



HAL
open science

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

Béa Arruabarrena

► To cite this version:

Béa Arruabarrena. Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle. *Tic&société*, 2022, vol. 15 (n° 1-2), pp.9-35. 10.4000/ticetsoci-ete.6262 . hal-03925855

HAL Id: hal-03925855

<https://cnam.hal.science/hal-03925855v1>

Submitted on 9 Mar 2023

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



tic&société

Vol. 15, N° 1-2 | 2ème semestre 2021 - 1er semestre 2022 | 2022

Objets connectés: enjeux technologiques, enjeux de société

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

Connected objects and devices: thinking about connected technologies from the standpoint of info-communication mediation

Objetos conectados: pensar los retos de las tecnologías conectadas desde la perspectiva de la mediación info-comunicativa

Béa ARRUABARRENA



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/ticetsociete/6262>

DOI : [10.4000/ticetsociete.6262](https://doi.org/10.4000/ticetsociete.6262)

Éditeur

Association ARTIC

Édition imprimée

Pagination : 9-35

Référence électronique

Béa ARRUABARRENA, « Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle », *tic&société* [En ligne], Vol. 15, N° 1-2 | 2ème semestre 2021 - 1er semestre 2022 | 2022, mis en ligne le 01 juillet 2022, consulté le 06 juillet 2022. URL : <http://journals.openedition.org/ticetsociete/6262> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ticetsociete.6262>



Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International - CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

Béa ARRUABARRENA. Maîtresse de conférences en Sciences de l'Information et de la Communication, Laboratoire DICEN CNAM Paris.

beatrice.arruabarrena@lecnam.net

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

Biographie : Béa Arruabarrena est maîtresse de conférences en Sciences de l'Information et de la Communication, au CNAM, Laboratoire DICEN. Responsable du Master 2 Mégadonnées et analyse sociale mention humanités numériques (MEDAS), elle enseigne la sociologie des techniques, l'éthique des algorithmes et des données. Ses recherches s'inscrivent dans une approche socio-anthropologique et portent principalement sur les médiations humain-données des technologies numériques de quantification (*Quantified Self*). Elle a travaillé notamment sur les problématiques éthiques des dispositifs connectés en santé dans la recherche en France, en lien avec les Comités éthiques.

Résumé : L'évolution des objets connectés depuis les années 1990 montre qu'ils sont de plus en plus présents dans notre quotidien. Du développement de leurs infrastructures techniques, que l'on appelle l'« Internet des objets », à celles de l'« Internet du tout connecté », les technologies convergent aujourd'hui avec l'intelligence artificielle et les mégadonnées vers un « Internet des comportements » (*Internet of Behavior*) qui s'interface de plus en plus avec les corps et dont l'enjeu est désormais l'analyse comportementale. L'état de l'art scientifique montre une littérature prolifique sur le sujet et ses différents enjeux, avec la primauté des enjeux sociotechniques issus des sciences informatiques, médicales et marketing qui présentent ces nouveaux objets numériques comme des promesses d'innovations dans un nombre croissant de domaines, dont la santé, le bien-être, les transports, l'habitat (*smart building*), la ville (*smart cities*), l'énergie (*smart grids*), l'écologie ou encore le sport. Les usages des objets connectés restent pourtant controversés. Un ensemble de contributions issues des sciences humaines et sociales soulève des enjeux sociopolitiques et anthropologiques quant à la mise en données du monde et à ses impacts sur les relations sociales. En outre, des enjeux juridiques sont encore largement sous-estimés et encore moins évalués, tout comme ceux concernant les mutations anthropologiques introduites par ces nouveaux objets, qui viennent modifier en profondeur des actes de la vie courante grâce à une immersion en continu fondée sur les données et l'automatisation.

Mots-clés : Objets connectés, données, IOT, *quantified self*, médiation infocommunicationnelle

Connected objects and devices: thinking about connected technologies from the standpoint of information communication mediation

Abstract: The evolution of connected objects since the 1990s shows that they are increasingly present in our daily lives. From the development of their technical infrastructures, known as the "Internet of Things", to their increasingly ubiquitous connection, technologies are now converging with artificial intelligence and big data towards an "Internet of Behavior", which is increasingly interfaced with bodies and whose challenge is now behavioral analysis. Particularly in the fields of computer science, medicine and marketing, a prolific scientific literature on the subject and its various sociotechnical issues presents these new digital objects as promises of innovation in a growing number of areas, including health, well-being, transportation, architecture (smart buildings), urbanism (smart cities), energy (smart grids), ecology and sports. However, the use of connected objects remains

controversial. Contributions from the humanities and social sciences highlight socio-political and anthropological issues regarding the datafication of the world and the impacts on social relations. Although these new objects are profoundly modifying daily life through continuous immersion based on data and automation, anthropological mutations and legal issues remain largely underestimated and even less evaluated.

Key words: Connected objects, data, IOT, *quantified self*, info-communication mediation

Objetos conectados: pensar los retos de las tecnologías conectadas desde la perspectiva de la mediación info-comunicativa

Resumen : La evolución de los objetos conectados desde los años 90 muestra que están cada vez más presentes en nuestra vida cotidiana. Desde el desarrollo de sus infraestructuras técnicas, conocidas como "Internet de los objetos", hasta las del "Internet del todo conectado", las tecnologías convergen ahora con la inteligencia artificial y con los megadatos hacia un "Internet del comportamiento" que se interconecta cada vez más con los cuerpos y cuyo reto actual es el análisis del comportamiento. El estado del arte científico muestra una prolífica literatura sobre el tema y sobre los diferentes retos, con la primacía de las cuestiones sociotécnicas derivadas de la informática, la medicina y el marketing, que presentan estos nuevos objetos digitales como promesas de innovación en un número creciente de ámbitos: la salud, el bienestar, los transportes, la vivienda (edificios inteligentes), las ciudades (smart cities), la energía (smart grids), la ecología, e incluso el deporte. No obstante, los usos de los objetos conectados continúan siendo controvertidos. Un conjunto de contribuciones procedentes de las Humanidades y de las Ciencias Sociales plantea retos sociopolíticos y antropológicos sobre la informatización del mundo y sobre sus repercusiones en las relaciones sociales. Por otra parte, las cuestiones jurídicas siguen siendo ampliamente subestimadas y aún menos evaluadas, al igual que las relativas a los cambios antropológicos introducidos por estos nuevos objetos, que están modificando profundamente la vida cotidiana gracias a la inmersión continua basada en los datos y la automatización.

Palabras clave : Objetos conectados, datos, IOT, *quantified self*, mediación info-comunicativa

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

Les objets connectés sont de plus en plus présents dans notre quotidien. Selon un certain nombre d'études, le nombre d'objets connectés vendus pourrait augmenter de 50 à 200 milliards d'ici 2025¹. Porteurs de promesses d'innovation dans un nombre croissant d'activités, les enjeux posés par l'essor de l'Internet des objets sont multiples et renvoient plus largement aux questions de numérisation de la société. Ces nouveaux dispositifs, qui permettent de capter, d'analyser et de visualiser des données en temps réel, s'insèrent rapidement dans toutes les sphères de la vie quotidienne (Saleh, 2017). On les retrouve dans les transports, l'habitat (*smart building*), la ville intelligente (*smart city*) (Peyroux et Nitot, 2019), l'écologie, l'énergie (*smart grids*) (eau, gaz, électricité), la santé, ou encore le bien-être. Des recherches montrent que ces objets numériques représentent de véritables avancées entre autres dans la surveillance et l'autosuiivi des paramètres de santé (Swan, 2012, 2013), notamment dans le cas des maladies chroniques (diabète, insuffisance cardiaque, etc.), ou encore dans la gestion de l'énergie, par exemple avec le déploiement de compteurs électriques « intelligents » (Elghoul et Jelassi, 2019). Toutefois, leurs usages n'en restent pas moins controversés et les enjeux technologiques, sociologiques, anthropologiques et éthiques qu'ils soulèvent sont encore trop peu abordés (Simon, 2017).

