

LES MUTATIONS ECONOMIQUES,
SOCIALES ET POLITIQUES
DE L'INTERNET DES OBJETS

Vers un réseau ubiquitaire

En l'espace de quelques années, l'Internet est devenu dans le monde un outil quotidien pour près d'un humain sur trois. Parmi les 2,3 milliards d'internautes, 1 milliard d'entre eux utilisent des services mobiles pour accompagner leurs activités quotidiennes¹. Pour l'essentiel aujourd'hui, les informations échangées sur Internet sont issues des ordinateurs et donc des utilisateurs eux-mêmes. Bientôt, les informations qui transiteront sur le réseau proviendront majoritairement des terminaux mobiles et des objets connectés à l'Internet². L'étape suivante du développement du réseau devrait en effet associer les technologies de l'Internet aux objets connectés présents dans notre environnement. Ces objets pourraient ainsi transformer les usages liés à la santé, à la maîtrise de l'énergie, au tourisme, à la culture ou encore aux transports...

La montée en puissance de l'« Internet des Objets »³ va ainsi permettre de créer de nouvelles générations de services, pour les citoyens comme pour les entreprises et représenter d'importantes opportunités de croissance pour nos sociétés. Ces

¹ Etude mondiale Ipsos sur les utilisateurs de smartphones (février 2012)

http://services.google.com/fh/files/blogs/final_global_smartphone_user_study_2012.pdf

² « La montée en puissance de ces objets connectés est telle que le nombre moyen des objets connectés par habitants devrait passer 2 à 7 d'ici à 2015, date à laquelle la planète comptera 25 milliards de dispositifs avec une connexion sans fil. D'ici à 2020, ce chiffre pourrait doubler pour atteindre 50 milliards d'objets connectés » (Consultation de la Commission Européenne sur l'Internet des Objets 12 avril 2012)

http://ec.europa.eu/luxembourg/news/frontpage_news/a1_2012_fr.htm

³ « L'Internet des objets est l'un des néologismes utilisés pour décrire l'extension du réseau au-delà des ordinateurs et son entrée dans l'ensemble des activités humaine. On parle aussi de réseau ubiquitaire, d'intelligence ambiante, de communication « machine to machine » ou encore d'« Everyware » » (cf. Internet des objets défis économiques, technologiques et politiques, Bernard Benhamou - Revue Esprit mai 2009).

<http://www.esprit.presse.fr/archive/review/article.php?code=14799>

mutations de l'Internet dessinent les contours d'un réseau qui sera associé à chacune des activités quotidiennes de ses utilisateurs et épousera leur environnement au point d'en devenir indiscernable. Il convient désormais d'accompagner le développement de ces technologies cruciales pour les économies européennes tout en préservant les droits et libertés fondamentales des citoyens et en premier lieu leur vie privée.

De l'Internet mobile... à l'Internet des objets

Dans un premier temps, l'Internet des objets s'est concrétisé par la connexion des terminaux mobiles à des objets connectés présents dans l'environnement des utilisateurs. Les mobiles deviennent ainsi la « télécommande » et le terminal de consultation pour les informations issues de ces objets. Le fonctionnement de ces nouveaux objets connectés s'appuie en effet sur l'ergonomie et la « grammaire gestuelle » des terminaux tactiles, devenues familières aux millions d'utilisateurs des smartphones et tablettes. À mesure que se développent ces objets connectés, les terminaux mobiles deviennent les « cerveaux » dans lesquels sont traitées les informations issues de ces objets⁴. Cette division des tâches entre terminaux mobiles intelligents et objets (ou capteurs), permet de concevoir des dispositifs connectés à coûts réduits.

