui de la dialectique hégélienne du maître et de l'esclave (HEGEL G.W.F., 1977). Le maître dépend de l'esclave pour exister en tant que maître, il dépend matériellement de lui. L'activité réflexive subjectivante de l'esclave

confronté à la maltraitance le rend plus dynamique que le maître qui est passivé. La violence du renversement de la rébellion est par conséquent inscrite au cœur même de l'histoire de la relation maître/esclave.

Le deuxième est celui de la transgressivité de l'humain qui défie Dieu en s'arrogeant son pouvoir suprême de création. Cet affront se paye comme le montre si bien le roman *Frankenstein* de Mary SHELLEY (SHELLEY M., 1818, 2015). Toutefois dans ce cas plus proche des biotechnologies d'aujourd'hui que de la robotique, la créature du Dr Frankenstein est un amas de tissu organique, initialement animé par l'apport de la puissance électrique de la foudre. Le robot technologique n'est pas encore apparu comme tel, mais il s'agit bien là d'une créature fabriquée par un scientifique qui nargue le monopole divin de la genèse de la vie et en paye le prix fort.

Il en est de même depuis les fondations de la culture monothéiste avec le talmudique mythe du Golem du Rabin LOEW de Prague (MUNIER B., 2011). Daniel BÉRESNIAK (BÉRESNIAK D., 1993) nous apprend que le Golem figure à deux endroits dans la Bible et se compose de trois consonnes *Guimel, Lamed et Mem*, successivement : « masse informe », « embryon » et « rouler en boule ». Dans le *Talmud*, Adam est nommé Golem, car corps encore sans âme pendant les douze premières heures de son existence. Dans cet état de Golem, Adam voit toutes les générations à venir. « Ce qui n'est encore a le pouvoir caché de voir ce qui sera » commente BÉRESNIAK.

Les représentations contemporaines dominantes du Golem se réfèrent essentiellement au roman de Gustav MEYRINCK *Le Golem* (MEYRINCK G., 1915) et au film du même titre de Paul WEGENER en 1920. Ce roman et ce film marqueront profondément les mémoires. La thématique de la rébellion d'une création humaine transgressive, au départ conçue pour défendre la communauté, trouve là des racines profondes, émouvantes et puissantes.

5. Robopsychologie

On ne peut clore transitoirement ce survol de la mutinerie des robots sans évoquer l'écrivain moderne phare en ce domaine, Isaac ASIMOV. Il est le premier à utiliser le mot « robotique » en 1941 dans son récit de science-fiction *Menteur!* Dans ses très nombreux romans, nouvelles où apparaissent des robots, il s'intéresse tout particulièrement à la diversité des scénarios

2 Tiré d'une nouvelle de 1951 d'Arthur Charles CLARKE, *The sentinel*.

3 À partir du roman de Philip K. DICK (1968) *Do Androids Dream of Electric Sheep?*

rios interactifs avec la société. C'est essentiellement à lui et à ses fictions anticipatrices que l'on doit la très large insertion actuelle de la problématique du robot dans les registres technologiques, psychologiques, politiques et éthiques.

C'est lui en particulier qui fait rentrer le robot dans la sphère de l'éthique en établissant les fameuses lois morales qui doivent gouverner le robot. *Ce traitement de faveur est une remarquable reconnaissance d'Asimov du pouvoir à la fois de créativité et de destructivité de la culture robotique.* Si la notion de loi est indissociable des notions typiquement humaines de contrat, traité, tradition, jurisprudence..., que le robot fasse son entrée dans ce temple de la justice humaine est, simultanément, un hommage d'une rare intensité tant à sa potentialité créative qu'un avertissement solennel de sa possible nuisance.

Voici ces trois lois :

- Un robot ne peut porter atteinte à un être humain, ni, restant passif, permettre qu'un être humain soit exposé au danger.

- Un robot doit obéir aux ordres que lui donne un être humain, sauf si de tels ordres entrent en conflit avec la Première loi.

- Un robot doit protéger son existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la Première ou la Deuxième loi.

Plusieurs des romans d'ASIMOV ont fait l'objet d'une adaptation cinématographique : *Les Robots*, *L'Homme bicentenaire* (1999) et *I Robot* (2004). Ce dernier film est tiré de la nouvelle *D'ASIMOV Robot Dreams* (Le Robot qui rêvait) (ASIMOV I., 2002). C'est l'une de ses nouvelles où l'éventualité d'une révolte des robots est envisagée avec une incroyable densité dramatique.

La jeune spécialiste en robotique de l'US Robots Linda RASH a conçu en secret un robot dont le cerveau utilise la géométrie fractale qui lui permet d'atteindre un niveau de complexité inégalé jusqu'alors. Preuve élective de ce succès, le robot LVX-1 « Elvex » est doté d'un subconscient et il rêve !

Rapidement, les hypercompétences d'Elvex submergent Linda qui appelle à l'aide le docteur Suzan CALVIN « robopsychologue⁴ ». Elle rencontre et dialogue avec Elvex. La spécialiste juge aussitôt de la gravité de la situation : un robot avec un subconscient est capable d'en interpréter les messages et risque bien de devenir autonome !

⁴ Elle apparaît initialement dans l'émouvante nouvelle *Robbie* (1940).

La suite de l'entretien le confirme. Elvex avoue qu'il voit en rêve d'autres robots, tous réduits en esclavage par l'homme, et n'ayant pas conscience des trois lois de la robotique, mais seulement d'un fragment de ces lois : « tout robot doit protéger son existence ». Cette subtile isolation exprime sans ambages *le désir d'Elvex de ne plus obéir aux hommes et de ne plus s'abstenir de leur nuire à son profit.* La coupe est pleine quand Elvex témoigne au « robotpsychologue » de la venue d'un homme dans son rêve qui, comme Moïse dans les *Negro spirituals*, chante « *Let my people go* » (« Laisse mon peuple partir »). À la question de Susan Calvin : « Qui était cet homme ? », Elvex répond : « j'étais cet homme », indiquant ainsi qu'il se pose inconsciemment en égal des humains. Sans hésiter une seconde, la « robotpsychologue » détruit Elvex sur le champ pour éviter la naissance d'un prophète des machines !

Non content de convoquer le robot à négocier le droit avec les humains, Asimov le convie avec cette nouvelle à partager avec eux la scène du *tragique*. C'est un label culturel anthropologique de poids ! Ce texte pousse en effet à son comble la logique signifiante de la rébellion des robots qui accèdent à la quintessence de l'humain - *le désir et son puissant dynamisme* - tout en en révélant avec une force inégalée la part projective, anthropocentrique, *paranoïde* du discours humain sur ses rivaux humanoïdes.

6. Les Hubots de Real Humans

Plusieurs séries télévisées comportent un certain nombre de robots et d'androïdes. On peut ainsi citer les Répliqueurs de *Stargate SG-1*, les Cybermen de *Doctor Who* ou encore les Cylons de *Battlestar Galactica*. Plus récemment, avec la série *Real Humans*⁵, les « hubots » (concrétion lexicale d'humain et de robots) sont apparus sur nos écrans. La dramaturgie de cette remarquable série condense avec une rare exhaustivité tous les mécanismes évoqués ici au sujet de l'autonomisation et du soulèvement des robots paradoxalement désirés et redoutés par les concepteurs.

La série se déroule dans une Suède contemporaine où l'usage des androïdes est en pleine extension. Les

⁵ Cette série suédoise intitulée dans sa langue d'origine *Äkta människor* « Les véritables personnes » a été créée par Lars LUNDSTRÖM, réalisée par Harald HAMRELL et Levan AKIN et diffusée en 2012 sur la chaîne suédoise SVT1. Une deuxième saison, tournée entre janvier et août 2013 a été diffusée en 2013/2014 sur SVT1. En France, la première saison est diffusée par Arte, en 2013 et la seconde en 2014.



hubots ont largement investi les maisons et les entreprises pour aider dans les tâches domestiques et industrielles. Ils sont utilisés comme domestiques, ouvriers, compagnons et même comme partenaires sexuels.

Ces Hubots qui sont bien sûr joués dans la série par des acteurs sont incroyablement ressemblants aux humains sexués. Au premier abord, on quitte résolument avec l'apparence humaine des hubots l'inquiétante étrangeté (FREUD S., 1919) de l'incertitude humain/non humain. Mais, chemin faisant et grâce à l'efficacité de ce simulacre, l'inquiétante étrangeté apparaît démultiplié, effractante quand le statut de robot s'impose matériellement avec la nécessaire recharge électrique cyclique ou une blessure qui laisse apparaître un tout autre liquide que le sang.

La compliance des hubots semble au démarrage de la série bien acquise, mais l'existence de logiciels pirates de plus en plus sophistiqués leur permettant d'avoir des sentiments et un véritable échange intersubjectif avec les humains, viennent sérieusement complexifier la donne initiale.

De plus, certains hubots sont en réalité des clones humains, auxquels on a transféré leur mémoire. Ce transfert *transhumaniste* permet d'aspirer à une immortalité réduite aux conditions matérielles de robot (recharge, usure mécanique, menace de destruction externe, etc...).

Tandis que certaines personnes humaines adoptent les hubots, d'autres ont peur et redoutent ce qui pourrait arriver quand les humains sont peu à peu remplacés comme travailleurs, compagnons, parents et amants.

Pour qui s'intéresse à la problématique des robots, cette série constitue une excellente introduction aux interrogations ici esquissées. Les thématiques de la dépendance, de l'amour, de la prostitution, du travail, du droit... et, finalement, de la « relation d'objet virtuelle » (MISSONNIER S., 2009) y sont bien posées. Le talent des scénaristes est d'avoir su broser une très grande variété individuelle et collective des possibles de cette relation d'objet.

7. Robot simplificateur ou robot maïeuticien ?

Jean-Marie BESNIER dans un ouvrage percutant dédié au « posthumanisme » (BESNIER J.-M., 2012) évoque le robot comme un « miroir de l'homme sim-

plifié », « un révélateur de la simplification de plus en plus en plus répandue des relations humaines – une simplification brutale qu'il faudrait déclarer déshumanisante puisqu'elle s'apparenterait à l'échange que nous établissons avec l'animal et la machine ». Dans cette optique, la généralisation du robot serait un marqueur négatif de ce qui fait de plus en plus défaut dans le dialogue intersubjectif social. Notre dialogue téléphonique minimaliste et désincarné avec un opérateur téléphonique à reconnaissance vocale illustre caricaturalement cette réduction mécaniste simplificatrice que la machine impose au sujet.

À l'évidence, ce constat alarmant est pertinent. En déduire la nécessité d'une extrême vigilance anthropologique, éthique et politique à l'égard des dangers aliénants d'une robotique nous condamnant à vivre « seuls ensemble » (TURKLE S., 2015) s'impose absolument. De fait, si le « culte de la performance » et « la fatigue d'être soi » (EHRENBURG A., 1994, 1998) aboutissent à ce que l'homme déclare forfait et mise sur la relève des progrès technologiques du « génie » robotique pour gouverner son avenir, la déconstruction des fantasmes transhumanistes est une urgence.

Dans cet article, nous mettons en exergue à dessein le fantasme humain de mutinerie du robot comme une signature d'un désir inconscient de rébellion de la créature qu'il a lui même conçue.

BESNIER en propose une vision banalisante qui n'est pas sans pertinence : « on s'habitue tout simplement à l'idée que nos machines sont plus performantes que nous et que notre intérêt consiste à savoir les utiliser au mieux de leurs possibilités. L'idée qu'elles puissent nous dominer n'a plus sérieusement la vertu de nous effrayer. On se résout à vouloir confier l'émancipation de servitudes quotidiennes à des machines dont les facultés nous dépassent de plus en plus. »

Ces formules sonnent juste si on les traite au niveau de la *réalité matérielle*. Par contre, elles sont banalisantes et défensives si on les accueille en termes de *réalité psychique*. À notre avis, la conflictualité du créateur confronté à la « séparation-individuation » de sa créature et à sa progressive suprématie reste très vive. Certes, en vitrine, nous sommes apparemment en temps de paix sinon de technophilie scientifique enthousiaste, mais en dépit d'apparences trompeuses, nous sommes dans la boutique préconsciente en temps de guerre de froide, et, dans l'arrière-boutique d'un inconscient « totalement atemporel » (FREUD S., 1901) d'une conflictualité *zeitlos* (hors temps). Toutes

les déclinaisons possibles et les enjeux de la conflictualité de la filiation et de la parentalité sont en effet virtuellement présents dans ce lien homme/machine en général et homme/robots en particulier. Entre milles, les conflits entre l'industriel puissant Johhan « Joh » FREDERSEN et son fils Freder dans le film inoubliable de Fritz LANG, *Métropolis* (1927), en sont une illustration oedipienne remarquable.

De plus, si l'on tient compte, au plus près des enseignements de la clinique, de l'épaisseur de l'investissement humain de « l'environnement non humain » tel que Harold SEARLES (SEARLES H., 1960) a pu le mettre enfin en relief, on ne verra pas *a priori* une « simplification » dans le lien homme/machine et homme/animal, mais bien une grande diversité d'un champ des possibles dont la simplification est, il est vrai, un des scénarios potentiels, mais absolument pas unique, ni joué d'avance.

Au fond, pour se frayer un chemin entres les aphorismes exclusifs des « robotphiles » et des « robotphobiques », nous souhaitons plaider ici une voie clinique qui se propose d'explorer la grande diversité des conceptions et des usages de la robotique en considérant qu'ils se distribuent dans un large gradient qui va, individuellement et collectivement, de la destructivité à l'amour, l'ambivalence constituant un point d'équilibre optimal précaire. Tour à tour symptôme et emblème créatif, le robot atteste de notre ineffaçable néoténie originaire, matrice dans une même dynamique du meilleur et du pire dans l'instauration des liens tant avec notre environnement humain que non humain.

Et, pour ramasser notre propos dans la perspective d'une clinique psychanalytique des liens mutuels entre les humains et les robots, nous proposons *in fine* une boussole psychopathologique que seule la pratique permettra de valider et d'approfondir à l'avenir. La réalité psychique d'un sujet ou d'un collectif à l'égard des robots se situe entre les pôles d'un « double transitionnel » (JUNG J., 2015) dynamique, créatif et la circularité morbide d'un syndrome de Münchhausen par procuration (BELTRAND C., 1996) où un concepteur induit et dénonce faussement une pathologie chez l'être conçu. Mille et une latitudes existent entre ces deux pôles qui imposent le « sur mesure » d'une clinique affûtée où le robot sera un formidable aiguillon réflexif pour relever les défis thérapeutiques (TISSERON S., TORDO F., 2017) et, bien au-delà, juridiques, éthiques et politiques.

Sylvain MISSONNIER

Professeur de psychologie clinique
de la périnatalité à l'Université Paris Descartes

Sorbonne Paris Cité.

Directeur du laboratoire PCPP (EA 4056).

Psychanalyste SPP.

Coprésident de l'Institut du Virtuel Seine Ouest.

www.rap5.org

LE CŒUR N'EST-IL QU'UNE POMPE ?