Face à ces enjeux importants dans la construction de la « société numérique » de demain, notamment en raison de leur généralisation annoncée et programmée, il est essentiel aujourd'hui d'identifier les avantages et les limites des objets connectés, de même qu'il apparaît nécessaire d'en clarifier les fonctions. Pour ce faire, cet article propose, dans un premier temps, de revenir sur l'évolution des objets connectés du point de vue des infrastructures techniques et du marché que ces dispositifs représentent, puis, dans un deuxième temps, d'aborder à partir d'un état de l'art sur le sujet les différents enjeux sociotechniques, juridiques, sociopolitiques, sociologiques et anthropologiques, dont les enjeux de médiation

¹ Comme le souligne le rapport de France stratégie, il existe une absence d'harmonisation internationale de définition de l'IOT, ce qui a pour effet de fournir une mesure de IOT qui varie d'un institut statistique à l'autre (Stastita, IoT Analytics, Gartner, IDC, etc). Néanmoins, si les périmètres retenus par ces institutions se traduisent par des écarts importants dans les estimations, les évolutions constatées concordent à souligner le très fort développement des objets connectés.

infocommunicationnelle, qu'ils posent en termes de recherche, d'applications et d'évaluation pour la société numérique de demain.

1. Émergence et évolution des « objets connectés »

Le nombre et la variété de formes des « objets connectés » (OC) n'ont cessé de croître et de se démultiplier depuis les années 1990. Comptant sur des infrastructures techniques qui leur sont propres, à savoir l'Internet des objets (*Internet of Things*, IOT) et la mise en réseau des ordinateurs avec les dispositifs favorisant l'essor de services aux utilisateurs et du « tout connecté », les technologies convergent aujourd'hui avec le développement de l'intelligence artificielle et des mégadonnées (*Big Data*) vers un « Internet des comportements » (*Internet of Behaviors*, IOB), dont l'enjeu porte désormais sur l'analyse comportementale. Même si le marché des objets connectés reste asymétrique, leur généralisation grâce à leur insertion progressive dans de nombreux domaines d'activités du quotidien semble néanmoins bien amorcée.

1.1. Des infrastructures techniques de l'Internet des objets ou « tout connecté »

Les objets connectés apparaissent dans les années 1990. Qu'ils se matérialisent sous une forme de capteurs rudimentaires ou d'objets plus sophistiqués embarquant des capteurs plus complexes, ces dispositifs se caractérisent par leur capacité à être à la fois récepteurs et émetteurs de données (Roxin et Bouchereau, 2017), ce qui leur confère, par l'information qu'ils renvoient, une certaine forme « d'intelligence ». Dotés de programmes et d'algorithmes, leur principale fonction est de capter, d'analyser et de restituer les données *via* des interfaces intuitives pour l'utilisateur. Celles-ci sont consultables à partir d'une application mobile ou par l'entremise d'une plateforme fournissant des tableaux de bord pour une utilisation plus stratégique à des fins décisionnelles dont le fonctionnement repose sur des capacités d'agréger, de mémoriser et d'historiser les données collectées sur des serveurs.

Entre 1990 et 2000, l'évolution des objets connectés s'est principalement concentrée sur le déploiement des infrastructures techniques de l'Internet des objets. Défini comme « un système de systèmes » (Benghozi *et al.*, 2008), l'Internet des objets combine un ensemble de technologies capables d'identifier les objets physiques (capteur, RFID, NFC, etc.) et de traiter des données en tout lieu et en temps réel (*Ibid.*). Il est un « hyper

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées
sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

objet » (Mavrommati, 2003), c'est-à-dire une métastructure qui abolit les frontières entre ordinateurs et objets (et services). Mais c'est à partir des années 2000, avec la baisse des coûts des capteurs et du stockage, que l'appropriation des services par les utilisateurs (Thebault, 2013) va être favorisée et permettre un réel développement de l'Internet des objets, notamment avec l'arrivée des téléphones intelligents (*smartphones*). Cette définition de l'Internet des objets va alors s'élargir à celle d'un « Internet du tout connecté » (*Internet of Everything*, IOE) qui témoigne de « la convergence entre les réseaux des personnes, des processus, des données et des objets² » (Bradley *et al.*, 2013, p. 1). Le « tout connecté » va engendrer une captation massive de données, contribuant à l'accumulation de mégadonnées en vue de délivrer de nouveaux services dédiés à la prise de décision.

1.2. Convergence des « objets connectés » avec l'intelligence artificielle et les mégadonnées

Aujourd'hui, la convergence des infrastructures réseaux, des mégadonnées et des puissants algorithmes issus de l'intelligence artificielle opère un nouveau tournant dans l'évolution de l'Internet des objets dans le but de faire émerger un Internet des comportements. Cette notion développée par Göte Nyman (2020), professeur de psychologie à l'Université d'Helsinki, récemment reprise par le cabinet Gartner dans son rapport de 2021 *Top Strategic Technology Trends*, définit le nouvel enjeu de l'Internet des objets comme étant l'analyse de données comportementales rendue possible par la captation des « poussières numériques³ » (Burke, 2021) laissées par les comportements individuels tels que « les données des clients commerciaux ; les données des citoyens traitées par le secteur public et les agences gouvernementales ; les données des médias sociaux ; les données issues de déploiements dans le domaine public de la reconnaissance faciale ; et celles issues du suivi de localisation⁴. » (*Ibid.*) Comme le souligne le rapport Gartner, il s'agit d'exploiter ces données dont la granularité est de plus en plus fine en vue d'influencer les comportements

² « These technology and business trends are ushering in the age of IoE, creating an unprecedented opportunity to connect the unconnected: people, process, data, and things. Currently, 99.4 percent of physical objects that may one day be part of the Internet of Everything are still unconnected. » (Burke, 2013)

³ « As demonstrated by the COVID-19 protocol monitoring example, the IoB is about using data to change behaviors. With an increase in technologies that gather the "digital dust" of daily life — data that spans the digital and physical worlds — that information can be used to influence behaviors through feedback loops. » (Burke 2021)

⁴ « The IoB can gather, combine and process data from many sources including: Commercial customer data; citizen data processed by public-sector and government agencies; social media; public domain deployments of facial recognition; and location tracking. The increasing sophistication of the technology that processes this data has enabled this trend to grow. » (Burke, 2021)

individuels « par le biais de boucles de rétroaction⁵ ». (*Ibid.*) En 2020, une étude de Rand Corporation parle ainsi d'*Internet of Body* pour qualifier l'essor des objets qui raccordent le corps humain. Les capteurs sur la peau, les *skin marks* ou tatouages connectés, sont emblématiques de ce passage vers un Internet des comportements qui se base sur des données provenant du corps. En 2017, le MIT avait déjà mis au point la technologie *DuoSkin*, un tatouage⁶ tactile permettant de piloter un lecteur de musique depuis son corps. Dans le domaine de la santé, le timbre cutané *Freestyle*⁷, destiné aux diabétiques et commercialisé depuis 2017, a constitué une véritable révolution pour suivre le taux de glycémie en continu.

Mais cette tendance ne se limite pas à la santé, comme on peut le remarquer avec l'usage extensif du code QR. En Chine par exemple, « l'hégémonie du code QR » (Zhang, 2020) joue un rôle majeur dans le développement de l'Internet des objets. La « QR code-isation de la société » (*Ibid.*), qui s'est opérée en quelques années avec le développement de la ville intelligente, profite aux codes QR qui se retrouvent partout, banalisant leur usage dans la vie quotidienne aussi bien « aux caisses des magasins, sur la vitrine des boutiques, sur les emballages des produits, à la télévision, sur les réseaux sociaux, que pour l'identité numérique. » (*Ibid.*) Et comme le souligne cet auteur, lors de la crise liée à la pandémie de COVID-19, le passe sanitaire sous forme de code QR, qui permet de stocker et de croiser différents types de données (identité, géolocalisation, santé, etc.), pouvait être aussi bien utilisé *via* son téléphone intelligent que porté autour du cou par les individus n'ayant pas de téléphone portable, comme les personnes âgées ou les enfants. Si la Chine n'a pas franchi le pas, en Italie en revanche, un jeune homme s'est fait tatouer le code QR de son passe sanitaire sur le bras (Cognard, 2021). Même si cet exemple reste un cas isolé, il est emblématique du potentiel des capteurs dermiques et de l'avènement d'un « Internet des corps ».