Les objets connectés permettent ainsi aux utilisateurs de s'informer de manière plus précise sur leur environnement. C'est par exemple le cas de la station mobile personnelle Netatmo⁵ qui permet de connaître les conditions météorologiques ainsi que la teneur en CO₂ de l'air. En partageant les résultats obtenus, il devient possible d'établir en temps réel une cartographie détaillée des conditions météorologiques à l'échelle d'une ville ou d'un pays. Ces nouvelles formes de réseaux sociaux permettent de démultiplier les fonctions des objets qui deviennent la base d'une relation entre les usagers et plus seulement des outils ayant une

⁴ Les smartphones au cœur des nouveaux objets connectés, (Proxima Mobile, janvier 2012) <http://www.proximamobile.fr/article/les-smartphones-au-coeur-des-nouveaux-objets-connectes>

⁵ La société française Netatmo a ainsi été récompensée des trois trophées en matière d'innovation lors du Consumer Electronics Show (CES 2013) de Las Vegas (cf. *Netatmo, la station météo de l'ère iPhone* Les Echos 27 août 2012) <http://www.lesechos.fr/entreprises-secteurs/innovation-competences/technologies/0202231750704-netatmo-la-station-meteo-de-l-ere-iphone-356003.php>

fonction unique. C'est ce principe qu'a utilisé la société Nike en créant des réseaux sociaux dédiés aux sportifs⁶.

De nouvelles catégories d'objets connectés permettent à leurs usagers de mieux maîtriser leur environnement. Ainsi, l'objet le plus vendu aux États-Unis sur l'Apple Store est un thermostat intelligent qui se connecte aux terminaux mobiles pour aider à contrôler leurs dépenses énergétiques et éviter les pics de consommation. Ce type d'objet désormais promu par les fournisseurs d'énergie⁷ pourrait être à la base de ce que l'on appelle désormais les réseaux électriques intelligents (ou *Smart Grids*). Pour accompagner le développement de ce secteur en France, la Délégation aux Usages de l'Internet a mis en place avec les acteurs des filières de l'énergie et des technologies le programme Proxima Énergie. Ce programme aura pour objectif de favoriser le développement des applications et des objets connectés dédiés à la maîtrise de l'énergie.

m-Santé : les nouveaux objets médicaux connectés

Un autre secteur qui pourrait à terme être transformé par les technologies des objets connectés est celui de la santé. En effet, de nouvelles générations d'objets connectés permettent de recueillir et de transmettre les données médicales d'un patient aux professionnels de santé ainsi que de surveiller en temps réel ses paramètres physiologiques. Les objets de la « m-Santé » connaissent actuellement un développement important au point de constituer, avec les appareils liés à la maîtrise de l'énergie, les deux catégories d'objets qui connaissent la plus forte croissance. Plus de 50 millions d'objets médicaux connectés devraient ainsi être diffusés aux États-Unis d'ici à 2015⁸. Dans ce domaine, plusieurs sociétés françaises se sont déjà distinguées au niveau international ; c'est le cas de la société Withings dont le tensiomètre et la balance connectés figurent parmi les objets les plus vendus sur l'Apple Store aux États-Unis.

Les objets médicaux connectés peuvent en effet être développés pour une fraction du coût des dispositifs médicaux actuels. Ces objets pourront aussi contribuer à la

⁶ *How Nike Outruns the Social Media Competition* (Mashable, 22 septembre 2011)

<http://mashable.com/2011/09/22/nike-social-media/>

⁷ *Smart Thermostat Maker Nest Labs Cozies Up with Utility* (MIT Technology Review - 26 juin 2012)

<http://www.technologyreview.com/view/428339/smart-thermostat-maker-nest-labs-cozies-up-with-utility/>

⁸ *By 2017: 50M consumer wireless health devices to ship* (MobiHealthNews – 31 mai 2012)

<http://mobihealthnews.com/17498/by-2017-50m-consumer-wireless-health-devices-to-ship/>

prévention des pathologies et ainsi diminuer les coûts liés aux traitements des pathologies lourdes. Les applications médicales et les objets connectés pourraient ainsi participer à reconfigurer l'économie de la santé en y associant les acteurs des technologies numériques, les laboratoires pharmaceutiques, les assureurs et les autorités de santé.

Des capteurs spécifiques devraient bientôt être connectés aux terminaux mobiles pour effectuer des analyses médicales « in situ » et limiter les déplacements vers les laboratoires médicaux ou les structures hospitalières. C'est le cas des capteurs de la société Scanadu, fondée par le chercheur belge Walter De Brouwer. Ces capteurs connectés aux mobiles devraient aider les citoyens à détecter certaines pathologies courantes⁹. La société Scanadu est ainsi candidate au concours *Tricorder*¹⁰ organisé aux États-Unis par la fondation X-Prize pour aider à développer les objets médicaux du futur.

