

TABLE RONDE DU 13 FÉVRIER 2015

LE DROIT ET L'INTERNET DES OBJETS

ASPECTS TECHNIQUES DE L'INTERNET DES OBJETS

PRÉSENTÉ PAR

MM. KOFFI FIAWOO ET SLIM TOUHAMI

RAPPORT RÉALISÉ SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR HERVÉ ISAR
MASTER II "DROIT DES MÉDIAS ET DES TÉLÉCOMMUNICATIONS"
FACULTÉ DE DROIT ET SCIENCES POLITIQUES

UNIVERSITÉ AIX MARSEILLE 2014 - 2015

Nous tenons à remercier monsieur Hervé ISAR pour ses nombreux conseils dans le cadre de notre présentation orale de la table ronde. Nous remercions également mesdames Clara ALCOLEA, Caroline JUILLET et Myriam KITAR pour leur collaboration de dernière minute.

SOMMAIRE

I L'Internet des Objets : une notion à multiples facettes

A. Une notion en cours de définition

1. Une définition classique de l'Internet des Objets
2. La connexion au coeur de l'objet connecté
3. L'Internet des objets ou le Web des objets connectés

B. Les principaux secteurs concernés par l'émergence de l'Internet des Objets

1. La santé connectée et la protection des données personnelles
2. La maison connectée et la protection de la vie privée
3. L'automobile : une législation bousculée

II L'Internet des Objets : un réseau à sécuriser

A. Un réseau matériel à différentes dimensions

1. Le fonctionnement de l'Internet global
2. Le fonctionnement de l'Internet à dimension personnelle
3. Les technologies de transmission et capteurs

B. La sécurité, un enjeu primordial pour le développement de l'Internet des Objets

1. Les questions relatives au Cloud
2. Le moteur de recherche Shodan

L'essayiste français Paul Virilio énonçait « les moyens de télécommunication, non contents de restreindre l'étendue, abolissent aussi toute durée, tout délai de transmission des messages, des images. Comment vivre vraiment "ici" si tout est maintenant ? ». Il faut bien l'avouer jamais dans l'histoire de l'homme une technologie n'a été adoptée aussi vite qu'il ne soit lui même en perpétuelle mutation. D'un protocole destiné dès sa création à garantir la transmission de l'ordre de « feu nucléaire », est né le plus formidable moyen de télécommunication jamais mis au point. L'Internet est passé du Web passif où l'internaute est était plutôt consommateur qu'acteur du réseau Web collaboratif. Avec l'avènement du Web 2.0 et l'apparition des blogs et réseaux sociaux, la vision de Tim Berners-Lee inventeur du World Wide Web prend corps. L'Internet de simple consommateur de l'information change de statut, pour en devenir l'acteur majeur vecteur d'une communication qui relève de l'instantanée. Néanmoins, l'ère de l'Internet collaboratif se voit contrainte de céder le pas au Web sémantique ou la machine et l'homme se partagent l'affiche autour de l'Internet des Objets.

Fidèle à la vision John Carl Robnett LICKLIDER « Les hommes fixeront les buts, formuleront des hypothèses, détermineront des critères et exécuteront les évaluations. Les ordinateurs feront le travail que l'on peut mettre en routine, qui doit être fait pour préparer les idées».

Le terme Internet des Objets a été pour la première fois évoqué dans un des laboratoires du Massachusetts Institute of Technologies (MIT) afin de décrire l'évolution technologique concernant l'identification par radiofréquence (RFID). De nos jours, cette expression recouvre un large panel de solutions technologiques rapportées aux notions d'intercommunication et d'« objets intelligents ».

Cette notion est protéiforme et sa définition diffère selon les auteurs si bien qu'il est difficile de la cerner dans une entièreté. Certains la caractérisent comme étant un objet opérant dans des espaces intelligents, d'autres la résumant en un réseau ubiquitaire permettant de connecter homme et objets partout et à n'importe quel moment.