1.3. Vers une généralisation des technologies connectées

Au niveau mondial, le marché de l'Internet des objets connaît une forte progression ces dernières années. Mais celle-ci concerne d'abord le secteur industriel qui a pris l'initiative, dès 2009, aux États-Unis, en Europe et en Chine, dans le cadre de programmes de transition écologique, notamment avec

⁵ « For example, for commercial vehicles, telematics can monitor driving behaviors, from sudden braking to aggressive turns. Companies can then use that data to improve driver performance, routing and safety. » (Burke, 2021)

⁶ Le DuoSkin est un tatouage connecté à base de feuilles d'or (matériau très conducteur). <https://duoskin.media.mit.edu/>

⁷ *Freestyle*, système de surveillance du glucose par capteur. <https://www.freestyle.abbott/ca-fr/accueil/freestyle-libre.html>

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées
sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

l'installation de compteurs communicants pour la surveillance des ressources à distance : les compteurs d'électricité, d'eau et de gaz (*smart grids*), une fois couplés à des algorithmes prédictifs, favorisent l'autogestion de la consommation (Mpawenimana, 2020). En France, on compte près de 60 millions de compteurs déployés en 2021, ce qui en fait l'objet connecté le plus répandu sur le territoire. Malgré cela, comme le souligne le rapport de la Banque des Territoires (2020), le marché de l'Internet des objets reste aujourd'hui asymétrique, avec d'un côté une offre de plus en plus abondante et de l'autre une demande encore peu prononcée. Plusieurs raisons ont été identifiées pour expliquer cette asymétrie : leurs coûts qui néanmoins ont tendance à baisser, l'étendue et la capacité des réseaux dans les territoires, et une résistance encore perceptible aux objets connectés de la part des consommateurs (Chouk et Mani, 2016).

Si, du côté des objets connectés grand public, il y a encore quelques années, on pouvait considérer les usages qui ont émergé des pratiques du *Quantified Self*⁸, apparues en 2007 dans la Silicon Valley (Wolf, 2010) comme marginales (Pharabod, *et al.*, 2013) ou réservées à des populations masculines, jeunes et socialement favorisées – comme l'ont décrit des recherches plus récentes (Dagiral, 2019), on peut désormais constater qu'une banalisation des usages est peu à peu en train de s'opérer, en particulier pour les objets grand public dans les domaines du sport et du bien-être⁹. Selon le cabinet d'études de marché américain IoT Analytics, 12,3 milliards d'objets connectés étaient déployés dans le monde fin 2021 (Sinha, 2021). En France, une étude du marché (Montero, 2021) des principales enseignes de revendeurs montre que la répartition du chiffre d'affaires en 2021 est de 55 % d'objets connectés pour l'habitat, 31 % pour les technologies portables ou mettables (*wearables*), comme les vêtements et montres connectés, 12 % pour les drones et gadgets, et 2 % pour les objets de santé. Les prix considérés jusque-là parmi les freins majeurs à l'adoption sont aussi de plus en plus attractifs en raison d'offres couplant l'achat d'un téléphone intelligent avec celui d'une montre connectée. Ainsi, en 2021, selon le cabinet Strategy Analytics (2021), les ventes de montres connectées d'Apple, de Samsung ou de Garmin ont augmenté de 47 %, soit à 18,1 millions d'unités écoulées en une année.

⁸ Le mouvement du *Quantified Self* a été créé sous l'impulsion de Kevin Kelly et de Gary Wolf, deux journalistes du magazine Wired.

⁹ Il existe de nombreuses formes d'autosuiivi pour atteindre des objectifs de santé : arrêter de fumer, perdre du poids, pratiquer une activité physique, avoir un meilleur sommeil, etc. On en dénombre environ 40 000 dans le domaine de la santé et de l'information médicale. Ces services sont offerts aussi bien sur l'Apple Store que sur Google Play.

On retrouve les objets connectés dans nombre de domaines, dont la santé (Arruabarrena, 2016 ; del Río Carral *et al.*, 2019), le sport, par exemple la course à pied, le football, ou encore le cyclisme (Boudokahne-Lima, 2018) et l'habitat (*smart home*) (Boudellal, 2014), où ils modifient profondément les « styles de vie » (Marchand et Dufour, 2020). Dans ce dernier domaine, l'engouement pour les enceintes connectées dotées d'assistants vocaux (Amazon, Google, Baidu, Alibaba et Xiaomi) (Canalys, 2020) est révélateur de cette évolution qui permet d'interagir directement avec d'autres objets connectés au cœur de l'habitat (téléviseurs, réfrigérateurs, aspirateurs, voitures, etc.). La notion de ville intelligente (Peyroux et Nitot, 2019), associée aux services liés à la mobilité connectée comme les transports (Uber), l'autopartage (Ubeejo) et le covoiturage (Blablacar), le partage des places de parking (Zen Park) ou encore la voiture connectée facilitant la prise en main de l'environnement, la sécurité et la maintenance (Sidmou et Maaninou, 2019), est aussi en plein essor. Hors du domaine civil, on retrouve aussi les objets connectés dans le secteur de la défense militaire qui, au moyen d'équipements connectés, transforme le soldat individuel en agent de collecte de données pour la décision (Cosquer et Lanckriet, 2016).

2. État de la littérature scientifique

Les recherches sur les objets connectés sont abondantes, tant du côté des domaines des sciences et techniques que du côté des sciences humaines et sociales (SHS), qui les présentent comme une solution aux problèmes de la société de demain. Mais un certain nombre de travaux issus des SHS, et en particulier des sciences de l'information et de la communication, apporte une contribution critique qui permet de souligner plus particulièrement les enjeux sociétaux liés à la numérisation de la société.

2.1. Primauté des enjeux sociotechniques

À ce titre, les disciplines les plus productives sont les sciences informatiques, les sciences de l'ingénieur et les sciences médicales, dans lesquelles les objets connectés font l'objet d'une panoplie d'applications. Les publications sont majoritairement en langue anglaise. La base de données ACM *Digital Library* recense à elle seule plus de 14 000 articles sur l'*IOT (Internet of things)* et de 350 000 sur les *Connected Devices*. Aussi, le nombre de brevets déposés dans le domaine de l'Internet des objets à l'échelle mondiale entre 2009 et 2019 a connu une évolution exponentielle avec plus de 23 000 brevets déposés en 2017, et plus de 40 000 en 2018 (Statista, 2022). Une étude menée par IPlytics en 2019 montre ainsi que le plus grand

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées
sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

nombre de brevets ont été déposés en Chine, puis aux États-Unis.

Les travaux en sciences informatiques portent principalement sur l'amélioration des infrastructures, des protocoles, des standards pour l'interopérabilité (Novo Diaz, 2020), des normes métrologiques, des terminaux (capteurs, etc.), de l'architecture distribuée, de l'authentification (Xiaoyu et Zhengming, 2020), ainsi que sur la sécurité des réseaux (Nada *et al.*, 2021), lesquels sont vulnérables et sujets à des cyberattaques en raison d'un manque de sensibilisation des fabricants à ces enjeux. Bien qu'il existe des cadres normatifs pour assurer la sécurité de l'Internet des objets, les entreprises qui sont leaders de ce marché ont parfois leurs propres normes. Ce manque d'harmonisation rend difficile non seulement la sécurisation des systèmes, mais aussi leur interopérabilité. Toutefois, avec l'essor de l'Internet des objets depuis 2019, l'élaboration de cadres normatifs pour garantir la cybersécurité et la confidentialité est devenue une préoccupation majeure. Aux États-Unis, le *National Institute of Standards and Technology* (NIST) a publié un livre blanc (Megas *et al.*, 2021) et au niveau européen, l'*European Telecommunications Institute* (ETSI) a édicté la norme EN 303 645 en 2021 pour la « cybersécurité dans l'Internet des objets » (ETSI, 2021). Elle pourrait déboucher à terme sur la création d'un label européen en matière de sécurité de l'Internet des objets afin d'informer les consommateurs sur le niveau de sécurité des objets connectés et des risques de cyberattaque.

2.2. *Innovations sociotechniques appliquées en sciences médicales*

Les recherches en sciences médicales (et plus largement en sciences infirmières et pharmaceutiques) sont également très importantes dans le domaine des objets connectés. La base de données *Pub Med* recense plus de 20 000 articles consacrés aux objets et services connectés dans différents domaines de la santé qui, avec le sport, constitue un des premiers secteurs d'application des objets connectés. Ces derniers ont en quelques années reconfiguré la télémédecine (Mathieu-Fritz et Gaglio, 2018) avec le développement de lecteurs de glycémie et de pompes à insuline, de tensiomètres, d'électrocardiogrammes (ECG), de stéthoscopes connectés, d'oxymètres de pouls connectés, etc. Très tôt, les maladies chroniques (Swan, 2012, 2013) à l'instar du diabète, de l'insuffisance cardiaque ou de l'apnée du sommeil ont fait l'objet de plusieurs recherches. D'autres dimensions de la santé sont aussi étudiées, à l'exemple de l'activité physique et de la sédentarité (Rosenberger *et al.*, 2016). En France, comme à l'étranger¹⁰, l'essor des dispositifs

¹⁰ Il existe plusieurs programmes en faveur du développement des technologies numériques en santé. Par exemple, aux États-Unis, à l'initiative du président Barak

connectés en médecine a été fortement soutenu par les pouvoirs publics, qui se sont emparés des technologies numériques. Ils ont été appuyés dans cette démarche par les promoteurs et les industriels de l'Internet des objets afin d'apporter des réponses pertinentes face aux enjeux de santé publique, en particulier pour répondre aux problématiques du vieillissement de la population (autonomie, soins à domicile) et des coûts de plus en plus élevés en santé et développer une « Médecine 4P »¹¹.