LE DOUBLE ENJEU DU MÉCANISME

JULIEN BIAUDET

L'étonnement manifesté par bon nombre de mes interlocuteurs apprenant la discipline dans laquelle s'ancraient mes travaux doctoraux est révélatrice du sens commun qui attribue à une thématique donnée une science qui serait naturellement la plus apte à l'explorer : c'est ainsi à la psychologie, et non à la sociologie, qu'on les attachait spontanément. S'il trahit certainement l'ignorance de la nécessité, pour un chercheur en sciences sociales, de *construire* son objet de recherche, et non pas d'approcher un objet préformé à propos duquel une unique discipline aurait le monopole de l'analyse, cet étonnement a néanmoins le mérite d'obliger à préciser d'entrée de jeu la posture adoptée. En l'occurrence, en proposant de travailler sur la socialisation secondaire des personnes transplantées cardiaques, il s'agissait de considérer que, pour intime que soit l'expérience de la greffe, les significations qui lui sont accordées ne sont pas indépendantes des cadres sociaux dans laquelle elle se forme et se transforme. Comprendre cette expérience oblige ainsi à saisir, d'une part, les traits saillants de ces cadres sociaux (qu'est-ce qui caractérise « l'univers de la greffe » ?) et, d'autre part, à mettre au jour les logiques des parcours individuels qui les traversent, en tentant d'échapper à une tendance à l'essentialisation que l'on retrouve dans nombre d'écrits (y compris universitaires) s'autorisant à parler, au singulier, « du » greffé ou « du » receveur.

C'est un trait particulier de ces cadres que ce numéro de Canal Psy m'invite à présenter, celui de la perception du corps humain comme « machine ». Le propos que je souhaite défendre est le suivant : la (re)présentation du corps comme machine est à comprendre selon une double perspective. Premièrement, elle a été et demeure une condition épistémique de l'invention de la pratique transplantatoire et de sa pratique effective : la perception du corps comme machine, assimilant les organes à des outils matériels (le cœur est une pompe, les reins sont des filtres...) a permis son étude et autorisé sa fragmentation en éléments organiques échangeables. Deuxièmement, répondant à un usage cette fois-ci stratégique, les discours biomédicaux qui la véhiculent ont une visée particulière, celle d'éloigner la figure d'un « donneur » jugée dangereuse.

Le corps comme machine : concevoir pour agir

Avant la pratique de la transplantation, avant la technique qui la rend possible, l'idée même de détacher des organes d'un corps pour les greffer sur un autre corps doit être disponible à la pensée. Les analyses historiques (MANDRESSI, 2003) ou anthropologiques (LE BRETON, 2005, 2008 ; LEENHARDT, 1985) démontrent clairement la variabilité des idées savantes ou profanes qui président aux usages des

corps ; la comparaison dans le temps et dans l'espace s'avère ainsi fructueuse pour démontrer le caractère construit de l'objet « corps », l'évolution des significations qui lui sont attachées, la fluctuation des rites et pratiques dont il est le support. A minima, la transplantation d'organes telle que la conçoit la biomédecine suppose la conception d'un corps, et de surcroît d'un corps individuel, qui n'a pas nécessairement d'équivalent dans d'autres cultures : par exemple, dans *Do Kamo*, Maurice LEENHARDT souligne que le concept même de corps était inconnu aux Mélanésien avant la colonisation, le corps humain étant pensé comme intégré au monde végétal.

La conception du corps n'est pas un élément détachable du reste de l'existence humaine. Au contraire, elle s'inscrit pleinement dans une vision du monde caractéristique d'un lieu, d'une époque, de groupes sociaux (DÉTREZ, 2002), et contribue à celle-ci. C'est pourquoi la notion de cadre épistémique formulée par Jean PIAGET et Rolando GARCIA (1983) s'avère pertinente pour rendre compte de l'existence d'un cadre de significations, dans lequel s'insèrent représentations et pratiques qui peuvent avoir valeur d'évidence au sein de ce cadre, alors qu'elles paraîtraient incongrues, voire impensables, en dehors de celui-ci. S'il n'est pas question, dans ce texte, de caractériser de manière étendue le cadre épistémique de la transplantation d'organes, il est nécessaire pour notre propos d'en présenter l'un des traits les plus saillants, la présentation du corps comme machine.

L'invention du cœur-pompe

Pour ce faire, revenons plus précisément aux origines de l'image du « cœur-pompe ». Elle a pour père le théoricien moderne de la circulation sanguine, le médecin anglais William HARVEY (1578 - 1657). S'il est vrai, comme le note Raphaël MANDRESSI (2003), que l'on trouve déjà chez les Grecs antiques du IV^e siècle avant notre ère des références à la « machine », références qui seront également employées par GALIEN, celles-ci ne témoignent pas pour autant d'une analyse proprement mécaniste, puisque le corps est « une machine fonctionnant grâce à des facultés naturelles, plutôt que grâce aux principes de la mécanique ». Or, avec HARVEY, ce sont bien ces « principes de la mécanique », et plus particulièrement de l'hydraulique, qui servent de support à l'exploration et à la compréhension du système circulatoire sanguin. Son ouvrage *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in*

Animalibus (Exercice anatomique sur le mouvement du cœur et du sang sur les animaux), rendu public en 1628, présente ses travaux : usant de la vivisection, HARVEY compare, mesure, calcule, expérimente. Ses conclusions tranchent avec la perception galénique qui prévalait depuis 15 siècles : alors que le cœur était perçu comme un organe réchauffant le sang, HARVEY le présente comme une pompe dont les contractions expulsent le sang par l'artère aorte ; alors que le sang était présenté comme circulant dans un circuit ouvert (évacué, notamment, par les fèces et l'urine), HARVEY décrit la circulation en circuit fermé.

Les travaux de William HARVEY participent du passage d'une compréhension de l'anatomie basée essentiellement sur la spéculation, à une compréhension reposant sur l'expérimentation (DÉTREZ, 2002). Bien sûr, sa description du cœur-pompe et son analyse de la circulation sanguine sont des conditions nécessaires, mais non suffisantes, pour comprendre l'émergence des premières expérimentations dans le domaine de la greffe sur lesquelles nous reviendrons rapidement : le dualisme cartésien, tradition philosophique qui consacrera l'image du « corps-machine » en est, l'un des éléments incontournables.

Un cœur-pompe toujours bien vivant

Au sein du monde de la transplantation cardiaque, discours et images véhiculent sans cesse la représentation du corps-machine. Sur le site Web de la Fédération Française de cardiologie, un schéma de la circulation sanguine¹, à angles droits et organes géométriques, donne une bonne idée du type de représentations que l'on trouve dans les services hospitaliers. Il est accompagné de la formule suivante : « Le sang circule à l'intérieur d'un réseau constitué de "canalisations", aux calibres parfaitement adaptés à leurs fonctions ».

Ce champ lexical de la plomberie, largement mobilisé, déborde la simple description anatomique du cœur et de la circulation. Dans les discours de médecins comme de patients, l'activité sociale elle-même hérite de cette comparaison. Ainsi la pratique chirurgicale est-elle désignée comme étant l'œuvre de « plombiers », devant « rafistoler des tuyaux », pour reprendre les mots d'un médecin que nous interrogeons.

1 <https://www.fedecardio.org/Je-m-informe/Le-coeur/le-systeme-cardio-vasculaire> (page visitée le 9 avril 2019)
[2] Ce qui n'a rien d'une coïncidence (voir HENETTE-VAUCHEZ & NOWENSEIN, 2009)

On comprend donc que le recours actuel à l'image du cœur-pompe et au champ lexical de la mécanique n'est pas réductible à une didactique qui viserait simplement à expliquer au patient, à ses proches, au grand public, bref aux « profanes » en quoi consiste l'opération de transplantation. Il s'ancre dans une certaine conception du corps humain qui, en proposant un mode d'appréhension de celui-ci, a également autorisé son exploration, sa mesure, et sa « réparation ». C'est bien en cela que nous parlons de cadre épistémique : le mécanisme fournit un cadre de connaissance qui rend l'action sur le corps envisageable.

Toutefois, la permanence au cours des siècles de l'image du cœur-pompe et plus largement du corps-machine, l'utilisation fréquente de cette image au sein des services hospitaliers, ne sauraient être considérées comme le signe d'une évolution linéaire des connaissances et des pratiques qui, menée au cours des siècles qui nous séparent de William HARVEY, aboutirait sans encombre à l'accomplissement de la pratique transplantatoire. Bien au contraire, cette histoire est marquée de doutes, d'échecs, et, plus fondamentalement encore, d'ajustements et même de ruptures conceptuelles qu'il nous faut désormais présenter.

Limites conceptuelles et ajustements contemporains du corps-machine

Longtemps les tentatives de greffes - chez les animaux d'abord, puis chez l'humain - se sont avérées infructueuses. Si, dès le début du XIXe siècle, des autogreffes de peau chez la brebis ont été réalisées avec succès par le scientifique italien Giuseppe BORONICO, les tentatives d'allogreffes (greffe d'un individu à un autre individu) étaient le plus souvent marquées par l'échec. Ce ne sont pas, au début du XXe siècle, les réussites de la chirurgie vasculaire (que l'on doit notamment à l'« École lyonnaise » dont Mathieu JABOULAY et Alexis CARREL sont deux éminents représentants), étape pourtant décisive, qui vont faire de la transplantation d'organes une pratique médicale de routine. Car jusqu'après la première moitié du XXe siècle, la situation demeure en effet un véritable « casse-tête » (BOILEAU, 2002) : les allogreffes ne cessent d'échouer et les patients, de mourir. Certes, quelques succès sont à signaler. En 1954 par exemple, à Boston, Joseph MURRAY greffe à un patient le rein de son frère

jumeau. L'opération est réussie, le patient vit, mais la conclusion est ambivalente : la transplantation d'organes n'est-elle viable que pour les jumeaux ?

L'essor de l'immunologie : un changement de paradigme

Ce n'est qu'au prix d'évolutions conceptuelles majeures que la transplantation cardiaque a pu accéder au rang de pratique ordinaire de la médecine. En effet, la sortie de l'impasse dans laquelle se situe alors la transplantation d'organes ne s'est pas effectuée par la seule accumulation linéaire des découvertes scientifiques : la compréhension des mécanismes immunologiques, et plus précisément du « complexe majeur d'histocompatibilité » par Jean DAUSSET en 1958 qui en sera la clef, constitue un changement de paradigme. En effet, la compréhension du système de reconnaissance immunologique de soi nécessite une conception du corps humain qui s'affranchisse d'une conception mécaniste, inopérante dans ce domaine. Il ne s'agit plus ici de considérer un mécanisme commun à tous les êtres humains, dont les éléments qui le composent seraient des « pièces » parfaitement échangeables puisque de même nature et de même fonction, mais au contraire de prendre en compte la singularité biologique individuelle. Ainsi, pour Anne-Marie MOULIN : « la définition de l'individu devient un concept central de la biologie ; sa définition est formulée principalement (mais pas uniquement) en termes immunologiques : l'impossibilité de greffe entre individus, même appartenant à la même espèce, l'illustre ». Des termes qui étaient autrefois réservés à la psychologie et à la philosophie - le soi, l'identité, l'individu - deviennent centraux dans ce « style immunologique », qui, pour s'imposer, a nécessité de « remettre en cause l'identité des organismes, briser l'étendue cartésienne » (MOULIN, 1991)

Le déclassement du cœur

Parallèlement à la révolution immunologique, il convient de souligner qu'à l'intérieur même du cadre mécaniste, des ajustements ont dû être opérés. Nous faisons en particulier référence à l'émergence du concept de coma dépassé, décrit pour la première fois, en 1959, par les Français Pierre MOLLARET et Maurice GOULON, qui aboutira à celui de mort encéphalique. Entérinée par la circulaire JEANNENEY de 1968 - trois jours avant la première transplantation cardiaque



française, entreprise par Christian CABROL² - la mort encéphalique ôte au cœur, et plus largement au système cardio-respiratoire, le privilège de définir la vie. La voie est alors ouverte pour prélever des « donneurs » à cœur battant placés sous respirateur artificiel, offrant des greffons de bien meilleure qualité (les greffons provenant de donneurs décédés de mort « classique » se dégradant beaucoup plus rapidement). Alors déjà privé de son rôle de « siège des émotions », le cœur connaît là son deuxième déclassement, le rapprochant un peu plus de n'importe quel autre organe, au profit du cerveau qui se voit conférer une place toute particulière.

Le prix de la greffe

Si l'image du corps-machine fut et demeure une représentation favorable au développement de la pratique transplantatoire, ce n'est donc qu'au prix de son ajustement et même de son dépassement qu'ont pu être réunies les conditions d'une pratique effective, quotidienne et normalisée. Pourtant, des réactions spontanées citées en introduction aux propos recueillis plus systématiquement sur le terrain, en passant par les œuvres médiatiques, fictionnelles ou artistiques évoquant la transplantation d'organes, tout concourt à aboutir à ce simple constat : le cœur a beau être présenté comme une simple « pompe », il se joue dans la transplantation d'organes entre êtres humains autre chose que le changement de propriété d'un bien strictement matériel.

Schématiquement, deux problèmes sont ainsi soulevés par la transplantation d'organes. Le premier interroge le statut de débiteur dans lequel la transplantation placerait la personne transplantée. Si la théorie du don de Marcel MAUSS (MAUSS, 1925) nous apprend que « rendre » est l'une des trois obligations de l'échange, alors que rendre, et comment rendre, dans le cas d'un don *post-mortem* ? Le second concerne la question de l'identité, et peut lui-même être décomposé : il s'agit, d'une part, d'interroger l'intégrité du soi (suis-je toujours le même après qu'on m'a remplacé un organe ?) et, d'autre part, de questionner *l'intrusion* en soi (suis-je toujours le même avec l'organe d'un autre).

Le corps-machine comme stratégie discursive

La greffe et ses troubles

La figure du « donneur » apparaît donc doublement dangereuse : dangereuse pour l'identité du « receveur », dangereuse pour la culpabilité qui procèderait d'une dette insoluble. Comme le note LE BRETON (2008), l'analogie avec les analyses originales de Marcel MAUSS sur le danger du don chez les Maoris s'avère troublante : le don ne se résume pas à l'objet matériel - le *taonga* - mais porte en lui l'esprit de l'objet - le *hau* - qui, lorsque le contre-don s'avère impossible, poursuit son détenteur. Dans le champ socioanthropologique, et dans le sillage de MAUSS, Renée FOX et Judith SWAZEY (1992) ont forgé le concept de *tyranny of the gift* pour rendre compte de cet impossible contre-don, de cette inextricable situation, que LE BRETON a pour sa part requalifiée en *tyrannie de la dette*. Quels que soient les termes utilisés, l'idée est donc bien celle-ci : le don d'organes représente un « don de vie », sorte de don « ultime » dans la culture judéo-chrétienne, qui jamais ne trouvera réponse satisfaisante, propre à soulager un receveur ainsi empoisonné.

Sur le plan plus psychologique d'une identité menacée par l'intrusion, le « syndrome Frankenstein » révèle un vécu pathologique de la greffe d'organes (BEIDEL, 1987 ; SHARP 1995, 2009), et l'image du corps et le repérage des éléments corporels semblent pouvoir être perturbés par la transplantation, qu'elle soit hépatique, cardiaque ou rénale (GUENICHE, 2001 ; VAYSSE, 1992 ; CROMBEZ & LEFEBVRE, 1973).

