

Résumés

06 L’imaginaire de l’Internet des objets

Pierre MUSSO

L’Internet des objets (IoT) est à la fois un nouveau grand récit sur une révolution technologique annoncée depuis un certain temps déjà et un « objet-valise » combinant des objets, des réseaux et des données. L’imaginaire associé à l’IoT est ambivalent : il porte, d’un côté, des promesses d’hyperconnexion entre objets et humains grâce à la production massive de données et, de l’autre, des menaces de contrôle continu du fait de la captation des données personnelles. Cet imaginaire prolonge et amplifie celui de l’Internet, et puise ses racines dans le paradigme cybernétique.

13 L’histoire des objets connectés

Jean-Pierre CORNIOU

Tout objet physique a vocation à être accompagné de son image numérique pour capter des informations et agir sur l’environnement physique. Cette transformation s’est faite en deux décennies et a modifié considérablement notre rapport individuel au monde informatique, en donnant lieu à chacun d’exploiter des données contextuelles pour prendre les décisions du quotidien dans de multiples domaines. Mais c’est sur les systèmes complexes – usines, logistique, mobilité, bâtiments – que cette révolution en cours va faire porter les transformations les plus essentielles en permettant de mieux gérer l’énergie et les flux physiques pour diminuer globalement l’impact de l’activité sur l’environnement. Les objets connectés sont le support de cette transformation continue qui facilite la compréhension et la gestion des interactions multiples constituant le tissu de l’activité humaine.

18 La traçabilité

Matthieu HUG

La traçabilité « bout en bout » apparaît de plus en plus comme le prochain objectif pour les chaînes d’approvisionnement. La pression réglementaire aussi bien que la demande de transparence des consommateurs en font un sujet de résilience, de conformité et de différenciation. Force est de constater en effet qu’avec la globalisation, les chaînes d’approvisionnement se sont fragmentées, diluant les responsabilités et rendant leur contrôle de plus en plus parcellaire et insuffisant. Les objets connectés, et avec eux les technologies numériques en général, apportent des solutions pour contribuer à une traçabilité bout en bout. Mais ils ouvrent aussi de nouveaux enjeux, en ajoutant dans le cycle de vie de ces produits, donc dans leur propre traçabilité, les enjeux spécifiques de responsabilité liés à leurs mises à jour logicielles.

23 L’usage des objets communicants dans le monde des entreprises électriques

Vincent AUDEBERT

Le monde de l’électricité est habitué aux objets connectés. L’exemple le plus proche de nous est l’arrivée dans les bâtiments des compteurs communicants. Pourtant, à part

pour ces projets à fort volume, un certain nombre de freins ont limité les déploiements. L'évolution des modes de production avec l'éolien et le photovoltaïque qui ajoutent de l'intermittence dans la génération d'électricité renforce l'intérêt pour des solutions à base d'objets connectés. Le manque de standards, une maturité des technologies faible au regard des besoins de pouvoir conserver ces systèmes dans la durée sont quelques exemples parmi ces freins. Pourtant, les objets connectés peuvent trouver leur place chez les électriciens, dans les domaines de l'amélioration de l'exploitation, de la maintenance, ou de l'équipement des techniciens. Ils doivent aussi être capables de s'intégrer avec ceux des domaines connexes, comme la *smart home*. Cet article présente aussi deux objets connectés qui démontrent l'intérêt de la connectivité sur des objets existants.

28 Les objets connectés dans les missions judiciaires

François BOUCHAUD et Thomas VANTROYS

La prolifération des objets connectés dans notre quotidien ouvre de nouvelles opportunités pour la société. Ces témoins, ancrés et diffus dans nos vies, deviennent peu à peu des sources de renseignements, hissant les traces numériques au niveau des traces biologiques et apportant des informations inédites dans la compréhension des phénomènes favorables aux investigations numériques. Parallèlement, ce vecteur d'information est propice au développement d'activités criminelles. Son faible niveau de sécurité constitue une manne pour les cyber-attaquants en transformant l'équipement en porte d'entrée aux actes malveillants et en offrant de nouvelles surfaces d'attaque. Détourné de son usage premier, l'objet est susceptible de générer une menace pour la population, pour les entreprises et pour les États. La dualité « opportunité / menace » nécessite de nouvelles approches innovantes pour l'ensemble des acteurs de la sécurité dans l'appréhension de cet écosystème tourné vers l'interconnexion des espaces.