2.3. Contributions des sciences humaines et sociales (SHS)

Du côté des sciences humaines et sociales, la littérature scientifique en sciences de gestion, notamment en gestion de l'innovation et en marketing, s'intéresse à développer une meilleure compréhension des objets connectés dans leurs fonctions, par exemple en dressant une taxonomie des objets connectés visant à fournir des recommandations aux acteurs du marché pour adapter l'offre des objets connectés à destination du grand public (Zhong et Balagué, 2021). On retrouve également des travaux sur les freins à l'adoption des objets connectés qui mettent en évidence un certain nombre de déterminants variant en fonction de la nature de l'objet (Viot *et al.*, 2021), incluant notamment l'attitude ambivalente des consommateurs à l'égard de ces objets (Ardelet *et al.*, 2017), oscillant entre désir d'objet connecté pour leur fonction utilitaire ou symbolique et crainte liée à leur complexité d'usage (*Ibid.*). Ces travaux principalement issus des sciences de gestion et du marketing s'inscrivent néanmoins dans une logique de solutionnisme technologique (Morozov, 2015) qui s'aligne sur les principes de résolution de problème propres aux sciences de l'ingénieur et à la nouvelle gestion publique (*New Public Management*) visant à rationaliser les systèmes de santé. Or, comme le souligne Morozov (2012), en laissant les objets connectés aux seuls discours gestionnaires et promotionnels, le risque est que les utilisateurs soient davantage considérés comme des consommateurs plutôt que comme des citoyens.

Obama, l'application *Blue Button* vise à proposer à chaque citoyen américain l'accès à l'ensemble des données de son dossier médical. En France ont vu le jour : la Stratégie Nationale d'e-santé 2020, le Plan national de déploiement de la télémédecine (avec l'élargissement du cadre juridique de la télémédecine à la e-santé depuis 2010), le Plan Médecine du futur, le Ségur de l'Hôpital en 2022, l'émergence de label qualité pour des applications mobiles en santé, tels que « m-Health Quality », ainsi que le Health data Hub pour les données de santé destinées à la recherche (<https://www.health-data-hub.fr/>).

¹¹ En 2013, le Docteur Hood de l'Institute for Systems Biology à Seattle définit la médecine personnalisée en tant que Médecine 4P selon 4 axes : personnalisée, car elle prendra en compte le profil génétique des individus ; préventive, car elle se concentrera sur le bien-être et la maladie ; prédictive, car elle permettra de prescrire les traitements les plus appropriés pour le patient selon son profil ; participative, car elle se basera sur une analyse des données des patients.

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées
sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

D'autres champs disciplinaires qui travaillent selon des approches plus qualitatives et interdisciplinaires issues des sciences sociales telles que la sociologique, l'anthropologie, la sociopolitique et les sciences de l'information et de la communication apportent un éclairage critique sur les usages des objets connectés et leurs enjeux au niveau de la société (Lupton, 2016 ; Nafus et Neff, 2016). Une des critiques récurrentes porte sur les conséquences de la mise en données de la société qui vient régir l'ensemble de la vie sociale dans une forme « panoptique » au niveau mondial (Kitchin, 2014) et qui engendre une culture de la surveillance systématique par les données (Lyon, 2018). Ces travaux soulignent non seulement que la collecte systématique de données a des conséquences coercitives en soumettant les individus à une forte normalisation selon les attentes des pouvoirs en place (Lupton, 2016), mais qu'elle entraîne aussi par une individualisation des problématiques de santé (Lupton, 2013) une responsabilisation accrue des individus face à ce que leur révèlent leurs données, comme c'est le cas dans le domaine de la santé (*Ibid.*). On voit ainsi s'opérer un déplacement progressif des responsabilités collectives vers celles de l'individu, devenu seul responsable de ses comportements (Arruabarrena, 2016) et soumis de plus en plus à des formes « d'autocontrôle » (Calvignac, 2021). Dans le domaine de la santé où ce phénomène est particulièrement saillant, on assisterait par la « médicalisation du quotidien » (Crawford, 1980) à un tournant dans les modèles de prise en charge en santé qui jusqu'alors s'opérait, selon un modèle collectif, par une délégation des corps au système de santé publique, pour aujourd'hui passer à un modèle individuel qui s'étend dans le quotidien des personnes (Ajana, 2017).

On trouve également un certain nombre de travaux sur les transformations sociologiques liées à l'introduction de ces dispositifs dans le quotidien des personnes, dont l'entrée d'objets connectés dans les familles qui contribuent à intensifier la surveillance parentale (Lachance, 2019) ou encore les nouveaux rapports au temps engendrés par l'utilisation massive de la géolocalisation depuis l'arrivée des téléphones intelligents (Bruna, 2016). Dans la *Silver Economy* (économie des seniors), où l'autonomie et la santé des personnes âgées est déléguée à des dispositifs connectés, on peut constater que si ceux-ci améliorent l'autodétermination à pratiquer une activité physique, ils impliquent aussi souvent la crainte d'une surveillance au profit des compagnies d'assurance ou de membres de la famille (Vassli et Farshchian, 2018). Dans le domaine du sport, les objets connectés ont investi l'ensemble des disciplines (course à pied, football, cyclisme, tennis, etc.). Or, comme le mettent en évidence certaines recherches, les apports perçus par les usagers dans le suivi de leurs pratiques comportent aussi le risque de pousser toujours plus loin la quête de performance

(Boudokahne-Lima, 2018) et l'optimisation de soi (Dalgarrondo et Fournier, 2019) au-delà de l'amélioration des capacités physiques. Dans la prévention en santé, d'autres recherches montrent que les objets connectés peuvent avoir des effets contre-productifs, car ils sont ressentis comme intrusifs (Cambon, 2016). Par ailleurs, de récents travaux issus de la psychanalyse qui se sont également consacrés aux objets connectés dans leur rapport avec les individus démontrent que, dans certains cas, il peut « s'ajouter une dépendance hypocondriaque à l'objet » (Lindenmeyer et d'Ortho, 2020). Les chercheurs Todor et Tisseron (2021) développent ainsi un nouveau champ, la cyberpsychologie, qui questionne l'humain connecté en étudiant les conséquences des interactions avec les dispositifs connectés sur l'organisation psychique, telles que l'apparition de troubles psychologiques et de nouvelles formes de normalité.

2.4. La nécessité d'un cadre juridique commun

Les enjeux juridiques sont nombreux et encore divisés entre compétences nationales et internationales. Le Règlement Européen sur la Protection des Données (RDPG) a beaucoup contribué en Europe à cadrer les usages de données et des objets connectés. Néanmoins, face aux nombreux questionnements que pose l'introduction d'objets connectés dans le quotidien des personnes et à tous les niveaux de la société, il existe encore un manque d'harmonisation des politiques publiques afin d'arriver à l'élaboration d'un cadre juridique commun entre institutions publiques, juridiques et économiques.

La protection des données et de la vie privée (Abiteboul et Stoyanovich, 2019) est un enjeu majeur en ce qui concerne la confiance et l'appropriation de ces nouveaux outils numériques. En Europe, le RGPD, entré en vigueur en 2018, a permis de renforcer la protection des données par la mise en place des principes d'intégrité et de confidentialité, en limitant la captation de celles-ci à leur seule finalité d'usage et en favorisant la transparence des algorithmes. En revanche, au niveau international, comme le soulignait déjà en 2013 l'UNESCO dans son étude mondiale sur le respect de la vie privée sur Internet (Unesco, 2013), il existe encore des discordances importantes des cadres juridiques entre compétences nationales et internationales qui nécessitent de nombreux rééquilibres.