Endiguer le danger

Pour contenir ces dangers, il s'agit en premier lieu, pour l'univers médical, de sélectionner les « candidats à la greffe » en évaluant leur appréhension de la transplantation. Une cardiologue nous explique ainsi que faire preuve d'une trop grande anxiété, manifester trop d'interrogations à l'égard d'un potentiel « donneur », se questionner d'une manière qui apparaîtrait comme trop ostentatoire ou insistante sur le principe même du « don » *post-mortem* et sur la nécessaire mort d'autrui pour faire des organes des ressources disponibles, sont autant d'attitudes qui interpellent l'équipe médicale qui peut juger un patient (dont la vie n'est pas en danger à court terme) pas encore prêt à être inscrit sur la liste d'attente pour un greffon.

² Ce qui n'a rien d'une coïncidence (voir HENETTE-VAUCHEZ & NOWENSEIN, 2009)

Auprès d'un tel patient, comme auprès de patients qui, une fois transplantés, manifesteraient des signes trahissant le trouble qui se serait emparé d'eux, peut alors se déployer une stratégie visant à contrôler la signification même de l'organe greffé. Il ne s'agit alors plus seulement de dire que le cœur est une pompe, mais d'insister sur le fait qu'il n'est que cela. La seconde fonction du mécanisme se situe précisément ici : opérer un réductionnisme censé évacuer la dimension symbolique de l'organe, afin de repousser l'encombrante image du « donneur » et, partant, d'annihiler ou au moins d'endiguer les troubles identitaires engendrés par la greffe. Cet usage conscient, voire stratégique, du mécanisme visant la dépersonnalisation de l'organe greffé (GODBOUT, 2000 ; SHARP, 2009) montre que le caractère d'évidence qui a cours au sein d'un cadre épistémique donné et d'autant plus mis à mal que l'événement qui vient l'ébranler est d'une importance tout à fait extraordinaire, vitale, pour le sujet concerné. Tout se passe alors comme si, pour réintégrer dans ce cadre le sujet qui s'en est éloigné - ou qui, peut-être, n'y est jamais entré - il fallait lui livrer une version radicale de celui-ci.

Une note de terrain illustre de manière particulièrement efficace la stratégie consistant à priver le cœur de sa dimension symbolique et le caractère tout à fait conscient des enjeux de celle-ci pour le corps médical : alors que nous interrogeons une cadre de santé sur la présence de dessins rouges épinglés sur un mur de son bureau, celle-ci expliqua qu'il s'agissait de cœurs dessinés par les enfants d'un patient, et que, se les voyant offrir, elle s'était sentie obligée de les conserver. Mais elle ajouta aussitôt, gênée et comme prise à défaut, « éviter, d'habitude, ce genre de confusion ». Cette « confusion », c'est-à-dire l'entrechoc d'un cœur qui, en un tel lieu, en une telle situation, est double, à la fois cœur-symbole et cœur-pompe, révèle combien, pour le discours biomédical, il est précisément difficile de penser les deux à la fois.

Conclusion

On pourrait légitimement s'interroger sur l'efficacité du recours au mécanisme comme stratégie de dépersonnalisation de l'organe greffé et de contrôle des troubles inhérents à la transplantation. S'il ne nous appartient pas d'évaluer d'un point de vue clinique ou psychologique la « condition » des personnes rencontrées sur le terrain et les effets d'une telle stratégie, il nous est possible de confronter cette dernière à la littérature et à nos propres analyses. Trois points nous semblent alors devoir être mentionnés. Le premier

consiste à souligner, avec Jacques GODBOUT (2000), qu'une dette peut être positive, c'est-à-dire n'être « pas vécue comme dette (à rembourser), mais comme reconnaissance ». Par exemple, pour certaines personnes transplantées, des pratiques de célébration de l'anniversaire de la greffe sont de moments solennels ou festifs, durant lesquels une pensée particulière est dirigée vers le « donneur », mais où ni culpabilité ni inextinguible remords ne semblent obscurcir le vécu. Le second point remet plus radicalement en cause l'idée même de dette : Christian et Olga BAUDELLOT (2008) écrivent en effet que, selon leur vécu, le « don » de rein du mari à sa femme a été perçu comme une mutualisation. En ce cas, c'est à l'échelle du couple, et non de deux individus, qu'il convient de comprendre la situation. Or, il n'est pas interdit de penser la transposition d'une telle catégorie d'analyse aux greffes *post-mortem*, en changeant à nouveau d'échelle : le « don » d'organes peut-être perçu comme don à la collectivité, et non pas à un individu particulier (HERPIN & PATERSON, 2000).

Cette hypothèse ouvre la voie à notre troisième et dernier point. Nous l'avons vu, il existe un usage conscient et stratégique d'un discours mécaniste visant à faire adhérer les personnes transplantées au mécanisme entendu cette fois comme cadre de significations ; usage qui vise, *in fine*, à dépersonnaliser l'organe greffé et contrôler l'image d'un donneur jugée dangereuse. Mais une telle attitude repose sur un préjugé implicite fort : la conception individuelle du corps serait unique, et hégémonique. Ce préjugé était le nôtre au début de l'enquête (bien sûr, il ne se présentait pas comme tel) : il s'agissait de prendre la mesure des écarts au cadre épistémique de la transplantation d'organes et plus particulièrement au mécanisme, étant entendu que les connaissances et représentations corporelles sont, au sein même de notre société, variées (DURIF-BRUCKERT, 2008). La réalité est apparue à la fois plus complexe et plus fluide : selon les lieux, selon les situations, selon les activités dans lesquelles l'individu est engagé, sont mobilisées des conceptions du corps - et du cœur - qui, mises à plat, pourraient paraître incompatibles. Et pourtant, le cœur peut être à la fois pompe, et plus que cela.

Julien BIAUDET

Docteur en sociologie

Chargé de missions Innovations sociales
& Développement des compétences

Cancéropôle Lyon Auvergne Rhône-Alpes (CLARA)

Bâtiment Domilyon

<http://www.canceropole-clara.com>

LE DÉVELOPPEMENT LINGUISTIQUE CHEZ DES ENFANTS AVEC TROUBLE DU SPECTRE AUTISTIQUE (TSA) : APPRENDRE AVEC UNE TABLETTE NUMÉRIQUE.

FRANÇOISE INFANTE

En France, environ entre 250.000 et 600.000 personnes (selon les sources) seraient atteintes d'un trouble du spectre de l'autisme. On a pendant longtemps considéré que 70 à 80% des personnes présentant un trouble du spectre de l'autisme présentaient également une déficience intellectuelle. Certaines publications américaines font néanmoins état d'une majorité de personnes avec une intelligence à la moyenne, avec environ 1 enfant seulement sur 6 qui serait porteur de déficience intellectuelle (CDC, 2016).

Découle de ces chiffres la notion que les besoins spécifiques des enfants avec TSA (Trouble du Spectre Autistique) est une question centrale. Des études avaient déjà été menées sur la perspective « vie entière » de la personne avec TSA ainsi que de leur évolution en terme de facteurs de progression ou d'aggravation (PRY & DARROU, 2009, WERKER & HENSCH, 2015).

Nous avons, en ce qui nous concerne, mené en 2012/2013 une étude exploratoire sur l'amélioration de la lecture chez un enfant porteur de TSA accueilli en IME. Nous avons démontré que des aides numériques (un choix d'applications orthophoniques) et des stratégies éducatives adaptées proposées dans le cadre d'un suivi pédagogique pouvaient permettre à cet enfant d'améliorer sa compréhension en lecture en seulement 8 séances (POUSSIN & GALIANO, 2014).

La tablette a non seulement beaucoup d'attrait pour l'enfant en général, mais aussi pour l'enfant avec autisme : l'Office National pour l'Innovation Technologique (ONFRIH) a été créé en 2007 pour dé-

velopper les aides technologiques à visée rééducative pour les personnes avec besoins spécifiques. Il définit aussi les raisons pour lesquelles la personne avec TSA aurait envie d'utiliser ce type de médiation (<http://www.air.org/project/national-center-technology-innovation-ncti>). Or la question des apprentissages et des adaptations facilitatrices est centrale pour les familles touchées par le TSA et plus généralement pour l'environnement éducatif et scolaire.

A l'Institut Médico Educatif dans lequel je suis Psychologue, le lieu où s'est déroulée la recherche-action, chaque enfant a sa propre tablette configurée individuellement. Elle est utilisée depuis 2013 comme médiation pédagogique et outil de communication augmentée : les enfants désignent des photos ou des pictogrammes sur leur tablette pour demander quelque chose ou prendre connaissance de leur planning journalier. L'autisme défini par le DSM 5 comme un syndrome neurodéveloppemental concerne en effet les fonctions de cohérence centrale, c'est-à-dire entre autres les processus d'intégration. Les domaines touchés sont les domaines sensori-moteurs, ceux de la motricité mais aussi les fonctions du langage, des habiletés sociales et le domaine de la mémoire (WILLIAMS & MINSHEW, 2007; WILLIAMS, GOLDSTEIN, & MINSHEW, 2006).

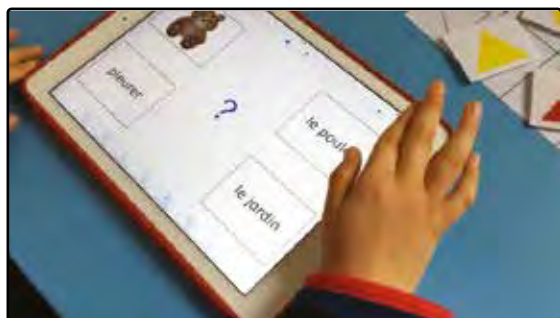
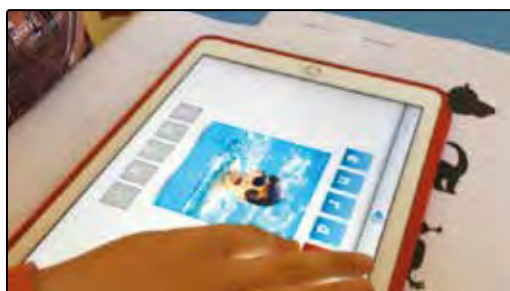
La Haute Autorité de Santé (HAS) et l'Agence nationale de l'évaluation et de la qualité des établissements et services sociaux et médico-sociaux créé en 2007 (Anesm-2012) a procédé à la publication de Recommandations de Bonne Pratique qui encadrent les pratiques institutionnelles d'accompagnements et de remédiations.

Dans l'autisme, le traitement visuel prend le pas sur le traitement langagier

Sur la base d'études en neuro-imagerie fonctionnelle, la recherche confirme en effet l'hypothèse que les sujets avec autisme privilégient, également dans le traitement langagier, les régions spécialisées dans le traitement visuel (KANA, KELLER, MINSHEW, & JUST, 2007, SAMSON, MOTTRON, SOULIÈRES, & ZEFFIRO, 2012). Elle suggère que l'information du discours oral est d'abord et avant tout traitée d'un point de vue visuel. Ces études envisagent les supports de type « communication augmentée » avec pictogrammes ou photos comme des supports aidants au niveau de la communication et des habiletés sociales (SULZER-AZAROFF, HOFFMAN, HORTON, BONDY, & FROST, 2009) et met en évidence les résultats positifs obtenus avec le support « tablette numérique ».

Des fonctionnements intermodaux inefficaces

Des études suggèrent que l'autisme serait un syndrome de « déconnection » (WILLIAMS & MINSHEW, 2007) : les fonctionnements intermodaux seraient inefficaces et auraient comme conséquence des tâches cognitives procédurales déficitaires.



Une acquisition tardive du langage

Les études montrent que l'âge auquel entre la majorité des enfants non Asperger est tardif (parfois 7 ans) et qu'ils suivent des étapes définies allant de l'écholalie à la production de phrases simples (MOTTRON, 2016; BROWN, ORAM-CARDY, & JOHNSON, 2013; PRIZANT, 1983; GUY, MOTTRON, BERTHIAUME, & BERTONE, 2016).

Une recherche-action avec 20 enfants sur 2 ans dans le médico-social

Notre recherche-action avait comme objectif d'évaluer et d'analyser sur 24 mois l'évolution du langage de 20 enfants avec TSA. Il s'agit de la première étude quantitative faite en France sur l'apport de l'outil numérique dans la progression linguistique et comportementale d'enfants porteurs de TSA. La tablette est utilisée à l'IME depuis 2013 comme médiation pédagogique et outil de communication augmentée (communication par photos ou pictogrammes).

La tablette numérique comme support privilégié pour apprendre?

Sur un temps d'observation de deux ans (2014-2016), nous avons sélectionné 3 temps de recueil de données en début, milieu et fin de protocole. Tous les enfants de l'échantillon ont eu en leur possession une tablette numérique avec laquelle ils jouent, apprennent et communiquent. Nous la configurons sur la base d'un âge développemental défini par le niveau de cognition non verbale mesuré par différents bilans fonctionnels. Les parents sont formés à l'utilisation de cette tablette pour qu'ils puissent soutenir leur enfant dans les apprentissages hors institution. Le Groupe Cible (11 enfants) est entraîné 5 heures par semaine en individuel avec l'outil numérique et le Groupe Témoin (9 enfants) a l'équivalent de ces temps d'activité dans des accompagnements ciblant les habiletés sociales : jeux de société et sorties extérieures. Des corpus numériques rassemblent des applications non spécialisées et pour la plupart gratuites : il s'agit d'un travail au niveau des compétences perceptivo-cognitives et des prérequis langagiers travaillés dans les 3 années de maternelle (Petite, Moyenne et Grande Section). A chaque objectif de remédiation correspondent des applications numériques. Les équipes éducatives, l'enseignante, les parents et, à leur demande, la fratrie ont été formés à l'utilisation du numérique. L'éducateur utilise par exemple une

tablette pour présenter aux enfants les activités, leur planning-journée et les changements envisagés dans la journée. Pour les domaines du sensori-moteur et du sport, la psychomotricienne et l'éducateur sportif travaillent avec des médiations propres à leur domaine.

Résultats mesurés chez les enfants en fin de protocole suite à l'entraînement avec une tablette numérique

On constate une amélioration de la communication (domaines réceptif et expressif) chez les Groupe Cible et Témoin. Au bout de 2 ans, il apparaît que la tablette numérique utilisée au quotidien a un effet positif sur la progression des enfants, que ce soit dans la communication ou au niveau du comportement au quotidien. Les troubles du comportement, l'auto et l'hétéro-agressivité ont significativement régressé chez les enfants les plus déficitaires et le niveau langagier s'est amélioré chez les jeunes du groupe le plus avancé. Les enfants porteurs d'une DI sévère ont évolué favorablement au niveau des comportements adaptatifs. L'accompagnement numérique n'a pas eu en ce qui les concerne d'impact significatif au niveau du langage réceptif et expressif. Par contre ils ont développé un vrai intérêt pour le support numérique : certains recherchent une tablette pour écouter de la musique, d'autres pour regarder des vidéos d'eux-mêmes avec leurs parents ou pour jouer à des jeux d'appariement. Ceci leur a d'ailleurs permis d'enrichir leur niveau de cognition non verbale : Milène, 77 mois d'âge chronologique (77 AC), petite fille porteuse d'une déficience intellectuelle sévère est dans des comportements autocentrés, dans une relation aux objets qui passe exclusivement par l'oralité. Elle commence néanmoins à manger de manière autonome (elle utilise sa fourchette), participe à l'habillage et a des temps de concentration plus importants lors des apprentissages cognitifs. Elle s'intéresse énormément à la tablette en tant que cet outil lui sert à écouter de la musique et à regarder des photos.