Aux États-Unis et en Europe, de nouveaux types de concours sont organisés par les acteurs publics pour élaborer des technologies qui auront un effet levier sur l'écosystème industriel de la santé. Récemment, quatre agences fédérales américaines ont ainsi lancé un concours pour aider à créer un appareil mobile permettant de mesurer l'impact de la pollution sur la santé¹¹. Pour la première fois, en 2012, la Commission européenne a utilisé ce principe de « concours à cahier des charges » pour financer la réalisation de ces technologies « intégrées »¹².

L'évolution des technologies de la m-santé rend possible la mesure permanente des caractéristiques du corps humain (aussi appelée « quantified self »). Ainsi, comme le rappelle Eric Topol dans son ouvrage « *La destruction créative de la médecine*¹³ », cette évolution pourrait, si elle n'est pas contrôlée par les citoyens eux-mêmes, donner lieu à des dérives liées à la diffusion incontrôlée des données médicales.

⁹ “Check Your Body As Often As Your Email” (TechCrunch – 8 novembre 2011)

<http://techcrunch.com/2011/11/08/scanadu-raises-2m-check-your-body-as-often-as-your-email/>

¹⁰ \$10M Tricorder XPRIZE set to launch in 2012 (FluidicMEMS- 27 octobre 2011)

<http://fluidicmems.com/2011/10/27/10m-tricorder-xprize-set-to-launch-in-2012/>

¹¹ My Air, My Health Challenge (Challenge.gov – 6 juin 2012)

<http://challenge.gov/HHS/372-my-air-my-health-challenge>

¹² *Information and communication technologies Work programme 2013* (Large scale integrating collaborative project)

<http://cordis.europa.eu/fp7/ict/docs/ict-wp2013-10-7-2013.pdf>

¹³ *The Creative Destruction of Medicine* (Eric Topol- Ed. Basic Books - janvier 2012)

Des réseaux de capteurs autonomes en énergie

Parmi les technologies clés pour la réalisation de ces nouveaux objets connectés figurent les capteurs (MEMs¹⁴) dont les prix ont chuté, en même temps que leurs fonctionnalités se multipliaient. Ces capteurs permettent désormais d'analyser les mouvements, la température, la qualité de l'air, les paramètres biologiques, etc. Comme les ordinateurs, les capteurs ont connu une trajectoire « centrifuge ». D'abord réservés aux entreprises et aux laboratoires, ces capteurs ont progressivement migré vers les particuliers pour devenir mobiles et sont maintenant, grâce aux terminaux mobiles, littéralement entre les mains des usagers.

Les terminaux mobiles sont équipés de nombreux capteurs¹⁵ et de nouveaux usages médicaux ou scientifiques en sont imaginés presque quotidiennement¹⁶. Dans un premier temps, ces capteurs ont été conçus pour communiquer avec les terminaux mobiles. À terme, ces capteurs pourraient tisser un réseau en se connectant entre eux pour former des « réseaux de capteurs ». Ces réseaux pourront avoir de nombreuses utilisations dans le domaine de la santé, du contrôle environnemental, de la maîtrise de l'énergie, ou encore des loisirs ou de l'urbanisme. De plus, lorsque ces capteurs sont couplés à des dispositifs de communications sans fils, ils peuvent créer des réseaux autonomes susceptibles d'être utilisés dans des situations d'urgence ou ils permettront de recueillir des informations sur des zones sinistrées, voire de constituer des réseaux de communication autoconfigurés (réseaux *ad hoc*)¹⁷.