En 2021, une étude de Rand Corporation pointait le manque important de gouvernance politique sur l'Internet des objets aux États-Unis, en montrant par des usages concrets (pacemaker

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

connecté, podomètre, etc.)¹² comment les politiques publiques doivent davantage prendre en compte les problèmes de confidentialité, de sécurité et d'éthique. En effet, il reste énormément à faire sur le plan juridique concernant entre autres les droits des salariés qui sont de plus en plus confrontés aux objets connectés de santé. Aux États-Unis, constate Martinière (2017), des salariés sont invités à prendre des mesures sociométriques (retard, posture dorsale sur une chaise connectée, faible niveau de calories et une tension artérielle intense, etc.) et peuvent être convoqués par leur employeur qui consulte ces données dès qu'il perçoit une anomalie. La chercheuse fournit deux exemples à ce sujet : la compagnie *Houston Methodist*, propriétaire d'une chaîne d'hôpitaux, verse une prime à ses salariés qui marchent davantage que les directeurs de l'entreprise ; et *Biosyntrx*, une société du Colorado qui commercialise des suppléments nutritionnels, organise des compétitions amicales quotidiennes entre salariés afin de déterminer la personne qui fait le plus d'efforts physiques.

Si les questions soulevées par les dispositifs connectés se concentrent essentiellement sur la captation et la sécurité des données, on peut déplorer le fait que leur cadre juridique vise pour le moment davantage à créer les conditions de confiance sociotechniques en faveur de leur développement économique qu'à protéger réellement les personnes.

3. Enjeux de médiation infocommunicationnelle

L'état de la littérature met en évidence la primauté des enjeux sociotechniques et appliqués qui présentent les objets connectés comme une promesse d'innovation technologique, contrairement aux recherches en sciences humaines et sociales qui, malgré leur nombre moins important, sont particulièrement attentives aux enjeux sociaux et aux changements dans les relations sociales qu'induisent ces nouveaux objets. Pourtant, les travaux qui mobilisent et permettent d'appréhender les questions de médiation humain-technologie, plus spécifiquement dans les

¹² L'étude de Rand Corporation est illustrée par le cas du citoyen Ross Compton, équipé d'un pacemaker connecté dont la police a pu récupérer les données. Quand il plaidait non coupable face à une accusation d'acte criminel, la police a pu montrer grâce à l'analyse de ces données qu'il n'avait pas pu échapper aux flammes de l'incendie aussi rapidement qu'il le prétendait. Il a ainsi été inculpé pour incendie criminel aggravé et pour fraude à l'assurance. La question posée par Rand est la suivante : comment un dispositif supposé sauver la vie d'une personne peut en définitive l'amener à être incarcérée ?

rapports infocommunicationnels au corps et à l'automatisation du quotidien, constituent encore un angle mort.

3.1. *Angle mort de la médiation infocommunicationnelle*

Comme le soulignaient déjà en 2013 les chercheurs Rouvroy et Berns (2013), les régimes de gouvernementalité du numérique s'expriment autant dans les normes techniques que dans les normes anthropologiques. En effet, les questions se rapportant aux usages et à la conception des dispositifs connectés qui s'intéressent aux effets des couplages « humain-machine » (Simondon, 1958) entre le corps physique, les objets et les données numériques constituent un angle mort. Pourtant, les objets connectés s'interfacent avec le corps avec un seuil d'usage de plus en plus accessible (Boullier, 2016). Selon le concept d'habibèle développé par Boullier (2019), nos équipements numériques constituent une enveloppe d'objets qui nous enveloppent à leur tour (Boullier, 2019) induisant une mutation anthropologique infocommunicationnelle inédite. L'immersion au sein de flux de données (Sadin, 2013) et les rétroactions automatisées (Arruabarrena, 2016, 2022) qui s'exercent en continu sur le corps des individus intensifient la confrontation systématique de ces derniers à leurs traces d'activité (Licoppe, 2014), ce qui joue un rôle déterminant dans les rapports attentionnels, identitaires et réflexifs à soi-même (Pharabod *et al.*, 2013 ; Arruabarrena, 2016). Comme le rappelle Andrieu, l'incorporation de la technique au corps n'est pas une simple augmentation, mais « une expérience nouvelle qui vient troubler l'identité, le genre et l'action, que la conscience ne suffit pas toujours à contenir » (Andrieu, 2011, p. 1).

De même, les mutations anthropologiques des actes de la vie courante, par des processus d'automatisation des réflexes humains, de la pensée et des comportements (Stiegler, 2015) qui informent et communiquent, sont largement sous-évaluées. En effet, si un certain nombre de recherches auprès des usagers ont bien montré que les objets connectés pouvaient être considérés comme bénéfiques, quand ils sont encadrés dans des contextes bien spécifiques pour le suivi des maladies chroniques par exemple (del Río Carral *et al.*, 2019), d'autres recherches ont mis en évidence qu'ils pouvaient également comporter des risques, notamment parce qu'ils constituent des modes d'intervention (Cambon, 2016) sur le corps humain (Arruabarrena, 2016). À ce titre, ils peuvent placer les individus face à des injonctions infocommunicationnelles paradoxales, en mettant en contradiction les informations restituées *via* des interfaces et la perception que les usagers ont réellement d'eux-mêmes, tel le cas des situations de perte de poids (Arruabarrena, 2016, 2022). Les objets connectés ne sont pas neutres, ils

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées
sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

« concrétisent » des savoirs humains (Simondon, 1958) qui, en l'occurrence, sont mobilisés pour produire des effets sur le comportement humain. Dit autrement, ce sont avant tout des technologies du changement humain. Or, comme l'ont montré les travaux en anthropologie de la communication (Watzlawick *et al.*, 1972 ; Bateson, 1977)¹³, sans action de médiation dans des opérations de changement, ces tensions paradoxales conduisent inévitablement à une impasse et peuvent être de possibles sources de coercition, voire de troubles psychologiques, qui *in fine* sont contre-productives puisqu'elles inhibent potentiellement les possibilités de construire du sens et d'apprendre des situations (Giordano, 2003).

3.2. Design des « objets connectés »

S'il existe un certain nombre de recherches de codesign (codesign, *user-experience design*, etc.) qui s'ancrent dans une démarche de participation visant à mettre l'utilisateur au cœur de la conception, notamment dans le domaine de la santé (Catoir-Brisson et Royer, 2017 ; Grosjean *et al.* 2019) pour intégrer les savoirs expérientiels dans la conception et les usages (Gardien, 2019), elles restent cependant minoritaires, en particulier dans le domaine des objets connectés pour le grand public. Aujourd'hui, l'approche de conception dominante en ce domaine reste essentiellement fondée sur des approches techno-centrées et comportementales, telles que la captologie, le design persuasif (Fogg, 2002) ou encore celle du *Nudge* (Thaler et Sunstein, 2009). Ce type de design s'appuie sur les ressorts de la psychologie sociale et cognitive qui sont utilisés pour agir directement sur les biais cognitifs humains afin d'influencer les comportements (Arruabarrena, 2022). Dans le domaine de la santé, ces stratégies peuvent prendre des formes inattendues, avec les systèmes de ludification (*gamification*) que l'on retrouve dans les traceurs d'activité de type « Nike+ » ou « Fitbit » (Whiston, 2013) qui sont conçus pour orienter la gestion des pratiques de santé par le jeu et influencer de manière « douce et ludique » (*Ibid.*) l'acceptation de nouveaux comportements.

Mais le design comportemental n'est pas seulement présent au niveau des interfaces, il a pénétré le numérique en profondeur, y compris dans le domaine de l'analyse de données, dont le nouvel impératif est l'analyse comportementale. Rappelons que l'essor de cette approche s'inscrit plus largement dans le développement de l'économie comportementale (Servet, 2018) qui s'est instituée en quelques années comme le nouveau paradigme de l'action publique dans de nombreux pays (Grande-Bretagne, Allemagne, Australie, Japon, Canada, etc.) et dont l'objectif est d'orienter les choix des citoyens (Bergeron *et al.*,

¹³ Le courant systémique s'attachera précisément à résoudre les paradoxes de la communication humaines, notamment au point de vue de la santé.

2018) et de motiver leurs décisions, que ce soit dans le domaine de l'écologie (Bastien, 2012) ou dans celui de la santé (Letho, 2012). Certaines recherches effectuées auprès d'ingénieurs et de concepteurs de dispositifs connectés montrent ainsi que le couplage du design comportemental¹⁴ à l'analyse comportementale est bien présent. La variété de données ainsi captées constitue ce que Zuboff nomme le « surplus comportemental » (2022, p. 109) qui est réinvesti sous forme d'analyses prédictives restituées à l'utilisateur en temps réel, dans la vie réelle, dans le but précis d'« influencer [...] les comportements [...] vers des résultats rentables (Zuboff, 2022, p. 25). Le risque, avec ce type de design, est de réduire l'humain à « des comportements automatisés [...] conçus et contrôlés par des entreprises dans le but d'atteindre leurs objectifs de revenus et de croissance » (*Ibid.*, p. 396), laissant ainsi peu de place au libre arbitre nécessaire à l'inventivité humaine.