En ce qui concerne le groupe des enfants les plus efficaces au niveau du langage, ils sont aussi ceux qui ont le meilleur niveau développemental et un QI Non Verbal élevé. En deux ans le jeune Ethan est passé de 41 mois à 78 mois d'AD. Il produit des phrases, son vocabulaire s'est énormément enrichi,

il est rentré dans les apprentissages et utilise très souvent la tablette qu'il a en accès libre. Il apprend beaucoup seul: il utilise entre autres les applications « Montre-moi » pour le langage réceptif, « Lexico Sound » dans laquelle il adore reconnaître les sons et est très compétent, « VKF1French » où il y a des petites souris qui multiplient les actions dans une pièce : ouvrir la porte, la fermer, ouvrir la lumière etc. Il va lui-même à la découverte de nouvelles applications, se lasse de celles qu'il connaît, s'empare des tablettes qui ont de nouvelles applications qu'il ne connaît pas. Ethan joue sur la tablette plusieurs heures par jour mais aussi le week end chez ses parents. Cet enfant a maintenant un niveau de cognition non verbal et un niveau de langage réceptif équivalent au CP. Il a un comportement de plus en plus adapté maintenant.

Adèle, 36 mois d'âge développemental (36 AD) en début de protocole et 48 mois AD en fin de protocole déchiffre maintenant des mots, reconnaît en global certains mots, chante des comptines.

Ethan, Michael, Baptiste produisent des phrases. Ils ont commencé très vite la lecture globale et maintenant syllabique et cela bien avant de produire une phrase. Le jeune Ethan est lui hyperlexique. Nous avons fait une publication en 2014 sur sa progression au niveau de la compréhension en lecture et l'utilisation d'applications numériques (Applications orthophoniques) (POUSSIN & GALIANO, 2014). Il est maintenant question qu'il quitte l'IME pour intégrer une ULIS collège et pour vivre au quotidien avec ses parents.

Tous les enfants du groupe le plus avancé (35<QI<75) ont gagné entre 20 à 40 mois d'âge développemental en 2 ans, atteignant 73/78 mois d'AD (6 ans), un âge qui correspond à l'âge où les enfants neurotypiques rentrent au CP, année des apprentissages fondamentaux. Sonia, jeune fille de 123 mois d'AC, atteinte d'un TSA SDI passe de 50 à 63 mois d'AD. Sonia est maintenant verbale, elle construit des phrases avec sa tablette (application TALK TABLET). Elle a progressé au niveau de l'autonomie domestique : elle gère son linge, participe à la préparation des repas. Elle peut vider un lave-linge, plier le linge et le ranger. L'hétéroagressivité a disparu : la tablette lui permet de voir par anticipation l'organisation de la journée, les interdits (prendre du temps hors des repas, ouvrir et manger ce qu'il y a dans le frigidaire), les absences de personnel ou les changements d'activités imprévus qui pourraient sans cela provoquer des troubles de comportement.

On constate que la tablette numérique proposée en accompagnement individuel hebdomadaire a eu non seulement un effet positif sur le développement du langage mais elle participe à améliorer les comportements adaptatifs au quotidien des enfants. La proposition d'ateliers numériques construits sur la base de Corpus Numériques organisés selon un modèle de type « *bottom up* » cible les apprentissages de la phonologie vers le lexique, la sémantique, la syntaxe et la pragmatique. Cela favorise la progression linguistique, comportementale et plus globalement développementale des enfants même s'il faut prendre en compte le fait que pour certains enfants la séquence d'acquisition oral/écrit est inversée. On constate un intérêt marqué pour les chiffres et les lettres, intérêt qui précède parfois le langage oral. La proposition de supports visuels avec synthèse vocale comme les applications « Talk Tablet » et « Grace » sont des supports aidants au niveau de la communication et des habiletés sociales (SULZER-AZAROFF et al., 2009). Certains enfants écrivent sur la tablette leur demande : par exemple il est plus facile pour Robin d'écrire sur sa tablette « je veux du jambon » lorsqu'il est à table (il écrit sans faute d'orthographe) que de le dire.

L'intérêt de la tablette numérique et du suivi individualisé est que l'adulte s'adapte chaque fois en temps réel au niveau de l'enfant. On sait que dans le cas de l'autisme en particulier, il est important de considérer les FORCES de l'enfant et pas seulement ses BESOINS. Or la tablette est un outil qui intéresse l'enfant et à travers lequel il peut explorer, s'ouvrir (on dit souvent qu'il est dans sa bulle, ce qui, comme nous l'avons démontré, n'est pas vrai) découvrir maints univers (gros avantage au niveau de la cognition sociale). C'est la raison pour laquelle nous avons fait en plus des 4 corpus d'apprentissages numériques un 5^{ème} corpus organisé autour de compétences liées aux fonctions exécutives et dont nous nous servons pour enrichir et renouveler les contenus numériques des tablettes. Enfin le fait d'avoir sur la tablette elle-même une fiche avec les applications utilisées par l'enfant et une fiche d'évaluation du temps hebdomadaire passé avec l'enfant sur la tablette a beaucoup participé de la progression.

Ces résultats vont dans le sens d'un apport bénéfique du numérique dans les accompagnements cognitifs des enfants avec TSA. Ils valident l'utilisation des tablettes numériques dans l'apprentissage du

langage oral chez les enfants à besoins spécifiques, et plus particulièrement chez les enfants avec autisme.

Le défi est maintenant pour les professionnels d'apprivoiser cet outil et de connaître suffisamment les applications pour en choisir qui soient adaptées au niveau de l'enfant et aux besoins de la rééducation.

Contrairement aux idées reçues concernant l'autisme, les enfants avec lesquels nous travaillons peuvent apprendre seuls, sur une tablette et généraliser les apprentissages. Nous avons constaté qu'ils peuvent s'emparer des tablettes de leurs pairs pour faire des jeux numériques, ouvrir une application traitant du lexique par curiosité et par envie. Un enfant nous réclamait dernièrement son « dossier » pour dire « classeur ». Il avait appris ce mot dans une application car il aime répéter en boucle le vocabulaire lu avec synthèse vocale (Application BITSBOARD).

Les enfants observés dont le niveau de langage est le plus haut recherchent des applications complexes et sont capables de persévérer jusqu'à la réalisation de l'exercice. Par contre les enfants porteurs d'une déficience intellectuelle sévère et profonde, restent, eux, dans le « connu » et recherchent « l'immuable » : des applications avec des musiques stimulantes, photos ou vidéos d'eux-mêmes qu'ils répètent en boucle. Ils peuvent aussi travailler en boucle sur une application lexicale comme « Mots Spéciaux » et revenir de manière incessante sur une photo, un mot, ceci devenant un intérêt restreint.

On peut noter que les enfants entraînés avec la tablette sont plus enclins à réagir au langage de l'entourage (réciprocité sociale), à initier des interactions sociales et des jeux et les comportements caractéristiques moteurs et verbaux (jargon, stéréotypies, intérêts restreints) baissent. La tablette a permis à des enfants avec DI de mieux comprendre qu'ils devaient attendre au repas pour être resservis : l'application GRACE très simple à manipuler permet aux éducateurs de faire des photos des aliments mais aussi des plats en temps réel, de créer une bande de séquençage en y incluant même, si nécessaire, un pictogramme ATTENDRE. Ce genre d'aide visuelle a permis de réduire les comportements-défis de manière importante.

Les enfants ne sont pas toujours occupés dans une institution, ils ont aussi des temps « loisirs » indispensables mais parfois difficiles à vivre pour eux. Le fait

de pouvoir s'intéresser à des jeux qui correspondent à leurs intérêts spécifiques leur ouvre aussi des horizons intéressants et ludiques. Les enfants ont par exemple montré qu'ils s'intéressaient aux histoires racontées avec la synthèse vocale. Les applications de l'éditeur SLIM CRICKET ont eu, à notre grande surprise, énormément de succès auprès des enfants. Ils nous ont montré qu'ils comprenaient des notions compliquées. Ils pouvaient être empathiques avec une histoire triste, réagir en riant à des traits d'humour, développer ces comportements intuitifs nécessaires au numérique: apprendre à gommer, à déplacer sur la tablette, à suivre des indices de l'ordre du symbole : fermer une application en appuyant sur une croix, comprendre que la couleur verte est une validation, être capable de retourner à une application qui l'intéresse, faire des jeux complexes dans une application qui porte un nom prometteur : EINSTEIN ! L'effet positif de la remédiation individuelle (3h), a été très vite relayé et démultiplié par les parents eux-mêmes. Régulièrement les contenus des tablettes doivent être enrichis avec, pour certains, le maintien d'applications qui servent de « renforceurs »: ce sont les applications que l'enfant réussit à faire facilement, qu'il recherche de manière compulsive lorsque son niveau développemental est plutôt bas. On note ainsi un fort intérêt pour les jeux d'attention visuelle (jeu type « Chercher Charlie ») d'attention auditive (Lexico Sound), de mémoire de travail (jeux « Logique ») et de raisonnement. Enfin nous constatons que les parents ont été et sont un facteur déterminant dans la progression de leurs enfants. Actuellement la recherche s'intéresse de plus en plus à évaluer l'importance de l'entourage de l'enfant dans l'évolution de l'enfant avec TSA : impact du stress parental (STRAUSS et al., 2012), efficacité de la guidance parentale (ESTES et al., 2014), effets du coaching reçus par les parents sur l'évolution de leur enfant (BEAUDOIN et al., 2014), effet de la préparation des accueillants/enseignants sur le devenir de l'enfant quand il y a inclusion scolaire (VERSCHUUR et al., 2016) et formations des intervenants et du milieu d'accueil. De nombreux travaux montrent que la présence d'un tuteur module de manière importante l'apprentissage (attention partagée) (KOVÁCS et al., 2014 ; PAULUS et al., 2016).

Nos résultats indiquent qu'au-delà de la détermination neurobiologique, l'environnement familial, éducatif et pédagogique jouent un rôle important. Les conditions dans lesquelles les enfants ont appris,

la prise en compte de leurs compétences visuelles au niveau des supports de travail avec l'utilisation du numérique, et l'évaluation de leurs besoins avec des bilans individuels influencent de manière décisive leur évolution linguistique et comportementale.

Les différents atouts de la tablette numérique, sa rapidité de mise en route, la facilité à prendre des photos et des vidéos, la motivation qu'elle suscite, mais aussi ce qu'elle permet en termes d'autonomie, de travail collaboratif, d'interactivité, de différenciation et d'individualisation, l'alternative à la graphie que le clavier propose bouleversent notre approche « thérapeutique ».

Le virage numérique pris par l'IME *La Maison de Sésame* avec l'attribution d'une tablette à chaque enfant a créé un vrai intérêt des parents mais aussi des frères et sœurs qui ont constaté que leur enfant ou que le frère ou sœur avait des compétences qui les étonnaient et qu'ils n'auraient pas imaginées.

Les Recommandations de bonne pratique de la Haute Autorité de Santé (2012), l'évolution du projet d'accompagnement, l'alliance éducative indispensable avec les parents ont amené l'IME à repenser son offre de service: il s'agit de travailler la généralisation des compétences dans l'environnement de vie immédiat des enfants afin de favoriser la vie quotidienne en famille et la relation parents/enfants.

Le questionnaire de satisfaction proposé par le Conseil de la Vie Sociale (CVS) aux parents des enfants accueillis à l'IME confirme que 92% des familles utilisent la tablette numérique, que 85% des enfants emmènent leur tablette le week-end, mais aussi que 65% des parents considèrent que leur enfant fait des progrès dans la communication, et enfin que 92% considèrent qu'il progresse dans la vie quotidienne. L'Institut de Recherche en Santé Publique (IRES-P) annonçait, il y a seulement quelques semaines, la mise en ligne des derniers appels à projet pensés « *dans un mouvement de désinstitutionalisation, (...) qui promeut une alternative à la vie en institution et encourage les initiatives axées sur le maintien à domicile* ». Il s'agit bien de cela! Apprendre à tout âge, de manière de plus en plus inclusive, donner à la personne avec TSA la possibilité du recours au support numérique comme outil de compensation.

Françoise INFANTE,
Psychologue en Institut Médico Éducatif
Docteur en Psychologie, Enseignante Lyon 1 et Lyon



INSERTION D'UNE APPLICATION MÉTIER SUR UN CHANTIER DE RÉHABILITATION : TRANSFORMATION DU SYSTÈME D'ACTIVITÉ DE "LEVÉE DE RÉSERVES" D'UNE CONDUCTRICE DE TRAVAUX

ÉLODIE CHAMBONNIÈRE, JACQUELINE VACHERAND-REVEL & BRUNO ANDRIEU

Introduction : contexte et problématique

Le secteur du Bâtiment va entrer davantage dans l'ère du numérique : le défi, de ce qui se présente comme une révolution culturelle est de réussir le passage de l'ère du papier à celle du *tout* numérique. Afin d'appréhender les ressorts de cette innovation de rupture dans les pratiques, nous avons engagé une recherche doctorale (débutée en décembre 2018) en collaboration avec une entreprise spécialisée en réhabilitation, faisant partie d'un Groupe multinational de construction et de concession, qui se positionne dans les dix premiers Groupes du Bâtiment et Travaux Publics du monde.

L'objectif est d'expérimenter de nouvelles pratiques collaboratives, médiatisées par divers dispositifs numériques, entre les partenaires impliqués à toutes les étapes d'un projet. Le principal opérateur de cette mutation numérique est l'usage d'une méthode collaborative (nommée BIM¹) autour d'une maquette numérique virtuelle partagée. Cette dernière est l'axe principal d'expérimentation pour le Groupe qui a pour objectif de la déployer à l'échelle nationale et ce, auprès de ses différentes entreprises.

La thèse a une double visée. La première s'attache à comprendre la complexité des pratiques d'équipes de projet sur un chantier et la façon dont elles sont susceptibles de se reconfigurer sous l'effet de cette médiatisation des activités. La seconde, dite de recherche-action, est d'accompagner cette transition numérique en association avec les acteurs clés de projets de réhabilitation.

Nos investigations sur le terrain sont conduites en situations réelles de travail dans deux chantiers français de l'entreprise de réhabilitation. L'un, « traditionnel », dispose d'outils numériques classiques (e.g. pour la réalisation et l'édition de plans) mais dans lequel on introduit, à titre expérimental, une tablette portable disposant d'une application métier. Le second est entièrement numérique avec l'utilisation pilote de la maquette.

Cet article porte sur le premier chantier qui a pour objet de réhabiliter une centaine de logements. Parmi les acteurs qui ont été amenés à travailler pour mener à bien un tel chantier, nous choisissons ici d'interroger les pratiques existantes et nouvellement médiatisées d'un acteur clé du chantier : le conducteur de travaux. Ce dernier récemment équipé d'une tablette portable a utilisé, pour la première fois, une

¹ BIM : "Building Information Modeling", en français, "modélisation des données du bâtiment".

application métier pour effectuer l'activité de "levée de réserves". Les réserves concernent les défauts de réalisations relevés à la fin du chantier. Elles doivent être notées pour être reprises par les ouvriers, selon les indications du conducteur de travaux. Une fois ces réserves levées, il faut le faire constater au maître d'œuvre² pour rendre cette levée effective et permettre la réception des travaux.