Les nouvelles générations de capteurs peuvent aussi être intégrées aux vêtements ou encore aux accessoires sportifs¹⁸. Certains de ces capteurs pourraient même devenir autonomes en énergie grâce à des dispositifs de captation de l'énergie ambiante (issue de la lumière, des vibrations ou encore des variations de température...). Ces capteurs connectés sont devenus des éléments stratégiques pour les acteurs industriels des technologies, en particulier dans le domaine de la

¹⁴ Microsystèmes électromécaniques

¹⁵ Parmi les capteurs présents dans les smartphones figurent : accéléromètre, gyroscope, détecteur de proximité, magnétomètre, détecteur lumineux.

¹⁶ De nouveaux capteurs médicaux intégrés ou connectés aux smartphones (Proxima Mobile - 19 mars 2012)

<http://www.proximamobile.fr/article/de-nouveaux-capteurs-medicaux-integres-ou-connectes-aux-smartphones>

¹⁷ *Mobiles et situations d'urgence* (Proxima Mobile – septembre 2011)

<http://www.proximamobile.fr/article/mobiles-et-situations-d'urgence>

¹⁸ *Le sport s'ouvre aux objets connectés* (Proxima Mobile - 16 juillet 2012)

<http://www.proximamobile.fr/article/le-sport-s'ouvre-aux-objets-connectes>

santé. La France et l'Europe disposent, avec une société comme STMicroelectronics, d'acteurs de taille mondiale dans le domaine des capteurs miniaturisés. Ainsi, la Commission européenne envisage désormais la mise en place d'un financement de 2 milliards d'euros sur 10 ans pour développer, dans le cadre du projet Guardian Angels, les nouvelles générations de capteurs autonomes en énergie¹⁹.

À terme, les terminaux mobiles actuellement indispensables pour recueillir les informations sur les objets et capteurs connectés pourraient disparaître au profit d'écrans intégrés aux objets ou de nouveaux dispositifs de visualisation comme des lunettes en réalité augmentée²⁰. De plus, l'essor des interfaces vocales pourrait faciliter la disparition des terminaux mobiles sous leur forme actuelle. Les objets connectés pourraient se fondre dans l'environnement des utilisateurs et transmettre les données recueillies vers des machines distantes sur le principe du cloud computing.

Des puces sur les objets de grande consommation

Parallèlement au développement de capteurs connectés, des dispositifs qui permettent d'identifier un objet à distance pourraient être massivement déployés dans notre environnement, grâce aux technologies des puces à radiofréquences (ou puces RFID). Jusqu'ici, les codes-barres qui figuraient sur les produits de grande consommation étaient des codes « génériques » identiques pour l'ensemble des produits. À terme, des identifiants uniques devraient être créés afin de suivre les produits individuellement, pour en connaître l'origine, le lieu d'assemblage, ou encore les tests auxquels ils auront été soumis. Cette évolution sera liée à l'utilisation de puces RFID en lieu et place des codes-barres actuellement employés sur les produits. Ces technologies représentent plusieurs avantages pour les acteurs de la chaîne logistique. Elles permettent d'effectuer plus rapidement l'identification des produits sans avoir recours à un lecteur optique. De plus, les informations liées à la « vie du produit » seront stockées non pas sur la puce elle-même, mais sur Internet et pourront ainsi être mises à jour en temps réel. Ces informations de

¹⁹ *Guardian Angels : un projet européen sur les capteurs du futur* (Industrie et Technologies – 6 février 2012)

<http://www.industrie.com/it/guardian-angels-un-projet-europeen-sur-les-capteurs-du-futur.12667>

²⁰ *An Expert's View on Google's Goggles* (MIT Technology Review – 6 avril 2012)

<http://www.technologyreview.com/view/427441/an-experts-view-on-googles-goggles/>

traçabilité ou de composition deviendront dans un premier temps un outil d'orientation pour le choix des consommateurs. Ce sont, ainsi, de nouveaux services qui pourront être mis en place pour accompagner les différentes phases de la vie d'un produit jusqu'à son recyclage.