3.3. *Pour une interdisciplinarité et une évaluation dès la conception*

Si l'état de la littérature scientifique présente souvent les objets connectés comme une promesse d'innovation technologique, leur mise sur le marché est encore trop souvent effectuée sans véritable évaluation concertée entre institutions publiques et privées, chercheurs, industriels et usagers (Simon, 2017).

Dans le domaine médical, la volonté d'évaluer ces dispositifs semble bien présente (d'Ortho, 2020), mais les études restent souvent abordées sous l'angle de l'acceptabilité des objets selon leurs caractéristiques techniques : fonctionnalités, prix, ergonomie, design, ou satisfaction d'usage (Adapa *et al.*, 2018). Ces études se focalisent essentiellement sur les aspects sociotechniques des dispositifs dans le but d'améliorer leurs fonctionnalités et de promouvoir leur utilisation. Or, les modèles d'acceptation utilisés, tels que le *Technology Acceptance Model* (TAM)¹⁵ ou le *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT)¹⁶, restent des modèles prescriptifs et

¹⁴ Parmi les approches utilisées, citons le *tuning* (ajustement), le *herding* (l'aiguillonnage) et le conditionnement (par exemple, l'architecture du choix utilisée dans les théories du Nudge).

¹⁵ Le modèle *Technology Acceptance Model* (TAM) est employé depuis 1989 pour tenter de prédire si un individu utilisera ou non une application informatique en fonction de la facilité d'utilisation et de l'utilité perçue de cette application. Ce modèle initialement développé par Davis (1989) a fait l'objet de multiples variantes.

¹⁶ *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*. (Venkatesh 2003). Il s'agit également d'un modèle de l'acceptation et de l'utilisation de la technologie développé par Venkatesh qui vise à expliquer les intentions des utilisateurs quand ils font appel à une application informatique et les comportements d'utilisation ultérieurs selon quatre concepts clés : l'attente de performance, l'attente d'effort, l'influence sociale et les conditions favorables.

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées
sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

déterministes, dans la mesure où ils ne prennent pas en compte les usages dans la diversité des situations des individus ni la manière dont s'opèrent les appropriations concrètes des objets dans le quotidien des individus sur le long terme.

Aussi, comme le souligne Rodolphe Gouin (2020) quand il parle d'une « crise de la temporalité » liée au « décalage entre le temps d'évolution des techniques et le temps nécessaire à l'individu pour intégrer ces nouveaux dispositifs » (Gouin, 2020), un autre problème relatif à l'évaluation réside dans l'absence d'interdisciplinarité. En effet, si la plupart des recherches intègrent une dimension sociologique, anthropologique ou psychologique, celles-ci s'adossent « après-coup » à des dispositifs sociotechniques, voire expérimentaux, déjà existants. Ces travaux en sciences humaines et sociales viennent alors analyser des usages « en boîtes noires » au regard de ce que leur design a déjà implémenté, en dissimulant parfois des intentions plus stratégiques (Casilli, 2018). Les recherches sur les objets connectés restent ainsi confrontées à la complexité des dispositifs qui, à l'heure du développement de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage profond (*Machine* et *Deep Learning*), nécessiteraient des approches pour l'étude des usages et du design qui elles-mêmes exigent une forte interdisciplinaires (Zacklad, 2017).

La complexité croissante des objets de recherche, comme les objets connectés ou le numérique plus généralement, pose la question de la place des disciplines et de la recherche fondamentale dans ce domaine. Sans interdisciplinarité permettant d'intégrer chaque discipline dès la conception des dispositifs, les recherches et les évaluations ne peuvent aboutir qu'à des connaissances fragmentaires qui ne permettent pas l'intégration des différents niveaux d'analyse (Louvel, 2015). A *contrario*, elles viennent cautionner les pouvoirs publics et les acteurs du marché dans leur volonté de rationaliser les pratiques du quotidien par le numérique.

4. Conclusion

Les « objets connectés » peuvent certainement être bénéfiques, mais à l'heure de l'extension de l'Internet des objets en passe de devenir une véritable métastructure connectant les corps, ils nécessitent davantage d'études et d'évaluations rigoureuses. En tant que forme contemporaine de biopouvoir (Foucault, 1976 ; Lupton, 2016), ils suscitent de nombreux questionnements, dont le risque d'instaurer un nouveau type de

« gouvernement des conduites » (Dubuisson-Quellier, 2016) et « des corps » (Fassin et Memmi, 2004) par un contrôle social et économique des populations de plus en plus prégnant (Van Dijk, 2014).

Face à l'importance des enjeux soulevés par l'évolution rapide des dispositifs connectés, il apparaîtrait primordial de mettre en place des programmes de recherche en information-communication — mais aussi nécessairement interdisciplinaires — pour prendre en compte les considérations éthiques dès la conception de tels dispositifs, à partir d'une compréhension de l'humain et de son corps, et *in fine* des médiations entre l'humain et la technologie. Les usages, la conception des objets connectés et leur évaluation semblent d'autant plus urgents à analyser que la généralisation annoncée de l'Internet des objets vers un Internet des comportements, liée à la convergence avec les technologies des mégadonnées et de l'intelligence artificielle, viendra amplifier et intensifier les problématiques de la société connectée de demain.

Références

- Abiteboul, S. et Stoyanovich, J. (2019). Transparency, fairness, data protection, neutrality: Data management challenges in the face of new regulation. *Journal of Data and Information Quality (JDIQ)*, 11(3), 1-9.
- Adapa, A., Nah, F. F. H., Hall, R. H., Siau, K. et Smith, S. N. (2018). Factors influencing the adoption of smart wearable devices. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(5), 399-409.
- Ajana, B. (2017). Digital Health and the Biopolitics of the Quantified Self. *Digital Health*, 3, 1-18.
- Andrieu, B. (2011). *Les avatars du corps. Une hybridation somatechnique*. Montréal, Canada : Editions Liber Canada.
- Ardelet, C., Veg-Sala, N., Goudey, A. et Haikel-Elsabeh, M. (2017). Entre crainte et désir pour les objets connectés : comprendre l'ambivalence des consommateurs. *Décisions Marketing*, 86, 31-46.
- Arruabarrena, B. (2016). *Le Soi augmenté : les pratiques numériques de quantification de soi comme dispositif de médiation pour l'action* (Thèse de doctorat). CNAM, Paris.
- Arruabarrena, B. (2022). Technologie numérique de quantification des corps à l'épreuve du comportementalisme : vers un design de la médiation homme-données. Dans A. Khatchatourov, O. Avenati, P. A. Chardel, I. Quéval (dir.), *Corps connectés, figures, fragments, discours* (p.118-135). Paris, France : Presse des mines.

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées
sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

- Banque des territoires. Caisse des dépôts (2020). *Rapport État des lieux du marché de l'IOT en France avec un focus sur les zones peu denses.* (2020). Repéré à https://www.banquedesterritoires.fr/sites/default/files/2021-01/20201109_LesReseauxIOTenZonePeuDense_Vdef_com.pdf
- Bastien, J. M. C. (2012). Réchauffement climatique : les contributions possibles de la psychologie ergonomique et de l'interaction humain-machine à la réduction de la consommation d'énergie. *Le travail humain*, 75(3), 329-348.
- Bateson, G. (1977). *Vers une écologie de l'esprit. Tome 1.* Paris, France : Seuil.
- Benghozi, P. J., Bureau, S. et Massit-Folea, F. (2008). *L'Internet des objets. Quels enjeux pour les Européens ?* Paris, France : Éditions de la Maison des sciences de l'homme. Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00405070/document>
- Bergeron, H., Castel, P. et Dubuisson-Quellier, S. (2018). *Le biais comportementaliste.* Paris, France : Presses de Science Po.
- Boudellal, M. (2014). *Smart Home : habitat connecté, installations domotiques et multimédia.* Paris, France : Dunod.
- Boudokhane-Lima, F. (2018). L'usage des objets connectés dans le cyclisme : étude sur les tendances et les pratiques émergentes. *Revue Française Des Sciences de L'information et de la Communication*, 12. Repéré à <http://journals.openedition.org.proxybib-pp.cnam.fr/rfsic/3449> ;
- Boullier, D. (2016). *Sociologie du numérique.* Paris, France : Armand Colin.
- Boullier, D. (2019). VI. Rendre le numérique habitable : l'habitèle. Dans Calbérac, Y. (dir.), *Carte d'identités : L'espace au singulier* (p. 151-174). Paris, France : Hermann.
- Bradley, J., Barbier, J. et Handler, D. (2013). *White Paper: Embracing the Internet of everything to capture your share of \$14.4 trillion.* Cisco, 318. Repéré à https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IOE_Economy.pdf
- Bruna Y. (2016). *Les nouvelles expériences au monde de l'individu géolocalisé* (thèse de doctorat). Pau, France : Université de Pau et des Pays de l'Adour.
- Burke, B. (2021). *Gartner Top Strategic Technology Trends for 2021.* Repéré à <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-strategic-technology-trends-for-2021>
- Calvignac, C. (2021). Traductions sociotechniques des principes axiologiques du *quantified self*. Analyse d'un corpus de brevets US dédiés à la mesure et à la gestion du sommeil. *Réseaux*, 228(4), 131-169.
- Cambon, L. (2016). Le nudge en prévention... troisième voie ou sortie de route ? *Santé Publique*, 28, 43-48.