Considéré comme révolution technique l'Internet des Objets est une réalité porteuse de véritables enjeux, entraînant une remise à plat du rapport de l'Homme à la technologie sous plusieurs aspects. L'Internet des Objets c'est également une véritable manne financière facteur de développement économique suscitant l'intérêt de tous les acteurs du secteur des nouvelles technologies. Ainsi les prévisions économiques concernant le secteur laissent entrevoir un marché global avoisinant 19 trillions de dollars.

Malgré tout, dans son arborescence l'Internet des Objets repose grandement sur les infrastructures usitées par l'Internet afin de permettre la communication : d'objet à personne, d'objet à objet et de machine à machine. Analyser l'Internet des Objets sous le prisme technique a pour visée de permettre une délimitation de cette notion afin d'en cerner, les composantes et leurs spécificités.

En partant du postulat que l'attribut de tout objet connecté découle, d'un réseau de systèmes automatisés de traitement dont les éléments sont dotés de capteurs permettant de numériser des données physiques. Décrire la réalité sous une forme alphanumérique, telle est l'enjeu du Web dit 3.0 où les capteurs et les systèmes de traitement viennent occuper une place majeure dans le nouvel édifice.

Nous allons par le biais de l'aspect technique évoquer l'Internet des Objets dans sa dimension matérielle et les risques que supporte cette interconnexion au réseau. Le développement qui suit s'intéresse à l'Internet des Objets en tant que notion protéiforme (§I) ainsi que la nécessité de sécuriser l'écosystème afin de prévenir les risques liés à l'émergence de l'Internet des Objets (§II).

§I L'Internet des Objets : une notion à multiples facettes

L'Internet des Objets est une notion complexe, évolutive, qui nécessite une définition (A) claire à l'aube de son émergence dans de nombreux secteurs économiques (B).

A. Une notion en cours de définition

Si l'on peut arrêter une définition classique de l'Internet des Objets (1), il est important de s'interroger sur l'importance de la notion de connexion (2) et son rapprochement avec la notion de Web des objets (3).

1. Une définition classique de l'Internet des Objets

Le terme objet, étymologiquement ce qui est placé devant, est premièrement défini par le Larousse comme étant "toute chose concrète, perceptible par la vue, le toucher : Perception des objets". Évidemment, l'objet ne saurait se restreindre à une notion si restreinte, puisqu'il peut prendre différentes dimensions, différentes conceptualisations ou différentes natures. Cette première définition révèle une vision empiriste celle de la chose, bien matériel, qui peut être perçu par un sens humain. Même incomplète, elle permet d'appréhender l'objet connecté au travers d'un de ces éléments, le capteur. L'appréhension de l'objet se fait au travers de la vue humaine ou même le toucher. Or l'évolution de l'objet lui permet également d'établir une grandeur physique à partir d'une autre grandeur électrique. L'objet connecté devient ainsi lui-même un organe de perception qui définit son environnement.

L'objet est également juridique, l'objet du Code civil "Tout contrat a pour objet une chose qu'une partie s'oblige à donner, ou qu'une partie s'oblige à faire ou à ne pas faire"¹.

On retiendra dans cette étude, une définition réaliste, physique ou matérielle nécessairement complémentaire de la vision sociologique ou juridique. L'objet se rapproche ici de l'artefact, une création humaine, une chose matérielle destinée à un usage spécifique.

¹ Article 1126 du Code Civil

Selon Loïc PANHALEUX, *“l’Internet est le réseau public mondial, le « réseau des réseaux », qui a donné naissance, grâce à la convergence de l’informatique, de l’audiovisuel et des télécommunications, d’une part, à une multitude de services de toute nature sur le World Wide Web et, d’autre part, à des communications nouvelles comme le courrier électronique ou la messagerie instantanée, les groupes de discussions et les transmissions de fichiers de poste à poste”*². Il est en effet nécessaire de distinguer le Web de l’Internet, il n’est qu’un élément de celui-ci, un système d’information et d’interconnexion de documents accessibles sur l’Internet.