L'un des facteurs cruciaux pour la diffusion des technologies liées aux puces et aux capteurs sera lié au prix unitaire des étiquettes RFID. En effet, pour être utilisables sur les objets de grande consommation, les puces ne devront pas constituer un surcoût notable pour les objets auxquelles elles seront associées. Le prix des puces les plus simples a chuté et il est désormais proche du seuil de quelques centimes d'euros à partir duquel producteurs et distributeurs pourront les utiliser massivement²¹. Deux autres facteurs pourraient bientôt favoriser le basculement vers les technologies RFID : l'obligation de rendre accessibles sur Internet les informations relatives aux produits et la possibilité pour les producteurs et distributeurs de créer des services à haute valeur ajoutée au-delà du point de vente.

Vers un nouveau droit pour les citoyens : le Droit au Silence des Puces

À mesure que les puces RFID se répandent dans l'environnement des usagers, des questions nouvelles se posent sur l'évolution de la frontière entre vie privée et vie publique. En effet, même si les réseaux sociaux ont déjà modifié cette frontière, le besoin de contrôler les informations à caractère personnel pourrait devenir plus crucial si ces objets connectés se trouvent, tout à long de la journée au contact des usagers et ainsi « parlent » de leurs usages.

Pour être en mesure de limiter les risques de diffusion incontrôlée des données personnelles issues des puces RFID, il devient nécessaire de donner le contrôle de ces dispositifs aux utilisateurs eux-mêmes et ainsi leur permettre de maîtriser les informations qui sont transmises par les objets qui les entourent ; c'est le principe du « droit au silence des puces ». La confiance pourrait en effet devenir la clé de voûte du développement de ces technologies. Parmi les facteurs qui rendent nécessaire l'établissement d'un droit au silence des puces figurent :

²¹ *Développer l'Internet des Objets avec des étiquettes RFID à coût réduit* (Proxima Mobile - 18 juillet 2012)
<http://www.proximamobile.fr/article/developper-l'internet-des-objets-avec-des-etiquettes-rfid-cout-reduit>

- La durabilité des puces ; en effet les puces les plus simples dites « passives » ne comportent pas de mécanismes mobiles qui pourraient se dégrader ou de source d'énergie qui pourrait s'épuiser. Elles sont virtuellement « immortelles » et peuvent en théorie survivre à plusieurs générations d'utilisateurs.
- La croissance du nombre de dispositifs connectés et en particulier de puces RFID, présents dans notre environnement quotidien ; à mesure que ces technologies se développent il devient en effet plus difficile d'organiser une réponse « a posteriori » sans modifier l'architecture des puces elles-mêmes.
- Le fait que ces puces puissent transmettre des informations sans que leur propriétaire ou leurs utilisateurs n'en soient informés ; en effet à la différence des codes-barres qui nécessitent une lecture directe à proximité de l'objet, les puces RFID peuvent être lues à l'insu de l'utilisateur à plusieurs mètres (voire dizaines de mètres) ; on parle alors de captation frauduleuse des informations ou « skimming ».
- La nécessité d'établir la confidentialité pour les échanges d'informations liés aux objets dont les informations seront les plus critiques pour l'utilisateur. Des systèmes de cryptage pourraient ainsi devenir nécessaires pour les puces ayant les fonctions les plus critiques (comme c'est le cas pour les objets médicaux²²).

Le « droit au silence des puces » devra donc se traduire dans la fabrication des puces qui devront intégrer, dès l'origine, des mécanismes de protection de la vie privée. Il s'agit d'élaborer *a priori* (et avant que ces puces RFID ne soient massivement déployées) des règles de protection de la vie privée qui auront une traduction dans l'architecture même des puces. En effet, une régulation qui ne reposerait que sur la sensibilisation des usagers ou sur l'encadrement des pratiques « en aval » sans modifier l'architecture de ces puces serait condamnée à l'inefficacité en raison des caractéristiques mêmes des puces RFID.

C'est le consentement préalable de l'utilisateur qui devra être recherché lors de la mise en place d'un service lié à l'identification d'un objet. En ce sens, le droit au silence des puces se rapproche du principe de l' « opt-in », mis en place par les autorités

²² *Computer Viruses Are "Rampant" on Medical Devices in Hospitals* (MIT Technology Review – 17 octobre 2012)

<http://www.technologyreview.com/news/429616/computer-viruses-are-rampant-on-medical-devices-in-hospitals/>

européennes en matière de commerce électronique. En effet, demander à l'utilisateur de désactiver une à une les puces dont il ne souhaiterait pas qu'elles transmettent des informations pourrait se révéler fastidieux et complexe. Plutôt que d'envisager une désactivation des puces par l'utilisateur, une procédure de réactivation par l'utilisateur sera privilégiée. L'utilisateur pourra alors réactiver les puces au cas par cas et volontairement en fonction de ses besoins.