- Canalys (2020/02). *Global smart speaker market to grow 13% in 2020 despite coronavirus disruption*. (Consulté en septembre 2021). Repéré à <https://www.canalys.com/newsroom/-global-smart-speaker-market-Q4-2019-forecasts-2020>
- Casilli, A. (2018). *En attendant les robots. Enquête sur le travail du clic*. Paris, France : Seuil.
- Catoir-Brisson, M. et Royer, M. (2017). L'innovation sociale par le design en santé. *Sciences du Design*, 6, 65-79.
- Chouk I. et Mani Z. (2016). Les objets connectés peuvent-ils susciter une résistance de la part des consommateurs ? Une étude netnographique. *Décisions Marketing*, 84, 19-41.
- Cognard, F. (2021). Covid-19 : un étudiant se fait tatouer le QR code de son pass sanitaire, *Franceinfo*, 25 août. Repéré à https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/on-ne-pouvait-pas-le-rater/covid-19-un-etudiant-se-fait-tatouer-le-qr-code-de-son-pass-sanitaire_4704581.html
- Cosquer, C. et Lanckriet, J. (2016). Les objets connectés et la défense. *Revue défense nationale*, 2, 97-103.
- Crawford, R. (1980). Healthism and the medicalization of everyday life. *International Journal of Health Services*, 10(3), 365–388.
- Dagiral, E. (2019). Extension chiffrée du domaine de perfectionnement ? La place des technologies de quantification du soi dans les projets d'auto-optimisation des individus. *Ethnologie française*, 176, 719-734.
- Dalgarrondo, S. et Fournier, T. (2019). Les morales de l'optimisation ou les routes de soi. *Ethnologie française*, 176, 639-651.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P. et Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8), 982-1003.
- del Río Carral, M., Schweizer, A., Papon, A. et Santiago-Delefosse, M. (2019). Les objets connectés et applications de santé : étude exploratoire des perceptions, usages (ou non) et contextes d'usage. *Pratiques psychologiques*, 25(1), 1-16.
- d'Ortho, M.-P. (2020). La nécessaire évaluation des applications en « bien-être » et santé. Dans C. Lindenmeyer et M. d'Ortho (dir.), *Santé connectée* (p. 25-32). Paris, France : CNRS Éditions. [en ligne] Openedition.
- Dubuisson-Quellier, S. (2016). Conclusion / Le gouvernement des conduites : Instruments et acteurs. Dans Dubuisson-Quellier, S. (dir.). *Gouverner les conduites* (p. 449-472). Paris, France : Presses de Sciences Po.
- Elghoul, R. et Jelassi, K. (2019). Le compteur intelligent : Vecteur de transformation pour la maîtrise d'énergie. *ISTE Ltd*. London, UK. Repéré à https://www.openscience.fr/IMG/pdf/iste_ido19v3n1_4.pdf
- ESTI (2021). *CYBER, Cyber Security for Consumer Internet of Things: Conformance Assessment of Baseline Requirements*.

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées
sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

- ETSI TS 103 701 V1.1.1 (2021-08). Repéré à https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103700_103799/103701/01.01.01_60/ts_103701v01010101p.pdf
- Fassin, D. et Memmi, D. (2004). *Le gouvernement des corps*. Paris, France : Éditions de l'EHESS.
- Fogg, B. J. (2002). Persuasive technology: using computers to change what we think and do. *Ubiquity*. 2002(1). Repéré à <https://doi-org.proxy.bibliotheques.uqam.ca/10.1145/764008.763957>
- Foucault, M. (1976). *Bio-histoire et biopolitique. Dits et écrits, Tome III*. Paris, France : Gallimard.
- France Stratégie (2022/02). *Rapport Le monde de l'Internet des objets : des dynamiques à maîtriser*. Repéré à <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2022-rapport-iot-fevrier.pdf>
- Gardien, E. (2019). Les savoirs expérientiels : entre objectivité des faits, subjectivité de l'expérience et pertinence validée par les pairs. *Vie sociale*, 25-26(1), 95-112.
- Giordano, Y. (2003). Les paradoxes : une perspective communicationnelle. Dans V. Perret et E. Josserand (dir.), *Le paradoxe : Penser et gérer autrement les organisations* (p. 115-128). Paris, France : Ellipses.
- Gouin, R. (2020). Évaluation des objets connectés en santé : les temps critiques. Dans C. Lindenmeyer et M. d'Ortho (dir.), *Santé connectée* (p. 157-174). Paris, France : CNRS Éditions. [en ligne] Openedition.
- Grosjean, S., Bonneville, L. et Redpath, C. (2019). Le patient comme acteur du design en e-santé : design participatif d'une application mobile pour patients cardiaques. *Sciences du Design*, 9, 65-83.
- Iplytics (2019/04). *Patent litigation trends in the Internet of Things*. Repéré à <https://www.iplytics.com/wp-content/uploads/2019/03/IPlytics-IoT-Patent-Litigation-report.pdf>
- Kitchin, R. (2014). *The Data Revolution*. Londres, Royaume-Uni : Sage.
- Lachance, J. (2019). *De la surveillance parentale à la déconnexion des enfants*. Toulouse, France : Érès.
- Lehto, T. (2012). Designing persuasive health behavior change interventions. Dans N. Wickramasinghe et al. (dir.), *Critical issues for the development of sustainable e-health solutions* (p. 163–181). Boston, MA.: Springer.
- Licoppe, C. (2014). Formes de la présence et circulations de l'expérience. *Réseaux*, 6, 21-55.
- Lindenmeyer, C. et d'Ortho, M. (2020). Présentation générale Au-delà du numérique... l'humain. Dans C. Lindenmeyer et M. d'Ortho (dir.), *Santé connectée* (p. 7-24). Paris, France : CNRS Éditions. [en ligne] Openedition.