33 Les protocoles de l'Internet au service de l'interopérabilité de l'Internet des objets

Marianne LAURENT, Alexander PELOV et Laurent TOUTAIN

Le déploiement massif de l'Internet des objets (IoT) repose sur des technologies et des modèles en rupture avec l'Internet classique. Pour déployer des milliards de petits objets, les rendre communicants à faible coût, tout en étant autonomes pendant de très longues années, de nouvelles connectivités ont vu le jour. Mais pour être performants à très longue portée et très basse consommation, les réseaux émergents de l'IoT ont dû passer par des compromis qui soulèvent de nouveaux défis d'interopérabilité et de sécurité, pourtant résolus avec l'Internet. Nous dressons dans cet article les problématiques liées au manque de support natif des protocoles Internet dans l'IoT, et présentons les perspectives apportées par les derniers travaux de standardisation permettant de déployer un IoT interopérable, simple, efficace et évolutif.

39 Les enjeux de la 5G pour les objets connectés

Cécile DUBARRY et Anne-Lise THOUROUDE

Si différentes technologies (LoRa, Sigfox 4G...) permettent déjà la mise en place d'objets connectés, la 5G est souvent promue comme la technologie mobile qui entrainera un développement massif de ceux-ci. Cela s'explique par le cadre de mise au point de la 5G. En effet, la 5G, contrairement aux technologies précédentes, a été conçue dès le départ comme une technologie structurante pour l'Internet des objets (IoT). Actuellement en

cours de déploiement, la 5G devrait s'enrichir au fur et à mesure de l'introduction des innovations sur les réseaux. Pour tirer pleinement parti de ces nouvelles possibilités, les opérateurs devront mettre au point de nouvelles formes de services, répondant de manière plus ciblée aux besoins des différents utilisateurs et, notamment, des acteurs économiques. Parallèlement, ces utilisateurs devront explorer les nouvelles possibilités permises par la 5G.

45 **Use unlicensed LPWANs for cost-effective & secure massive industrial IoT**

Derek WALLACE

This article introduces Low Power Wide Area Network (LPWAN) technologies for the Internet of Things. LPWANs can be divided into the licensed and unlicensed spectrum. Under the unlicensed spectrum we find the LoRaWAN® standard; a cost-effective, low battery, long-range technology specifically designed to serve massive industrial low-critical IoT. Thanks to its easy network roll-out with flexible, secure connectivity models, LoRaWAN allows for a rapid global use case development to benefit cities, enterprises, rural areas and large industries on either public, private or hybrid models. The global LoRaWAN standard is promoted by a group of IoT companies called the LoRa Alliance®. The LoRa Alliance is a non-profit organization representing over 400 member companies developing and operating LoRaWAN equipment from silicon to solutions.

48 **La révolution du spatial ou la communication des objets partout dans le monde**

Alexandre TISSERANT

Alors que des milliards d'objets connectés sont annoncés sur la planète, seuls 15 % de la surface du globe sont couverts par des réseaux terrestres. Les réseaux satellitaires dédiés à l'IoT ("Internet of Things") viennent combler ce manque. Malgré un paysage dense, ces solutions deviennent incontournables pour de nombreux cas d'usages. Au-delà de la technique, ces réseaux sont également affectés par des enjeux globaux, qu'ils soient économiques, ou même éthiques et écologiques.

54 **Skywise, pour la maintenance prédictive et au-delà...**

François LE BOULCH, Frederic SUTTER et David MARTY

Les services aéronautiques généreront dans les vingt prochaines années quasiment autant de revenus que les produits eux-mêmes. Forte de ce constat, Airbus a décidé – il y a quelques années déjà – de développer ses activités de services *via* le numérique. Sa plateforme Skywise analyse les données issues de l'ensemble de l'écosystème aéronautique pour optimiser le design, la fabrication et l'exploitation des avions en vol et au sol. Si elle livre d'ores et déjà toutes ses promesses – les retours d'expérience positifs étant nombreux –, le numérique, lui, redéfinit l'industrie aéronautique à toute allure.