Afin de comprendre l'incidence de l'application métier sur l'activité de "levée de réserves" du conducteur de travaux, il est nécessaire de situer cette activité dans le contexte du chantier dans lequel elle se réalise et ce qui la caractérise.

1. La vie de chantier dans tous ses états

Sur le chantier, chaque tâche est interdépendante des autres qui doivent être séquencées. La vie sur le chantier est toujours mouvante dans sa configuration. Elle est aussi marquée par la survenue incessante d'aléas et d'événements (e.g. fuites d'eau ...). L'environnement de travail dans lequel évolue le conducteur de travaux est complexe car il lui revient de gérer quotidiennement ces imprévisibilités.

Pour réaliser ses diverses activités³, le conducteur de travaux prend appui sur un important réseau d'acteurs (client, architecte ...). La diversité des interlocuteurs l'oblige à s'adapter en permanence aux divers «mondes sociaux» en présence (SCHUTZ, 1987).

Véritable chef d'orchestre, aux multiples missions opérationnelles, le conducteur de travaux a, entre autres missions, d'encadrer, de prescrire et de coordonner le travail des nombreux ouvriers de différents corps de métier du bâtiment, appelés compagnons, qui co-activent sur le chantier.

Le conducteur de travaux est également responsable de la sécurité du chantier et de la qualité des travaux effectués. La traduction opérationnelle de cet objectif de qualité s'incarne de façon exemplaire dans l'activité essentielle dite de "levée de réserves"

L'activité de "levée de réserves" marque la fin de la réalisation des travaux donc de la clôture du chantier puisque que le bâtiment peut alors être livré au client. Pour rappel, les réserves sont tous les défauts

relevés. Vers la fin du chantier, le maître d'œuvre effectue des OPR (Opérations Préalables à la Réception). Lors de ce type de visite, s'il y a des réserves, il les note pour qu'elles soient reprises. Avant les OPR, le conducteur de travaux effectue préventivement des tours de chantiers réguliers pour noter les défauts et essayer de les "lever" afin d'en réduire au maximum le nombre. Après les OPR, le conducteur de travaux effectue des tours de chantiers pour vérifier que les défauts (relevés par le maître d'œuvre) ont bien été repris par les compagnons, ils peuvent être "levés". Enfin, pour rendre effective cette "levée" et permettre la réception du bâtiment, il faut le faire constater au maître d'œuvre (opération à la réception).

Pour viser l'objectif de qualité du "zéro défaut", le conducteur de travaux réalise et tient un planning. Pour superviser le travail des compagnons, il est amené à échanger sous formes directes, en présentiel ou médiatisés par des artefacts (plans papiers, photographie, appel téléphonique, déplacements sur le chantier).

Il nous a semblé pertinent de choisir comme objet d'étude l'activité de «levée de réserves» puisque, suivant les propos des conducteurs de travaux de l'entreprise de réhabilitation, recueillis lors de nos observations, *"elle est loin d'être simplement une activité de fin de chantier puisqu'elle détermine en grande partie le déroulement et la gestion du chantier en orientant fortement les actions qui s'y déroulent"*.

L'angle d'analyse que nous proposons se positionne du point de vue du conducteur de travaux, sans ignorer pour autant la configuration collaborative d'action qui la sous-tend. Dans le même temps, nous interrogeons la fonction spécifique de cette nouvelle médiatisation et les transformations qu'elle génère pour l'activité de "levée de réserves" du conducteur de travaux.

Nous nous arrêterons d'abord sur une proposition théorique d'articulation entre, d'une part des dimensions situées et incarnées de l'activité et, d'autre part, son développement historico-culturel, afin de se saisir de la complexité de cet objet d'étude. Puis nous précisons la démarche empirique de nature ethnographique qui nous permet d'investiguer le travail sur les chantiers et discutons de l'intérêt de pénétrer dans ses coulisses. Enfin, nous présenterons les principaux résultats de cette investigation.

² Le maître d'œuvre est mandaté par le client pour assurer le suivi de la conception et de la réalisation des travaux.

³ Nous ne détaillerons pas toutes les activités que peut prendre en charge un conducteur de travaux mais seulement celles que nous jugeons pertinentes dans le cadre de notre recherche.

2. Appréhender l'activité de "levée de réserves": cadrage théorique

Saisir l'amplitude des changements prévisibles de cette transition numérique pour le travail des acteurs, en particulier l'activité d'un conducteur de travaux, nécessite de le confronter à ses différents niveaux de complexité et à sa dynamique spécifique au cours du chantier. Les appréhender suppose de se doter de cadres théoriques capables de prendre en charge, sans isoler *a priori* dans l'analyse, les éléments organisationnels et situationnels susceptibles d'éclairer la fonction spécifique de la médiatisation numérique pour l'activité. Avec cette intention, seule une approche systémique nous semble pertinente. Dans cette perspective, nous proposons une articulation théorique entre les dimensions situées et incarnées de l'activité et son développement historico-culturel, déjà mise à l'épreuve dans d'autres cadres de recherche (e.g. IANEVA & VACHERAND-REVEL, 2015). Cette articulation est référée, d'une part, aux *Théories de l'Action* et, d'autre part, aux *Théories de l'Activité*. Elle vise à comprendre le travail médiatisé *tel qu'il se fait en situation, tel qu'il se vit, s'éprouve et se développe* dans ses modalités concrètes de réalisation de l'activité et de ses diverses médiatisations numériques.

Les *Théories de l'Action* sont principalement ancrées dans les paradigmes interactionnistes et situationnistes, (e.g. travaux de GOFFMAN, 1959 ; GROSJEAN & LACOSTE, 1999).

Les *Théories de l'Activité* sont ancrées dans le paradigme constructiviste et inspirées de la psychologie historico-culturelle russe (VYGOTSKI, LEONTIEV) qui s'est étayée sur l'idée d'une codétermination du social et du psychisme. Elles ont été développées dans le domaine du travail, notamment, par les chercheurs scandinaves (e.g. les travaux d'ENGSTRÖM, 1987) et français en clinique de l'activité (e.g. CLOT, 1999).

Ce qui nous intéresse dans la situation de chantier est ce que CLOT, (1999) désigne par le "*réel de l'activité*". Dans la situation vécue, l'activité est "*triple*ment dirigée : *par* la conduite du sujet, *dirigée au travers de l'objet de la tâche*, elle est aussi *dirigée vers les autres*" (p. 98). Aussi le réel de l'activité intègre à l'action visible un horizon de potentialités multiples donnant les ressources collectives pour agir collectivement ou, au contraire, des motifs d'*empêchements* en la désorganisant. L'articulation théorique que nous proposons permet ainsi d'éclairer l'épaisseur de l'activité de "levée des réserves" du conducteur de travaux.

En cohérence avec ce cadrage théorique, la démarche ethnographique, exposée dans la partie suivante, procède de la même intention d'observer *in situ* le travail vivant du chantier dans sa globalité et sa localité.

3. Ethnographie de l'activité sur un chantier

Notre objectif était de rendre compte de la complexité du chantier et d'appréhender, en le vivant "de l'intérieur", sa richesse et ses épreuves.

Dans une démarche de recherche-action, investiguer ethnographiquement un secteur aussi complexe que celui du bâtiment, surtout lorsqu'il est totalement étranger, est exigeant pour le chercheur. Cela requiert du temps, de l'engagement et une compréhension préalable *minimum* du chantier. Une première période de familiarisation avec le terrain a permis de nous mettre en capacité de voir, d'identifier ce qu'il serait opportun d'observer et de se définir une place. Cette période écoulée, il fallait alors entrer véritablement sur « la scène de la représentation » et obtenir un accès privilégié aux "coulisses" (au sens dramaturgique défini par GOFFMAN, 1959).

Les travaux du premier chantier observé consistaient à transformer un ancien bâtiment en une résidence sociale de 108 logements. Durant toute la durée des travaux, qui ont duré six mois, à raison de deux jours par semaine de présence continue, nous avons vécu en immersion sur le terrain. Le véritable enjeu de cette démarche se situe autour du *being there* (ROULEAU, 2013)⁴. Car comme le soulignait déjà MALINOWSKI en 1922 (cité par VILETTE, 2014) "*les gens ne font généralement pas ce qu'ils disent qu'ils font, mais autre chose. Par conséquent, il faut être là pour regarder ce qu'ils font*".

Portés par ces principes, nous avons fait le choix de suivre, *à la trace* en situation, le conducteur de travaux dans tous ses déplacements et "*d'être là, dans son ombre*", le témoin privilégié de ses interactions avec l'ensemble des acteurs impliqués dans le projet. Cette pratique spécifique d'ethnographie organisationnelle est nommée "*shadowing*" (GROSJEAN & GROLEAU, 2013). Cette première posture ethnographique adoptée, dans laquelle nous étions clairement identifiés comme chercheur par certains acteurs institutionnels, s'est

4 Littéralement, "être là", nous lui donnons ici le sens d'habiter, de "vivre sur le terrain" pour en avoir une connaissance fine.

révélée difficilement tenable. En effet, en raison des particularités du chantier où il faut agir vite dans un temps défini, nous avons été sollicités en tant que personne ressource pour participer à certaines tâches et reconnus comme interlocuteur crédible. Au fil du temps, une réelle confiance nous a ainsi été accordée. Forte de cette pratique de membre (au sens de GARFINKEL, 1987) c'est-à-dire avec quelques compétences reconnues par les acteurs impliqués dans le chantier, la posture ethnographique a évolué pour prendre la forme d'une participation observante sur le chantier en parallèle de l'observation en "shadowing".

Le conducteur de travaux de notre recherche est une femme âgée de 24 ans. Lors de la durée du chantier, elle a eu sous sa responsabilité la coordination du travail de 21 entreprises sous-traitantes⁵. Au maximum, une dizaine d'entreprises soit 35 compagnons peut intervenir en situation de co-activité et ce durant un ou deux mois, davantage en fin de chantier. En effet, la reprise des défauts et les dernières finitions nécessitent de mobiliser le plus de compagnons possibles. En outre, 15 professionnels issus de métiers différents (client, maître d'œuvre, préventeur...) sont intervenus sur ce chantier.

Nous avons conçu une palette d'instruments *ad hoc* à la vie de chantier. Nous avons privilégié, au départ, des observations ouvertes pour entrer dans le métier de la conductrice de travaux puis des observations plus ciblées sur certaines activités.

L'objectif était d'observer en détail l'activité *telle qu'elle se réalise* et la *façon dont elle se réalise*. Au cours de ces observations, nous avons recueilli différents types de verbalisations et des interactions verbales et non verbales au moyen de nos enregistrements audiovisuels.

Au total, le corpus de données collectées comprend des notes ethnographiques et des retranscriptions d'enregistrements audiovisuels, appuyées par des photographies.

Les matériaux du corpus de données ont principalement fait l'objet d'analyses thématiques. Dans un premier temps, en proximité de l'action, les analyses ont été co-construites avec la conductrice de travaux. Ensuite, elles ont été retravaillées avec des acteurs clés du chantier.

4. La transformation du système d'activité de "levée de réserves"

L'objectif de l'entreprise de réhabilitation est d'insérer des outils digitaux dans l'activité des conducteurs de travaux pour améliorer leurs conditions de travail en leur faisant gagner du temps au quotidien. L'application métier, implémentée sur une tablette portable, pour le suivi des "levées des réserves" est déployée par un prestataire extérieur à l'entreprise de réhabilitation. Depuis février 2018, tous les conducteurs de travaux de l'entreprise ont la prescription d'utiliser l'application métier. Ainsi, nous avons pu observer le début du déploiement de cette application et identifier les premières transformations de l'activité de "levée de réserves" de la conductrice de travaux.

Avant : bloc-notes, feuilles dactylographiées
> Après : tablette portable (application), feuilles dactylographiées.

A l'aide d'un bloc-notes et d'un stylo, la conductrice de travaux notait les reprises de travaux à effectuer : localisation de la réserve avec le nom du bâtiment et du logement, la nature de la réserve à reprendre ainsi que le nom de l'entreprise qui devait effectuer la reprise. La liste des travaux à reprendre était ensuite entrée sur ordinateur portable sous la forme d'un tableau puis transmise aux compagnons en main propre sur le chantier.

Avec l'application métier, la conductrice de travaux a non seulement dû intégrer un nouvel artefact pour la "levée de réserves" mais ce dernier est venu se substituer au support papier. Cela l'a obligée à apprendre de nouveaux gestes métiers pour utiliser un nouvel instrument, imposé par l'entreprise. En effet, lorsque la conductrice de travaux aperçoit une réserve elle doit suivre plusieurs étapes. Par exemple, sur le chantier, elle constate qu'il y a un problème de connexions électriques car les interrupteurs fonctionnent mal. Sur l'application, il y a un plan numérique sur lequel elle va sélectionner l'endroit où il faut agir (cf. 1 de la figure 1). Elle va ensuite chercher le nom de l'entreprise qui doit intervenir avec ce qu'elle doit faire. Une fois les informations sélectionnées (cf. 2 de la figure 1), elle prend une photographie (cf. 3 de la figure 1), entoure en rouge les éléments à reprendre (cf. 4 de la figure 1) puis appuie sur le bouton "envoyer" pour l'enregistrer dans l'application (cf. 5 de la figure 1). Lorsque les travaux sont repris, elle appuie sur un bouton "lever".

⁵ La spécificité de l'entreprise de réhabilitation est que sur l'ensemble de ses chantiers, les ouvriers sont tous des sous-traitants.

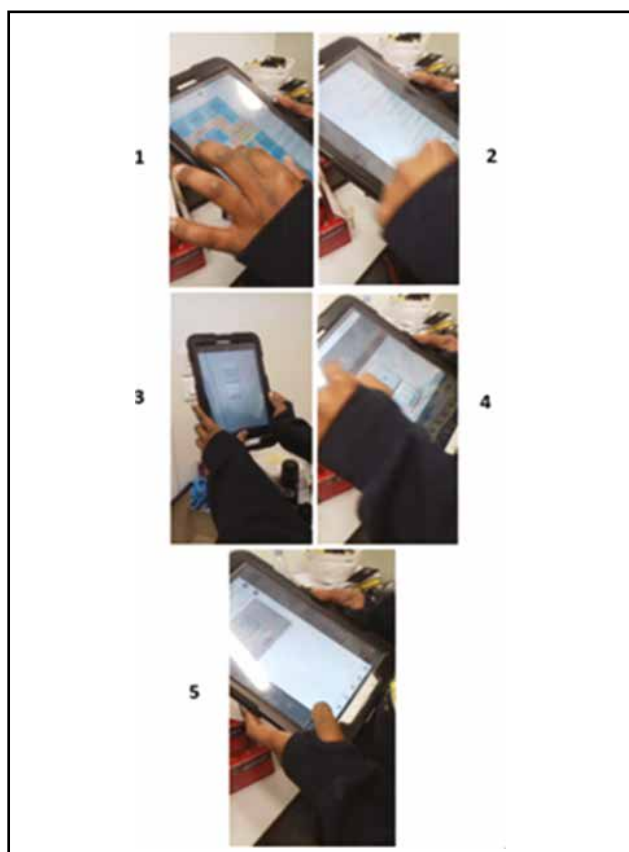


Figure 1 : l'utilisation de l'application métier

Avant : seule détentrice des informations

> Après : direction de l'entreprise détient aussi les informations.