- Louvel, S. (2015). Ce que l'interdisciplinarité fait aux disciplines : Une enquête sur la nanomédecine en France et en Californie. *Revue française de sociologie*, 56, 75-103.
- Lupton, D. (2016). The diverse domains of quantified selves. Self-tracking modes and dataveillance. *Economy and Society*, 45(1), 101-122.
- Lupton, D. (2013). The digitally engaged patient: Self-monitoring and self-care in the digital health era. *Social Theory and Health*, 11(3), 256–270.
- Lyon, D. (2018). *The culture of surveillance: watching as a way of life*. Cambridge, Royaume-Uni : Polity Press.
- Montero, C. G. (2022/02). Le marché de l'IOT en France, JDN. Repéré à <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-de-l-iot/1498593-marche-de-l-iot-tous-les-chiffres-en-france/> (Consulté en février 2022).
- Marchand, G. et Dufour, S. (2020). L'influence réciproque de la maison intelligente sur les styles de vie et ses implications sur la fonction d'architecte. *Communication & management*, 17, 53-67. <https://doi-org.proxybib-pp.cnam.fr/10.3917/comma.171.0053>
- Martinière, R. (2017). Les droits des salariés confrontés aux objets connectés de santé. Dans E. Brosset S. Gambardella et G. Nicolas. (dir.), *La santé connectée et « son » droit, approches de droit européen et de droit français*. Aix-en-Provence, France : Presses Universitaires d'Aix-Marseille.
- Mathieu-Fritz, A. et Gaglio, G. (2018). À la recherche des configurations sociotechniques de la télémédecine. *Réseaux*, 207, 27-63.
- Mavrommati, I. et Kameas, A. (2003). The evolution of objects into hyper-objects: will it be mostly harmless? *Personal and Ubiquitous Computing*, 7(3-4), 176-18.
- Megas, K., Cuthill, B. et Gupta, S., (2021). *White paper: Establishing Confidence in IoT 1 Device Security: 2 3 How do we get there?* NIST. Repéré à <https://csrc.nist.gov/publications/detail/white-paper/2021/05/14/establishing-confidence-in-iot-device-security/draft>
- Mendel, T., Puddephatt, A., Wagner, B., Hawtin, D. et Torres, N. *Étude mondiale sur le respect de la vie privée sur l'Internet et la liberté d'expression*. Collection Unesco sur la liberté de l'Internet. 159 p. Repéré à <https://unesdoc.unesco.org/search/fea47af2-c72d-4ed7-b480-d46d61ca97c0>
- Morozov, E. (2015). *Le mirage numérique. Pour une politique du Big Data*. Paris, France : Editions Les Prairies Ordinaires.
- Morozov, E. (2012). *The net delusion: The dark side of Internet freedom*. New York, NY: Public Affairs.
- Mpawenimana, I., Pegatoquet, A., Roy, V., Rodriguez, L. et Belleudy, C. (2020). A comparative study of LSTM and ARIMA for energy load prediction with enhanced data preprocessing.

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées
sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

2020. Communication présentée à *IEEE Sensors Applications Symposium (SAS)* (pp. 1-6). *IEEE*.

- Nada A., Rana, O. et Perera, C. (2021). Security and Privacy Requirements for the Internet of Things: A Survey. *ACM Trans. Internet Things*, 2, 1-37.
- Nafus, D. et Neff, G. (2016). *Self-tracking*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Novo Diaz, O. (2020). *Improving the Ubiquitous Capabilities of the Internet of Things*. (Doctoral Thesis). Aalto University. Finlande. Repéré à <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-3839-1>
- Nyman, G. (2020). *On the Edge of Human Technology: An Essay*. Independently Published. 392 p. Repéré à <https://researchportal.helsinki.fi/en/publications/on-the-edge-of-human-technology-an-essay>
- Peyroux, E. et Ninot, O. (2019). De la « smart city » au numérique généralisé : la géographie urbaine au défi du tournant numérique. *L'information géographique*, 83(2), 40-57.
- Pharabod, A.-S., Nikolski, V. et Granjon, F. (2013). La mise en chiffres de soi. Une approche compréhensive des mesures personnelles, *Réseaux*, 177(1), 97-129.
- Rand corporation (2020). *The Internet of Bodies Will Change Everything, for Better or Worse*. Repéré à <https://www.rand.org/blog/articles/2020/10/the-internet-of-bodies-will-change-everything-for-better-or-worse.html>
- Rosenberger, M. E., Buman, M. P., Haskell, W. L., McConnell, M. V. et Carstensen, L. L. (2016). 24 hours of sleep, sedentary behavior, and physical activity with nine wearable. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(3), 457-465.
- Rouvroy, A. et Berns, T. (2013). Gouvernamentalité algorithmique et perspectives d'émancipation. Le disparate comme condition d'individuation par la relation ?, *Réseaux*, 177, 163-196.
- Roxin, I. et Bouchereau, A., (2017). Écosystème de l'Internet des Objets. Dans N. Bouhaï et I. Saleh (dir.), *Internet des objets : Évolutions et Innovations*. Londres, Royaume-Uni : ISTE Éditions Londres.
- Sadin, E. (2013). *L'humanité augmentée. L'administration numérique du monde*. Montreuil, France : L'Échappée.
- Saleh, I. (2017). Les enjeux et les défis de l'Internet des Objets (IdO). *Internet des objets*, 1(1), 5.
- Servet, J. M. (2018). *L'économie comportementale en question*. Paris, France : ECLM.
- Sidmou, H. et Maaninou, A. (2019). Le marché automobile : innovation et futures tendances, cas de la voiture connectée de renault. *Revue internationale du marketing et management stratégique*, 1(2). Repéré à <https://revue-rimms.org/index.php/home/article/view/62>

- Simon, P. (2017). Les leçons apprises des principales études sur les objets connectés en télémédecine. *European Research in Telemedicine/La Recherche européenne en télémédecine*, 6(2), 67-77.
- Simondon, G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris, France: Édition Aubier-Montaigne Philosophie.
- Sinha, S. (2021). *State of IoT 2021: Number of connected IoT devices growing 9% to 12.3 billion globally, cellular IoT now surpassing 2 billion*. (Consulté en octobre 2021). Repéré à <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>
- Statista Research Department. (2022). *Nombre de brevets déposés en Internet des objets (IoT) à l'échelle mondiale entre 2009 et 2019*. Repéré à <https://fr.statista.com/statistiques/991171/internet-of-things-nombre-brevets-monde/>
- Stiegler, B. (2015). *La Société automatique : 1. L'avenir du travail*. Paris, France : Fayard.
- Strategy Analytics. (2021). *Global Smartwatch Shipments Leap 47 Percent to Pre-Pandemic Growth Levels in Q2 2021*. (Consulté en octobre 2021). Repéré à <https://news.strategyanalytics.com/press-releases/press-release-details/2021/Strategy-Analytics-Global-Smartwatch-Shipments-Leap-47-Percent-to-Pre-Pandemic-Growth-Levels-in-Q2-2021/default.aspx>
- Swan, M. (2013). The quantified self: Fundamental disruption in big data science and biological discovery. *Big data*, 1(2), 85-99.
- Swan, M. (2012). Sensor mania! the internet of things, wearable computing, objective metrics, and the quantified self 2.0. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 1(3), 217-253.
- Thaler, R. H. et Sunstein, C. R. (2009). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. New York, NY: Penguin.
- Thebault, P. (2013). *La conception à l'ère de l'Internet des Objets : modèles et principes pour le design de produits aux fonctions augmentées par des applications* (Thèse de doctorat). Paris, ParisTech.
- Tisseron, S. et Tordo, F. (2021). *Comprendre et soigner l'homme connecté*. Manuel de cyberpsychologie. Paris, France : Dunod.
- Van Dijk, J. (2014). Datafication, dataism and dataveillance: big data between scientific paradigm and ideology. *Surveillance & Society*, 12(2), 197-208.
- Vassli, L.T. et Farshchian, B. A. (2018). Acceptance of health-related ICT among elderly people living in the community: A systematic review of qualitative evidence, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(2), 99-116.

Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées
sous l'angle de la médiation infocommunicationnelle

- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B. et Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 27(3), 425-478.
- Viot, C., Bayart, C., Lecuyer, C. et Lancini, A. (2021). Les leviers d'adoption des objets connectés : une différenciation par le type d'objet. *Gestion 2000*, 38(2), 17-40.
- Watzlawick, P., Beavin, J. H. et Jackson, D. D. (1972). *Une logique de la communication*. Paris, France : Seuil.
- Whitson, J. R. (2013). Gaming the quantified self. *Surveillance & Society*, 11(1/2), 163.
- Wolf, G. (2009, 22 juin). Know thyself: Tracking every facet of life, from sleep to mood to pain, 24/7/365. *Wired*. Repéré à <https://www.wired.com/2009/06/lbnp-knowthyself/>
- Xiaoyu, J., Chaohao L., Xinyan Z., Juchuan Z., Yanmiao Z. et Wenyu, X. (2020). Authenticating Smart Home Devices via Home Limited Channels. *ACM Trans. Internet Things*, 1(4), 24.
- Zacklad, M. (2017). Design, conception, création Vers une théorie interdisciplinaire du Design, publié le 07 novembre 2017. Repéré à <https://wikicreation.fr/interdisciplinarite-et-creation/>
- Zhang, Y. (2020). L'hégémonie du QR code en Chine. Communication présentée au Congrès de la SFSIC 2020. Repéré à <https://sfsic2020.sciencesconf.org/325620/document>
- Zhong, Z., et Balagué, C. (2021). Comprendre les objets connectés grand public : proposition d'une taxonomie centrée sur l'utilisateur. *Vie & sciences de l'entreprise*, 211-212, 70-90.
- Zuboff, S. (2022). *L'âge du capitalisme de surveillance*. Paris, France : Zulma.