Le principe du droit au silence des puces, initialement porté par la France lors de la conférence ministérielle européenne sur l'Internet des objets en 2008, a depuis été repris par la Commission²³ et le Parlement européen. Ainsi loin d'être des freins au développement de ces technologies, les mesures de protection de la vie privée pourraient constituer un avantage compétitif lors du déploiement de ces technologies vers le grand public.

Les perspectives des objets connectés

Avec l'essor de l'Internet des objets, les entreprises françaises et européennes disposent d'opportunités nouvelles pour créer les technologies qui seront utilisées quotidiennement par plusieurs centaines de millions d'utilisateurs. L'Europe dispose en effet de trois atouts essentiels dans ce domaine. Les pays de l'Union européenne constituent déjà l'un des premiers marchés mondiaux en matière de communications mobiles. Par ailleurs, l'Europe pourrait développer, grâce à son attractivité culturelle, géographique et touristique, des technologies qui s'appuieront sur ses richesses informationnelles et participeront à la valorisation de ses territoires. Enfin, les pays de l'Union disposent des ingénieurs et designers parmi les mieux formés au monde pour créer les nouvelles générations d'objets connectés. La France a déjà développé un pôle de niveau mondial dans le domaine des objets connectés à l'Internet. Ainsi, aux États-Unis, 5 des 12 objets connectés les plus vendus sur l'Apple Store sont français²⁴.

²³ La Commission européenne a ainsi inscrit le principe du « droit au silence des puces » dans ses recommandations sur l'Internet des objets (Internet of Things : An action plan for Europe - 2009)

http://ec.europa.eu/information_society/policy/rfid/documents/commiot2009.pdf

²⁴ 5 appareils français parmi les 12 objets connectés les plus vendus aux États-Unis sur l'Apple Store (Proxima Mobile - 5 septembre 2012) <http://www.proximamobile.fr/article/5-appareils-francais-parmi-les-12-objets-connectes-les-plus-vendus-sur-l-apple-store-america>

Dans le même temps, de nouvelles formes de création et de diffusion des objets commencent à apparaître. Ainsi, les technologies de fabrication issues des « imprimantes 3D » devraient bientôt permettre aux utilisateurs eux-mêmes de fabriquer voire même de personnaliser les objets qu'ils souhaiteront utiliser. Ces technologies pourraient aussi avoir des conséquences sociales, économiques et politiques majeures²⁵. La mise en œuvre des technologies des imprimantes 3D pourrait aussi constituer un nouveau défi en matière de gouvernance de l'Internet²⁶. Comme le rappelle Chris Anderson dans son ouvrage *Makers*, l'économie du numérique ne représente pour l'instant qu'un sixième de l'économie des objets manufacturés²⁷. L'intérêt pour les acteurs de l'économie numérique d'intervenir dans la fabrication des objets de grande consommation sera d'autant plus grand que ces technologies permettront à leur tour de créer des services nouveaux dans la quasi-totalité des secteurs de l'activité humaine.

²⁵ The third industrial revolution (The Economist – 21 avril 2012)

<http://www.economist.com/node/21553017>

²⁶ Ainsi, la possibilité d'imprimer des armes, ou des drogues, pourrait inciter certains acteurs publics à accroître les mesures de contrôle des échanges d'information sur Internet (cf. The Next Battle for Internet Freedom Could Be Over 3D Printing (TechCrunch - 26 août 2012))

<http://techcrunch.com/2012/08/26/the-next-battle-for-internet-freedom-could-be-over-3d-printing/>

²⁷ 20 000 milliards de dollars, contre près de 130 000 milliards de dollars (cf. *Makers* par Chris Anderson, Ed. Crown Business-Octobre 2012)