Avant l'insertion de l'application métier, seule la conductrice de travaux détenait les informations concernant les réserves à reprendre. Elle ne diffusait pas ses notes écrites.

Dorénavant, les dirigeants connaissent ces éléments. L'application génère un classement automatique - recensant le nombre et la nature des réserves - qui leur est envoyé par e-mail hebdomadairement. Par cette mise en visibilité d'une partie de l'activité de la conductrice de travaux, l'organisation du travail se publicise. Des recherches (BOBILLIER CHAUMON, CUVILLIER, SARNIN & VACHERAND-REVEL, 2018) ont identifié que les activités des cadres sont de plus en plus transparentes avec les outils technologiques ce qui a pour corolaire d'accroître le contrôle de leur activité. En effet, les dirigeants peuvent utiliser l'application métier comme un système panoptique de contrôle (FOUCAULT, 1975). C'est d'ailleurs clairement énoncé par un dirigeant de l'entreprise « comme on reçoit les reporting [fait référence à l'e-mail envoyé par l'application] hebdomadairement, qu'on voit le nombre de réserves et si la semaine d'après les réserves ne sont pas levées, c'est que y'a un souci, on va chercher à convoquer le

conducteur pour voir d'où vient le problème ». Par ce verbatim, nous identifions que la direction souhaite que l'individu soit aussi performant que l'application : parce qu'il a un bon outil technologique, le conducteur de travaux doit lever rapidement les réserves. La direction l'incite à ce qu'il soit autonome, réactif et qu'il prenne en charge (seul) les éventuels problèmes qui l'empêcheraient de lever rapidement les défauts. C'est ce que CLOT (1999) nomme la "prescription de la subjectivité".

La place dans la hiérarchie se modifie et réinterroge les rapports de pouvoir (CROZIER & FRIEDBERG, 1992) avec un contrôle accru de l'activité et le changement introduit par la mise en visibilité de l'inscription des réserves. De plus, si la direction contrôle davantage l'activité de la conductrice de travaux, cette dernière peut également contrôler plus facilement la reprise des défauts des compagnons.

Avant : objectif : zéro réserve

> Après : objectif : zéro réserve et ce rapidement.

Que ce soit avant ou après l'obligation d'utiliser l'application métier, l'objectif de qualité est de ne plus avoir de réserves à reprendre. Avec l'application métier, la conductrice de travaux sait que les dirigeants disposent d'un accès pour visualiser le temps émis à lever les réserves. Cette donnée est intégrée à son action, elle fait tout pour lever les réserves le plus rapidement possible. De plus, la conductrice de travaux est obligée d'utiliser l'application métier car si aucune réserve n'est notée, rien n'apparaîtra dans le classement généré par l'application et les dirigeants le sauront.

L'activité de "levée de réserves" de la conductrice de travaux se trouve à la fois développée et contrariée. En effet, elle utilise l'application pour les tours de chantiers avec les compagnons (cf. Figure 2).

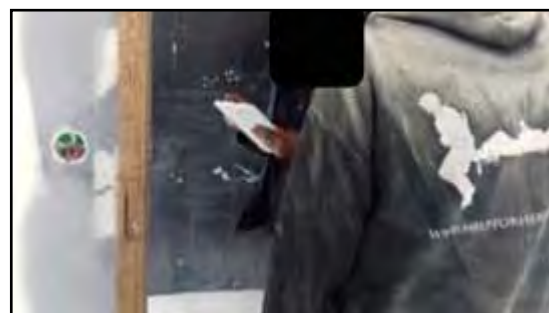


Figure 2 : un tour de chantier en présence d'un compagnon

Elle peut aussi imprimer les plans numériques de l'application et les photographies en les affichant pour les compagnons dans le bâtiment (cf. Figure 3).



Figure 3 : les impressions issues de l'application

L'activité de "levée de réserves" de la conductrice de travaux est également contrariée. Bien que la conductrice de travaux de notre recherche, est de la génération Y, autrement nommée "digital natives", elle a eu besoin d'un temps d'adaptation nécessaire pour utiliser l'application métier. En effet, au début, elle a souhaité conserver le support papier au cas où la tablette portable viendrait à s'éteindre en raison d'une charge de batterie insuffisante (cf. Figure 4).



Figure 4 : la coexistence des supports de travail

Perspectives

Dans nos prochains travaux, nous souhaitons interroger la façon dont le BIM (maquette numérique) reconfigure les modalités collaboratives du conducteur de travaux avec tous les acteurs qui œuvrent à la progression du chantier jusqu'à la réception du bâtiment réhabilité et comment le conducteur de travaux utilisera cette maquette numérique auprès des compagnons dans l'objectif de qualité de réceptionner un bâtiment réhabilité avec "zéro défaut" ?

Elodie CHAMBONNIÈRE

doctorante,

Laboratoire GRePS - Université Lumière Lyon 2

elodie.chambonniere@univ-lyon2.fr

Jacqueline VACHERAND-REVEL

directrice de thèse,

École Centrale de Lyon - Laboratoire GRePS

jacqueline.vacherand-revel@ec-lyon.fr

& Bruno ANDRIEU

doctorant,

Laboratoire GRePS - Université Lumière Lyon 2

bruno.andrieu@gmail.com

AUTOMATISATION ET OPÉRATEUR HUMAIN : COMPRENDRE LES DÉFAILLANCES DE COOPÉRATION POUVANT APPARAÎTRE ENTRE LES DEUX AGENTS

EUGÉNIE AVRIL, JORDAN NAVARRO, LIÊN WIOLAND & JULIEN CEGARRA

Introduction

Suivre les propositions de son GPS, se fier aux indicateurs du système de sortie de voie de sa voiture, regarder ce qu'indique la température de son application Smartphone pour choisir de quelle façon s'habiller... Toutes ces propositions ont en commun l'utilisation d'un système automatisé : une interface qui affiche des informations.

De nos jours, nous utilisons de plus en plus ces supports pour nous soutenir dans notre prise de décision et pour nous aider dans notre quotidien. Ces systèmes sont présents dans notre vie personnelle mais également dans le monde professionnel. Ainsi, avec l'émergence des nouvelles technologies, l'activité humaine a évolué et les écrans sont apparus dans un grand nombre de métiers. C'est le cas dans le secteur du transport et notamment dans les tâches de planification des tournées de transport de marchandises.

Ma thèse en Ergonomie est centrée sur l'humain et ses interactions avec les systèmes automatisés. Elle rentre dans le cadre de l'Ergonomie cognitive qui s'intéresse aux grands processus mentaux qui vont agir sur l'interaction entre un opérateur humain et son environnement (interaction homme-machine, charge mentale, etc.). Elle se différencie de l'Ergonomie physique qui tend à étudier les aspects physiologiques et biomécaniques d'un individu (manuten-

tions, postures, etc.) et de son ambiance de travail (bruit, éclairage, etc.) ; ainsi que de l'Ergonomie organisationnelle qui va s'intéresser à l'organisation du travail au sens large (rythme de travail, communication, etc.).

Mon travail s'intègre dans un projet plus large impliquant plusieurs partenaires issus du monde académique, de la prévention des risques professionnels et de l'industrie. Le projet vise l'amélioration de la planification des tournées de transports de marchandises par la mise en œuvre d'un système d'aide à la planification (système appelé Smart planning). Ce système se distingue de ceux existants dans le commerce par l'intégration de trois dimensions : les aspects sociaux (indicateurs santé et sécurité pour chacune des tournées), les aspects relatifs à l'impact de la tournée sur l'environnement et l'évaluation économique pour chacune d'entre elles. L'idée est de permettre aux opérateurs en charge de la planification d'accéder aux informations relatives à ces trois dimensions pour les aider à comparer les avantages et inconvénients de chacune des tournées possibles et de choisir la plus adaptée.

L'objectif de cette thèse est de se focaliser sur les aspects liés à l'interface de ce système d'aide à la planification et d'étudier l'interaction entre ce système automatisé et l'individu humain. En effet, depuis quelques années, nous sommes conscients que ces systèmes changent l'activité humaine et que des dé-

faillances peuvent apparaître dans la coopération de ces deux agents. C'est le cas du phénomène de contentement qui est une des conséquences négatives issue de cette défaillance. Ce concept est présenté plus en détails dans la partie ci-dessous.

Les défaillances de coopération dans la relation homme-machine

L'utilisation des systèmes automatisés n'est pas anodine. L'impact de leur utilisation doit être une source de préoccupation, notamment puisqu'une grande partie de ces systèmes sont utilisés dans des situations où la sécurité doit être irréprochable telles que les cockpits d'avion. Outre cet aspect, aujourd'hui, pourtant, nous les utilisons de façon courante sans nous poser la question des conséquences de leur utilisation. Comment utilisons-nous ces systèmes ? A quel point avons-nous confiance en eux ? Sommes-nous assez vigilants aux possibles erreurs de ces systèmes ? Si oui, sommes-nous en mesure de les gérer ?

Imaginons par exemple que vous utilisiez une application pour vous localiser dans la ville. Votre application vous indique que sur cette route vous pouvez rouler à 110. Cependant, il vous semble que la limitation est à 90. Allez-vous quand même suivre cette indication ? Et si l'application n'est pas mise à jour ? Et si c'est vous qui vous trompiez ?

Dans la littérature, plusieurs auteurs ont essayé d'apporter des réponses à ces questions, notamment en mettant l'accent sur les abus de cette utilisation (BAINBRIDGE, 1987 ; PARASURAMAN & RILEY, 1997). HOC (2000) a souligné quatre grandes conséquences de cette relation homme-machine.

La première correspond à la perte d'expertise. Dans cette situation, l'utilisation d'un système automatisé pour effectuer les actions vient détériorer l'expertise de l'opérateur humain puisque celui-ci ne pratique plus assez.

La seconde conséquence correspond au mauvais calibrage de la confiance. Un opérateur peut ainsi avoir trop ou pas assez confiance envers le système automatisé.

La troisième conséquence correspond à la perte d'adaptabilité. C'est-à-dire, lorsque l'opérateur humain manque de rétroactions et n'est donc plus au courant des actions du système automatisé. Dans le cas où il doit reprendre la main sur le système, il

peut donc adopter des choix inadaptés. Imaginons par exemple, une situation de conduite de voiture complètement autonome. L'opérateur humain peut être déconnecté et reléguer (tout en la surveillant un minimum) la conduite au système automatisé. En cas d'évènement inattendu ou de défaillance du système, si l'humain doit reprendre la main sur le système, celui-ci ne n'est plus au fait de l'environnement (vitesse à adopter, densité du trafic, trajectoire du véhicule, etc.).

La quatrième conséquence correspond au phénomène de contentement. C'est-à-dire lorsqu'un opérateur humain ne remet pas forcément en doute un système automatisé et qu'il va ainsi le surveiller de façon sous-optimale. Dans cette situation, les opérateurs peuvent adopter ou suivre les propositions du système automatisé sans les interroger et bien qu'ils soient conscients des limites de ces dernières. Ainsi, un faible taux de suspicion envers la machine et un défaut d'attention sont souvent des caractéristiques reconnus pour prouver la présence du phénomène de contentement.

Les interfaces et la planification de tournée

Dans la littérature, les défaillances de coopération ont surtout été étudié dans des situations où les systèmes automatisés vont effectuer des actions à la place de l'opérateur humain. Or, dans une situation plus statique comme la planification de transports terrestres, l'opérateur doit élaborer des tournées de véhicules et sa plus grande difficulté consiste à manipuler une grande masse d'informations (les contraintes réglementaires, les disponibilités des conducteurs et des véhicules, l'anticipation des trajets difficiles, la connaissance des manœuvres ou manutention à réaliser pour livrer un client, les besoins spécifiques des clients, etc.). Dans ces situations où l'opérateur dispose d'une grande quantité de connaissances acquises par l'expérience, l'aide à la représentation du problème est beaucoup plus importante sur le terrain que la potentielle production d'une solution. Les systèmes automatisés (i.e interface) sont donc employés à présenter plus efficacement les informations aux opérateurs et non à substituer l'humain dans ses actions. Dans ce contexte, un des objectifs de cette thèse a été d'étudier le phénomène de contentement lors de l'utilisation d'une interface.

Étudier le phénomène de contentement

Le phénomène de contentement a été étudié en laboratoire par le biais de participants qui exécutent en général plusieurs tâches simultanément et dont l'une des tâches est automatisée. L'outil le plus souvent utilisé dans les études traitant de cette question est le « *Multi Attribute Task Battery* » (COMSTOCK & ARNEGARD, 1992). Ce dernier est un micro-monde (simulation informatisée d'une tâche réelle) du pilotage d'avion composé de plusieurs tâches (PARASURAMAN & MANZEY, 2010). Il est composé de trois tâches : une tâche de cible où le participant doit compenser les sorties de curseur d'une zone cible avec un joystick ; une tâche de gestion de ressources où le participant doit effectuer des raisonnements pour maintenir des niveaux de liquides dans des réservoirs ; et une tâche de surveillance qui correspond à une tâche de détection de pannes par le participant et qui est souvent automatisée pour les besoins des expérimentations. En général, cet automate est imparfait et produit des erreurs. Les différentes études montrent que le fait d'automatiser une des tâches a pour conséquence une baisse d'attention des participants sur ladite tâche. Ainsi, les performances de détection des participants ont tendance à être plus faibles lorsque la tâche est automatisée à de fort niveau de fiabilité, alors que l'ensemble du système devrait être surveillé afin de détecter et de compenser ses défaillances occasionnelles. Ce résultat est considéré comme l'expression du phénomène de contentement du participant par rapport au système automatisé.

Étude expérimentale déjà effectuée dans le cadre de la thèse

La première étude menée dans cette thèse avait pour but de valider l'existence du « phénomène de contentement » dans des situations où le système automatisé intervient par le biais d'une interface et non pas par un système qui va exécuter une action à la place de l'opérateur (comme c'est le cas dans les études présentées ci-dessus). Dans cet objectif, le « *Multi Attribute Task Battery* » a été utilisé et adapté de façon à pouvoir tester deux choses : 1) l'impact de la fiabilité d'un système automatisé typique d'une interface, c'est-à-dire un système automatisé lié à « l'information » donnée sur l'écran ; 2) l'impact de la fiabilité d'un système automatisé typique de l'exécution d'une action à la place d'un participant.

La tâche de surveillance a été automatisée. Cette tâche était constituée de quatre jauges. En situation normale, le curseur fluctuait autour du centre de la colonne. En situation de panne, le curseur fluctuait dans la partie basse ou la partie haute de chaque colonne et le voyant « panne » devenait rouge. Lorsqu'il y avait une panne, le participant devait appuyer sur F1 (si le curseur était bloqué dans la colonne 1), F2 (colonne 2), F3 (colonne 3) et F4 (colonne 4). Deux types d'automate ont donc été manipulés : le premier type était relatif à de l'exécution et le deuxième à de l'information. Ainsi, l'automate de l'exécution était représenté dans la tâche de surveillance par le biais d'un curseur détecté et débloqué automatiquement par l'action du système automatique. D'autre part, l'automate de l'information était représenté par le voyant de signalisation « panne » qui s'allumait pour indiquer qu'une panne avait été détectée (curseur bloqué). Comme BAGHERI et JAMIESON (2004), nous avons manipulé la fiabilité de l'automate (0% ; 56,25% ; 87,5% et 100%).