60 **Où vont nos données ? L'exemple des assistants vocaux**

Martin BIERI

Si les assistants vocaux sont présentés avec l'objectif de simplifier la vie des individus, la manière dont ils fonctionnent reste cependant obscure pour les utilisateurs. En particulier se pose la question du traitement des données que nous lui transmettons et qui transitent la

plupart du temps entre l'objet connecté (enceinte, montre, frigo, etc.) et des serveurs distants. Ce voyage de nos données soulève alors quelques interrogations, d'autant plus lorsqu'il s'agit de notre voix, qui est une donnée « à géométrie variable » : à la fois intime, biométrique, vecteur de sens, mais également d'émotion, d'état de santé, etc. Nous proposons dans cet article un petit tour d'horizon du fonctionnement d'un assistant vocal, des acteurs qui composent sa chaîne de valeur et des enjeux autour des données personnelles.

66 Le mythe de la *smart city* écologique

Philippe BIHOUIX

À suivre les discours convenus, les technologies numériques permettraient de réduire le poids environnemental des villes, de les rendre plus efficaces et plus optimisées – et au passage plus transparentes, « inclusives » et démocratiques – de les rendre « intelligentes » (*smart*) grâce aux objets connectés et aux logiciels basés sur les techniques d'intelligence artificielle (IA). Cette vision idyllique d'une gestion technologique et ultra optimisée des *smart cities* se heurte pourtant à de nombreux écueils, consommation de ressources, enjeux environnementaux, inertie de déploiement, effet rebond, résilience, que nous explorons dans cet article.

71 Les enjeux éthiques des objets communicants personnels

Christine BALAGUÉ

Les objets communicants s'introduisent de plus en plus dans les espaces de la vie personnelle des individus, collectant de plus en plus de données nourrissant des traitements algorithmiques opaques. Pour mieux comprendre les enjeux éthiques liés à ces objets, une taxonomie des objets communicants est tout d'abord proposée, soulignant l'importance de la prise en compte des utilisateurs en plus des fonctionnalités techniques. Les risques liés à la collecte massive des données combinée à la 5G, à leur qualité, à la sécurité des systèmes sont ensuite présentés, ainsi que les enjeux éthiques des traitements algorithmiques. Enfin, cet article se conclut par la nécessité de développer une réelle valeur d'usage et des objets connectés responsables en termes d'impact environnemental et sociétal.

76 Le traçage cyberphysique des personnes et la vie privée

Mathieu CUNCHE

Les utilisateurs d'appareils équipés de technologies sans-fil, comme le Wi-Fi et le Bluetooth, s'exposent au traçage de leurs déplacements par des parties tierces. Depuis plusieurs années, des capteurs, collectant les signaux émis par ces appareils, sont déployés dans divers lieux afin d'effectuer du suivi de personnes. Menace évidente pour la vie privée, ces systèmes de traçage cyberphysique sont invisibles et enregistrent des données sans le consentement des personnes. Pour contrer cette nouvelle menace, des protections sont mises en place, aussi bien du côté réglementaire que du côté technique. Nous introduisons dans cet article les principes généraux des systèmes de traçage cyberphysique, et présentons les solutions envisagées pour protéger la vie privée des personnes.

81 Les enjeux de souveraineté des objets communicants

Didier DANET et Alix DESFORGES

Pour les États, les objets communicants soulèvent plusieurs enjeux pour l'exercice de leur souveraineté et de leurs prérogatives régaliennes : sécurité nationale, maîtrise des

données, etc. Ces enjeux sont communs aux enjeux de souveraineté posés par l'ensemble des processus de la numérisation de nos sociétés humaines. Toutefois, le changement quantitatif d'échelle et l'insertion des objets communicants dans tous les aspects de la vie quotidienne viennent renforcer considérablement ces enjeux, mais aussi les dynamiques en cours, notamment la dépendance des États vis-à-vis d'acteurs privés. L'article prend l'exemple de la sonnette connectée de la société Amazon.