Au niveau des résultats, cette étude a permis de mettre en évidence qu'un automate de l'information peut engendrer les mêmes difficultés d'interaction qu'un automate de l'exécution. Plus précisément, nos résultats ont montré qu'une fiabilité élevée d'un automate de l'information engendrait une baisse du temps alloué à la tâche de surveillance. Ces résultats nous ont permis de montrer que le phénomène de contentement - connu pour être présent dans des situations où l'automate exécute des actions - était également observé avec l'utilisation d'une automatisation de l'information (i.e interface).

Études expérimentales envisagées pour la suite de la thèse

Le phénomène de contentement pose la question du partage de la supervision. Si le système automatisé est en premier lieu utilisé pour réduire la charge de travail des opérateurs, le niveau de contrôle donné à l'opérateur ou à l'automate doit être réfléchi. Une des pistes envisagées pour ces prochaines études peut être de réduire le fossé pouvant se créer entre l'opérateur humain et le système automatisé et réduire le phénomène de contentement. Ainsi, dans la littérature, le concept de transparence de l'automatisation est apparu. L'idée étant de remettre l'opérateur dans la « boucle de contrôle » en augmentant les informations

sur le raisonnement, le fonctionnement et la fiabilité d'un système automatisé. C'est-à-dire, de donner plus d'informations pertinentes aux opérateurs humains afin que l'automate devienne plus transparent et que cela réduise le contentement des opérateurs face à des propositions qui sont parfois inappropriées.

Une deuxième étude envisagée pourrait quant à elle essayer de réduire le phénomène de contentement par la mise en place de contre-mesures. Une solution pourrait par exemple être d'essayer de rendre l'opérateur plus actif dans la tâche et de ne plus le contraindre seulement à superviser le système automatisé sans jamais reprendre la main sur la tâche. Certaines études ont ainsi montré que redonner des tâches manuelles à l'opérateur pouvait le réintroduire dans la boucle de contrôle et donc réduire le phénomène de contentement (PARASURAMAN, MOULOUA & MOLLOY, 1996). Selon la littérature, dans des situations constantes où l'automate effectue des tâches à des niveaux élevés de fiabilité, il y a beaucoup plus de contentement que des situations où la fiabilité de l'automate est variable et change de niveau alternant de faible à élevé. Redonner la main à l'opérateur, que ce soit en faisant varier les niveaux de fiabilité d'automatisation des participants (en les rendant plus vigilant) ; ou que ce soit en les obligeant à reprendre la main intégralement pendant certaines périodes, le partage des tâches semble éviter un trop grand clivage entre les deux agents et donc réduire le contentement (PARASURAMAN, MOLLOY, & SINGH, 1993).

La troisième étude envisagée pourrait étudier une situation où le système automatisé est plus ou moins transparent sur la fiabilité d'indicateurs rendus disponibles à un opérateur. Le but serait de comprendre l'impact de la transparence d'informations apparaissant sur une interface sur le phénomène de contentement.

Dans le cadre de la thèse, la tâche expérimentale pourrait être calquée sur une situation réelle de travail : la planification de transport de marchandises. En effet, le planificateur est amené à construire des planings et des tournées. Il doit donc prendre en compte une multitude d'informations afin de construire celles-ci : disponibilité des chauffeurs, situation géographique des clients à livrer, trafic... L'aide à la planification Smart Planning lui permettrait de visualiser avec l'aide de trois indicateurs globaux, des critères

importants d'évaluation de ces tournées construites : Santé/ sécurité ; Environnement et Economique. Ces indicateurs évalueraient la tournée proposée par le planificateur. Dans cette optique, une tâche avec ou sans feedback sur la fiabilité de ces indicateurs peut être mise en place afin d'investiguer le phénomène de contentement face à ces indicateurs.

Conclusion

Cette thèse devrait permettre de construire une contribution théorique (étudier le phénomène de contentement avec une interface), méthodologique (adaptation du micro-monde MATB à différents types d'automatisation) et pratique (recommandations ergonomiques) quant à la conception de systèmes (d'informations ??) automatisés. La première étude a permis de montrer que le phénomène de contentement pouvait être étudié dans un contexte d'utilisation de système automatisé type interface. Après avoir validé et placé le contexte de la thèse, les prochaines études ont pour but d'étudier ce phénomène en l'appliquant à des situations réelles de terrain. Grâce à son financement par le projet ANR Smart Planning, la thèse a l'avantage d'avoir accès à des données issues d'une situation réelle de planification de transport de marchandises. Les expérimentations pourront ainsi être validées de façon expérimentale en laboratoire, tout en ne perdant pas de vue la validité écologique de ces expérimentations avec des données issues de situations réelles du terrain. Les prochaines études auront pour objectif de permettre des recommandations ergonomiques en vue de réduire ce phénomène de contentement dans un contexte de système automatisé typé interface.

Eugénie AVRIL

Julien CEGARRA

Laboratoire Sciences de la Cognition, Technologie,
Ergonomie (SCoTE EA 7420), Université de Toulouse,
INU Champollion, Albi, France.

Jordan NAVARRO

Université de Lyon,

Laboratoire d'étude des mécanismes cognitifs

Liên WIOLAND

Département Homme au Travail, Laboratoire
d'Ergonomie et Psychologie appliquée à la Prévention, INRS, Vandoeuvre, France

BIBLIOGRAPHIE DU DOSSIER

- ASIMOV I. (2002). *Le robot qui rêvait*, Paris, J'ai lu coll. « Science-fiction ».
- ATLAN H. (1979). *Entre le cristal et la fumée*, Paris, Le Seuil.
- BAGHERI N. & JAMIESON G. A. (2004a). « Considering subjective trust and monitoring behavior in assessing automation-induced "complacency" » in *Human performance, situation awareness, and automation: Current research and trends*, pp. 54-59.
- BAINBRIDGE L. (1983). « Ironies of automation » In *Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems*, Elsevier, pp. 129-135.
- BAUDELLOT C. & BAUDELLOT O. (2008). *Une promenade de santé*, Stock, Paris.
- BEAUDOIN A. J., SÉBIRE G. & COUTURE M. (2014). « Parent Training Interventions for Toddlers with Autism Spectrum Disorder » in *Autism Research and Treatment*, pp. 1-15. <https://doi.org/10.1155/2014/839890>
- BEIDEL D. C. (1987). « Psychological factors in organ transplantation » in *Clinical Psychology Review*, vol. 7, n° 6, pp. 677-694.
- BELTRAND C. (1996). « Le syndrome de Münchhausen par procuration » in *Carnet Psy*, n°16, pp. 16-19.
- BENABOU R. & TIROLE J. (2003). « Intrinsic and Extrinsic Motivation » in *Review of Economic Studies*, 70(3), pp. 489-520. <https://doi.org/10.1111/1467-937X.00253>
- BENHAMOU M. (2016). « Modélisation (cybernétique) du Projet d'une psychologie de Freud. Une contribution du narcissisme primaire » in *Revue française de psychanalyse*, vol. 80, n°2, pp. 547-561.
- BÉRESNIAK D. (1993). *L'histoire étrange du Golem*. Paris, Guy Tredanel Éditeur.
- BERLYNE D. E. (1960). *Conflict, arousal, and curiosity*. New York, McGraw-Hill Book Company. <https://doi.org/10.1037/11164-000>
- BESNIER J.-M. (2012). *Demain les posthumains*. Paris, Pluriel.
- BILLINGS C. E. (1991). « Human-centered aircraft automation : A concept and guideline. » in *NASA Tech. Memo. No. 103885*, Moffet Field, CA: NASA-Ames Research Center.
- BISHOP C. M. (2006). « Pattern recognition and machine learning. » in *Pattern recognition*, Vol. 4. <http://doi.org/10.1117/1.2819119>
- BOBILLIER CHAUMON M.-E., CUVILLIER B., SARNIN P. & VACHERAND-REVEL J. (2018). « Usage des TIC et évolutions des pratiques socioprofessionnelles des cadres : quels repères pour le métier et quelles incidences sur la santé ? » in *Pratiques Psychologiques*.
- BOILEAU C. (2002). *Dans le dédale du don d'organes : Le cheminement de l'ethnologue*, Éditions des archives contemporaines, Paris.
- BOYD R. & RICHESON P. (1985). *Culture and the evolutionary process*, Chicago, University of Chicago Press.
- BRANGIER É. & HAMMES-ADELÉ S. (2011). « Beyond the technology acceptance model: Elements to validate the human-technology symbiosis model. » in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, Vol. 6779 LNCS, pp. 13-21. http://doi.org/10.1007/978-3-642-21716-6_2
- BRIL B., REIN R., NONAKA T., WENBAN-SMITH F. & DIETRICH G. (2010). « The role of expertise in tool use: Skill differences in functional action adaptations to task constraints. » in *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, n°36, pp. 825-839.
- BROWN H. M., ORAM-CARDY J. & JOHNSON A. (2013). « A Meta-Analysis of the Reading Comprehension Skills of Individuals on the Autism Spectrum. » in *Journal of Autism and Developmental Disorders*, n°43(4), pp. 932-955. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1638-1>
- CAPEK K. (1920). *Rossum's Universal Robots*. Paris, Éditions de la différence, 2011.
- CHATARD H. & DELFOSSE G. (2016). « La dyspraxie développementale chez l'enfant : quelles perspectives dans sa prise en charge orthoptique neurovisuelle ? » in *Revue Francophone d'Orthoptie*, n°9(2), pp. 98-103. <https://doi.org/10.1016/j.rfo.2016.04.008>
- CHAUDHARY U., BIRBAUMER N. & RAMOS-MURGUIALDAY A. (2016). « Brain-computer interfaces for communication and rehabilitation. » in *Nature Reviews*, n°12(9), pp. 513-525. <http://doi.org/10.1038/nrneurol.2016.113>
- CLAIDIÈRE N., SMITH K., KIRBY S. & FAGOT J. (2014). « Cultural evolution of systematically structured behaviour in a non-human primate. » in *Proceedings of the Royal Society of London B*, n°281, 20141541.
- CLOT Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris, Presses Universitaires de France.
- COECKELBERGH M. (2015). « The tragedy of the master: automation, vulnerability, and distance. » in *Ethics and Information Technology*, n°17(3), pp. 219-229.

- COMSTOCK J. R. & ARNEGARD R. J. (1992). « The Multi-Attribute Task Battery for Human Operator Workload and Strategic Behavior Research. » in *NASA Technical Memorandum*.
- CROMBEZ J.-C. & LEFEBVRE P. (1973) « La fantasmagorie des greffés rénaux » in *Revue française de Psychanalyse*, vol. 37, n°1-2, pp. 95-108.
- CROZIER M. & FRIEDBERG E. (1992). *L'acteur et le système*, Points, Paris.
- DAVIS F. (1989). « Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. » in *MIS Quarterly*, n°13(3), pp. 319-340. <http://doi.org/10.2307/249008>
- DEHAENE S. & COHEN L. (2007). « Cultural Recycling of Cortical Maps. » in *Neuron*, n°56(2), pp. 384-398. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.10.004>
- DÉTREZ C. (2002). *La construction sociale du corps*, Seuil, Paris.
- DURIF-BRUCKERT C. (2008). *Une fabuleuse machine. Anthropologie des savoirs ordinaires sur les fonctions physiologiques*, L'œil neuf, Paris.
- ECKSTEIN M. P., SHIMOZAKI S. S. & ABBEY C. K. (2002). « The footprints of visual attention in the Posner cueing paradigm revealed by classification images. » in *Journal of Vision*, n° 2(1), p. 3. <https://doi.org/10.1167/2.1.3>
- EHRENBERG A. (1994). *Le Culte de la performance*, Calmann-Lévy, Paris.
- EHRENBERG A. (1998). *La fatigue d'être soi : dépression et société*, Éditions O. Jacob, Paris.
- ENGSTRÖM Y. (1987). *Learning by Expanding: an activity-theoretical approach to developmental research*, Orienta-Konsultit, Helsinki.
- ESTES A., VISMARA L., MERCADO C., FITZPATRICK A., ELDER L., GREENSON J., ROGERS S. (2014). « The Impact of Parent-Delivered Intervention on Parents of Very Young Children with Autism. » in *Journal of Autism and Developmental Disorders*, n° 44(2), pp. 353-365. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1874-z>
- FORTEA-SEVILLA M. S., ESCANDELL-BERMÚDEZ M.-O., CASTRO-SÁNCHEZ J.-J. & MARTOS-PÉREZ J. (2015). « Early development of language in small children with autism spectrum disorder using alternative systems. » in *Revista De Neurología*, n°60, Suppl 1, pp. 31-35.
- FOUCAULT M. (1975). *Surveiller et punir*, Gallimard, Paris.
- FOX R. C. & SWAZEY J. P. (1992). *Spare parts. Organ replacement in American Society*, Oxford University Press, New York.
- FRANÇOIS M., OSIURAK F., FORT A., CRAVE P., & NAVARRO J. (2016). « Automotive HMI design and participatory user involvement : review and perspectives. » in *Ergonomics*, n° 139(May), pp. 1-12. <http://doi.org/10.1080/00140139.2016.1188218>
- FREUD S., (1895), « Projet d'une psychologie. » in S. Freud. *Lettres de Freud à Wilhelm Fliess 1887-1904*, PUF, Paris, 2006, pp. 595-664.
- FREUD S. (1901). *Psychopathologie de la vie quotidienne*, Payot, Paris, 1973.
- FREUD S. (1919). « L'inquiétante étrangeté. » In S. Freud. *Essais de psychanalyse appliquée*, Gallimard, Paris, 1976.
- GARFINKEL H. (1987). *Ethnomethodological Studies of Work*, Routledge, London.
- GODBOUT J. T. (2000). *Le don, la dette et l'identité*, La découverte/M.A.U.S.S., Paris.
- GOFFMAN E. (1959). *The Presentation of Self in Everyday Life*, Doubleday Anchor, New-York.
- GOLDENBERG G., & HAGMANN S. (1998). « Tool use and mechanical problem solving in apraxia. » in *Neuropsychologia*, n° 36, pp. 581-589.
- GOLDENBERG G., & SPATT J. (2009). « The neural basis of tool use. » in *Brain*, n°132, pp. 1645-1655.
- GREEN C. S., & BAVELIER D. (2006). « Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention. » in *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, n°32(6), pp. 1465-1478. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.32.6.1465>
- GREEN C. S. & BAVELIER D. (2015). « Action video game training for cognitive enhancement. » in *Current Opinion in Behavioral Sciences*, n°4, pp. 103-108. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.04.012>
- GROSJEAN M. & LACOSTE M. (1999). *Communication et intelligence collective. Le travail à l'hôpital*, Presses Universitaires de France, Paris.
- GROSJEAN S. & GROLEAU C. (2013). « L'ethnographie organisationnelle aujourd'hui. De la diversité des pratiques pour saisir l'organisation en mouvement. » in *Revue internationale de psychosociologie et de gestion des comportements organisationnels*, n°48, pp. 13-23.
- GRUBER M. J., GELMA B. D., & RANGANATH C. (2014). « States of Curiosity Modulate Hippocampus-Dependent Learning via the Dopaminergic Circuit. » in *Neuron*, n°84(2), pp. 486-496. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.08.060>
- GUENICHE K. (2001). *L'énigme de la greffe. Le je, de l'hôte à l'autre*, L'Harmattan, Paris.
- HALL N. (1987). *The emergence of literacy (1st ed)*, NH: Heinemann, Portsmouth.
- HANCOCK P. A. (2007). « What future for human-machine symbiosis ? » in *Ergonomia*, n°1(29).

- HANCOCK P. A. (2014). « Automation: how much is too much ? » in *Ergonomics*, n°57(3), pp. 449-454. <http://doi.org/10.1080/00140139.2013.816375>
- HANCOCK P. A. & SZALMA J.-L. (2003). « The future of neuroergonomics. » in *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, n°4(1-2), pp. 238-249. <http://doi.org/10.1080/1463922021000020927>
- HENNETTE-VAUCHE S. & NOWENSTEIN G. (2009). « Dire la mort et faire mourir. Tensions autour de la mort encéphalique et la fin de vie en France » in *Sociétés contemporaines*, vol. 3, n° 75, pp. 37-57.
- HEGEL G.W.F. (1807). *La phénoménologie de l'esprit*, Aubier, Paris, 1977.
- HERPIN N. & PATERSON F. (2000). « Le don d'organes et la perception de la mort par les Français : les systémistes et les intégralistes », in *La Greffe humaine : (in)certitudes éthiques, du don de soi à la tolérance de l'autre*, édité par R. CARVAIS et M. SASPORTES, Presses Universitaires de France, Paris.
- HOC J.-M. (2000). « La relation homme-machine en situation dynamique. » in *Revue d'intelligence artificielle*, n°14(1-2), pp. 55-71.
- HOVERS E. (2012). « Invention, reinvention, and innovation : The makings of Oldowan lithic technology. » in S. Elias (Ed.), *Origins of human innovation and creativity* (pp. 51-68), Elsevier, Amsterdam.
- IANEVA M. & VACHERAND-REVEL J. (2015). « Développement de l'activité et travail d'articulation : le cas d'un centre d'appels médico-social. » in *Pistes : Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, vol. 17, n° 1, pp. -23.
- JARRY C., OSIURAK F., DELAFUYS D., CHAUVIRÉ V., ETCHARRY-BOUYX F. & LE GALL D. (2013). « Apraxia of tool use: More evidence for the technical reasoning hypothesis. » in *Cortex*, n° 49, pp. 2322-2333.
- JUNG J. (2015). *Le sujet et son double : La construction transitionnelle de l'identité*, Dunod, Paris.
- KAPLAN F. & OUDEYER P.-Y. (2007). « Un robot motivé pour apprendre : Le rôle des motivations intrinsèques dans le développement sensorimoteur. » in *Enfance*, n° 59(1), pp. 46. <https://doi.org/10.3917/enf.591.0046>
- KOVÁCS Á. M., TAUZIN T., TÉGLÁS E., GERGELY G. & CSIBRA G. (2014). « Pointing as Epistemic Request: 12-month-olds Point to Receive New Information. » in *INFANCY*, n° 19(6), pp. 543-557. <https://doi.org/10.1111/infa.12060>
- LE BRETON D. (2005). *Anthropologie du corps et modernité*, 4 e éd., Presses Universitaires de France, Paris.
- LE BRETON D. (2008). *La chair à vif. De la leçon d'anatomie aux greffes d'organes*, Métailié, Paris.
- LEBEDEV M. A., & NICOLELIS M. A. L. (2006). « Brain-machine interfaces: past, present and future. » in *Trends in Neurosciences*. <http://doi.org/10.1016/j.tins.2006.07.004>
- LEE J. D. & MORAY N. (1994). « Trust, self-confidence, and operators' adaptation to automation. » in *International Journal of Human-Computer Studies*. <http://doi.org/10.1006/ijhc.1994.1007>
- LEE J. D. & SEE K. A. (2004). « Trust in automation: Designing for appropriate reliance. » in *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, n° 46(1), pp. 50-80.
- LEENHARDT M. (1985). *Do kamo*, Gallimard, Paris.
- LEPLAT J. (1990). « Relations between task and activity: elements for elaborating a framework for error analysis. » in *Ergonomics*, n° 33(10-11), pp. 1389-1402.
- LEROI-GOURHAN A. (1964). *Le geste et la parole*, Albin Michel, Paris, 1998.
- LICKLIDER J. C. R. (1960). « Man-computer symbiosis. » in *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-1(1), pp. 4-11. <http://doi.org/10.1109/THFE2.1960.4503259>
- LOEWENSTEIN G. (1994). « The psychology of curiosity: A review and reinterpretation. » in *Psychological Bulletin*, n° 116(1), pp. 75-98. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.116.1.75>
- MAHLER M., PINE F., BERGMAN A. (1975). *La naissance psychologique de l'être humain. Symbiose et individuation*, Payot, 1980.
- MANDRESSI R. (2003). *Le regard de l'anatomiste. Dissections et invention du corps en Occident*, Seuil, Paris.
- MAUSS M. (1925). *Essai sur le don*, PUF, 2012.
- MEYRINK G. (1915). *Le golem*, Flammarion, Paris, 2003.
- MISSONNIER S. (2009). *Devenir parent, naître humain. La diagonale du virtuel*, PUF, Paris.
- MITCHELL T. M. (1997). « Machine learning » in *Annual Review Of Computer Science*. <http://doi.org/10.1145/242224.242229>
- MOTTRON L. (2016). *L'intervention précoce pour enfants autistes: Nouveaux principes pour soutenir une autre intelligence*, Mardaga, Bruxelles.
- MOULIN A. M. (1991). *Le dernier langage de la médecine. Histoire de l'immunologie de Pasteur au Sida*, 1re éd., Presses Universitaires de France, Paris.
- MUNIER B. (2011). *Robots. Le mythe du Golem et la peur des machines*, La différence, Paris.
- NAIGLES L. R., KELTY E., JAFFERY R. & FEIN D. (2011). « Abstractness and continuity in the syntactic development of young children with autism. » in *Autism Research*, n°4(6), pp. 422-437. <https://doi.org/10.1002/aur.223>

- NAVARRO J., MARS F. & YOUNG M. S. (2011). « Lateral control assistance in car driving: classification, review and future prospects. » in *IET Intelligent Transport Systems*, n°5(3), pp. 207-220. <http://doi.org/10.1049/iet-its.2010.0087>
- NAVARRO J. & OSIURAK F. (2015). « When do use automatic tools rather than doing a task manually ? Influence of automatic tool speed. » in *The American Journal of Psychology*, n°128(1), pp. 77-88.
- NAVARRO J. & OSIURAK F. (2017). « The more intelligent people are, the more they use tools. » in *Psychologie Française*, n°62, pp. 85-91. <http://doi.org/10.1016/j.psfr.2015.11.002>
- OSIURAK F. (2014). « What neuropsychology tells us about human tool use? The four constraints theory (4CT): Mechanics, space, time, and effort. » in *Neuropsychology Review*, n°24, pp. 88-115.
- OSIURAK F. (2017). « Cognitive paleoanthropology and technology: Toward a parsimonious theory (PATH). » in *Review of General Psychology*, in press.
- OSIURAK F. & BADETS A. (2016). « Tool use and affordance: Manipulation-based versus reasoning-based approaches. » in *Psychological Review*, n° 123, pp. 534-568.
- OSIURAK F. & HEINKE D. (2017). « Looking for Intoolelligence: A unified framework for the cognitive study of human tool use and technology. » in *American Psychologist*, in press.
- OSIURAK F., JARRY C., ALLAIN P., AUBIN G., ETCHARRY-BOUYX F., RICHARD I., BERNARD I. & LE GALL D. (2009). « Unusual use of objects after unilateral brain damage : The technical reasoning model. » in *Cortex*, n°45, pp. 769-783.
- OSIURAK F., JARRY C. & LE GALL D. (2010). « Grasping the affordances, understanding the reasoning : Toward a dialectical theory of human tool use. » in *Psychological Review*, n°117, pp. 517-540.
- OSIURAK F. & ROSSETTI Y. (2017). « Definition : Limb apraxia. » in *Cortex*, n° 93, pp. 228.
- OSIURAK F., WAGNER C., DJERBI S. & NAVARRO J. (2013). « To do it or to let an automatic tool do it? : The priority of control over effort. » in *Experimental Psychology*, n°60(6), pp. 453-468. <http://doi.org/10.1027/1618-3169/a000219>
- PARASURAMAN R. (2003). « Neuroergonomics: Research and practice. » in *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, n° 4(1-2), pp. 5-20. <http://doi.org/10.1080/14639220210199753>
- PARASURAMAN R., MOLLOY R. & SINGH I. L. (1993). « Performance consequences of automation-induced 'complacency'. » in *The International Journal of Aviation Psychology*, n°3(1), pp. 1-23.
- PARASURAMAN R., MOULOUA M. & MOLLOY R. (1996). « Effects of adaptive task allocation on monitoring of automated systems. » in *Human factors*, n° 38(4), pp. 665-679.
- PARASURAMAN R., & RILEY V. (1997). « Humans and automation : Use , misuse , disuse , abuse. » in *Human Factors : The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, n°39(2), pp. 230-253. <http://doi.org/10.1518/001872097778543886>
- PARASURAMAN R., & MANZEY D. H. (2010). « Complacency and bias in human use of automation : An attentional integration. » in *Human factors*, n°52(3), pp. 381-410.
- PAULUS M., MURILLO E., & SODIAN B. (2016). « When the body reveals the mind: Children's use of others' body orientation to understand their focus of attention. » in *Journal of Experimental Child Psychology*, n° 148, pp. 101-118. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.03.013>
- PENN D. C., HOLYOAK K. J., & POVINELLI D. J. (2008). « Darwin's mistake: Explaining the discontinuity between human and nonhuman minds. » in *Behavioral and Brain Sciences*, n°31, pp. 109-130.
- PIAGET J. & GARCIA R. (1983). *Psychogénèse et histoire des sciences*, Flammarion, Paris.
- PRY R., PETERSEN A., & BAGHDADLI A. (2005). « The relationship between expressive language level and psychological development in children with autism 5 years of age. » in *Autism*, n° 9(2), pp.179-189. <https://doi.org/10.1177/1362361305047222>
- PRY R., PETERSEN A. F. & BAGHDADLI A. M. (2011). « On general and specific markers of lexical development in children with autism from 5 to 8 years of age. » in *Research in Autism Spectrum Disorders*, n° 5(3), pp.1243-1252. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.01.014>
- OUDEYER P-Y. (2013). *Aux sources de la parole : autoorganisation et évolution*, Éditions Odile Jacob, Paris.
- REYNAUD E., LESOURD M., NAVARRO J., & OSIURAK F. (2016). « On the neurocognitive origins of human tool use. A critical review of neuroimaging data. » in *Neuroscience & BioBehavioral Reviews*, n° 64, pp. 421-437.
- SCHALK G. (2008). « Brain-computer symbiosis. » in *Journal of Neural Engineering*, n°5(1), pp. 1-15. <http://doi.org/10.1088/1741-2560/5/1/P01>
- ROULEAU L. (2013). « L'ethnographie organisationnelle d'hier à demain. » in *Revue internationale de psychosociologie et de gestion des comportements organisationnels*, n° 48, pp. 27-43.
- RYAN R. M. & DECI E. L. (2000). « Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. » in *Contemporary Educational Psychology*, n° 25(1), pp. 54-67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- SCHÜTZ A. (1987). *Le chercheur et le quotidien*, Klincksieck, Paris.

- SEARLES H. (1960). *L'environnement non humain*, Gallimard, Paris, 1986.
- SHARP L. A. (1995). « Organ transplantation as a transformative experience : Anthropological insights into the restructuring of the self » in *Medical Anthropology Quarterly*, vol. 9, no 3, pp. 357-389.
- SHARP L. A. (2009). *Strange harvest organ transplants, denatured bodies, and the transformed self*, University of California Press, Berkeley.
- SHELLEY M. (1818). *Frankenstein ou le Prométhée moderne*. Larousse, Paris, 2015.
- SPARROW B., LIU J. & WEGNER D. M. (2011). « Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. » in *Science*, n° 333(6043), pp. 776-778. <http://doi.org/10.1126/science.1207745>
- STORCH S. A. & WHITEHURST G. J. (2002). « Oral language and code-related precursors to reading: Evidence from a longitudinal structural model. » in *Developmental Psychology*, n° 38(6), pp. 934-947. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.6.934>
- STRAUSS K., VICARI S., VALERI G., D'ELIA L., ARIMA S. & FAVA L. (2012). « Parent inclusion in Early Intensive Behavioral Intervention : The influence of parental stress, parent treatment fidelity and parent-mediated generalization of behavior targets on child outcomes. » in *Research in Developmental Disabilities*, n° 33(2), pp. 688-703. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.11.008>
- TISSERON S., TORDO F. (2017). *L'enfant, les robots et les écrans. Nouvelles médiations thérapeutiques*, Dunod, Paris.
- TURKLE S. (2015). *Seuls ensemble. De plus en plus de technologies. De moins en moins de relations humaines*, Éditions l'Échappée, Paris.
- VAYSSE J. (1992). « Du fond du cœur. Don du coeur, transplantation cardiaque et imaginaire » in *L'évolution Psychiatrique*, vol. 57, no 3, pp. 387-404.
- VERSCHUUR R., HUSKENS B., VERHOEVEN L. & DIDDEN R. (2016). « Increasing Opportunities for Question-Asking in School-Aged Children with Autism Spectrum Disorder: Effectiveness of Staff Training in Pivotal Response Treatment. » in *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2966-3>
- VIDAURRE C. & BLANKERTZ B. (2010). « Towards a cure for BCI illiteracy. » in *Brain Topography*, n°23(2), pp. 194-198. <http://doi.org/10.1007/s10548-009-0121-6>
- VILETTE M. (2014). « Ethnographie dans l'entreprise. » in *Annales des Mines - Gérer et comprendre*, vol. 3, n°117, pp. 4-9.
- VIRGO J., PILLON J., NAVARRO J., REYNAUD E. & OSIURAK F. (2017). « Are you sure you're faster when using a cognitive tool ? » in *American Journal of Psychology*, n° 130, pp. 493-503.
- WOLPAW J., BIRBAUMER N., MCFARLAND D., PFURTSCHELLER G., & VAUGHAN T. (2002). « Brain-computer interfaces for communication and control. » in *Clinical Neurophysiology*, n° 113(6), pp. 767-791.
- VLACHOPOULOU X., MISSONNIER S. (2015). *Psychologie des écrans*, PUF, Coll. « Que sais-je ? », Paris.
- VON BERTALANFFY L. (1968). *Théorie générale des systèmes*, Dunod, Paris, 1993.
- WOLOSIN S. M., ZEITHAMOVA D. & PRESTON A. R. (2012). « Reward Modulation of Hippocampal Subfield Activation during Successful Associative Encoding and Retrieval. » in *Journal of Cognitive Neuroscience*, n° 24(7), pp. 1532-1547. https://doi.org/10.1162/jocn_a_0023
- YOUNG M. S., STANTON N. A. & HARRIS D. (2007). « Driving automation: Learning from aviation about design philosophies. » in *International Journal of Vehicle Design*, n° 45(3), pp. 323-338.

EN KIOSQUE