L’Internet et le Web ont évolué à travers le temps, les règles juridiques se sont adaptées et devront encore l’être avec les innovations technologiques. Dans les années 90 est apparu ce que l’on appellera plus tard le Web 1.0. Il était alors caractérisé par trois éléments fondamentaux. Le HTTP, le protocole de transfert hypertexte, a été conçu spécialement pour le Web afin de permettre l’accès aux informations stockées sur des serveurs. L’URL, le localisateur uniforme de ressource, communément appelé “adresse Web”, une suite de caractères alphanumériques désignant l’adresse d’un serveur. Ainsi que le HTML, langage de balisage d’hypertexte, un langage de programmation utilisé pour la création de pages Internet.

Le Web de première génération avait pour particularité une conceptualisation restreinte, il n’était destiné qu’à un seul appareil, l’ordinateur. L’expérience utilisateur était alors qualifiée de passive, puisqu’il n’y avait pas de réelle opportunité d’interaction avec le document consulté. Le schéma était unidirectionnel, un producteur développe un site consulté par un internaute.

A partir de 2004, le Web devient interactif grâce à de nouvelles technologies comme le CSS, le javascript ou encore le Flash. Le Web 2.0 donne lieu à une nouvelle expérience utilisateur. Ce dernier n’est plus passif, mais contribue concrètement au contenu. Une meilleure bande passante et l’émergence des réseaux sociaux, des plateformes collaboratives

² François PÊCHEUX, « CLOUD COMPUTING ou INFORMATIQUE DANS LES NUAGES », Encyclopædia Universalis, consulté le 7 février 2015, <http://www.universalis-edu.com.faraway.u-paris10.fr/encyclopedie/Cloud-computing-informatique-dans-les-nuages/>

et des contenus multimédias. Les appareils se sont également multipliés notamment avec l'émergence des smartphones.

Depuis quelques années maintenant, l'Internet des objets ou Web des objets est considéré comme étant une évolution du Web, le Web 3.0. A la différence des deux premières générations, le contenu n'est plus immatériel, mais physique, dans le monde réel. L'interface change également, le navigateur Internet n'est plus nécessaire et l'usage des noms de domaine n'est plus obligatoire. Il ne s'agit plus d'accéder à un serveur à travers une URL, mais de connecter un objet à un autre, ou un objet au réseau Internet.

L'objet connecté se caractérise principalement par trois aspects. Il comprend tout d'abord un ou plusieurs capteurs (moniteur de fréquences cardiaques, gyroscope...) lui permettant d'interagir avec son environnement. De plus, un mode de connexion est intégré pour lui permettre de se connecter sur un réseau ad-hoc ou sur Internet. Enfin, un système d'exploitation est nécessaire afin d'analyser et transmettre l'ensemble des données collectées.

De façon conceptuelle, l'Internet des Objets sera nécessairement omniprésent dans notre environnement. L'adjectif connecté perdra de sa substance avec l'évolution et l'intégration quasi systématique de la technologie.

Pour conceptualiser l'Internet des objets on retiendra la définition apportée par l'étude "L'Internet des objets. Quels enjeux pour les Européens ?"³. Il s'agit donc *"d'un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, les données s'y rattachant"*.

2. La connexion au coeur de l'objet connecté

³ Pierre-Jean Benghozi, Sylvain Bureau, Françoise Massit-Folea. L'Internet des objets. enjeux pour les Européens ?. Rapport de la chaire Orange "innovation and regulation", Ecole polytechnique et TELECOM Paris Tech. 2008. <hal-00405070>

Il est intéressant de se pencher sur le principe même de connexion des objets, l'implémentation d'une technologie de transfert de données implique-t-elle forcément le caractère d'objet connecté ? Certains scientifiques⁴ considèrent que c'est l'usage premier de l'objet qui détermine ou non la qualification d'objet connecté. Ainsi, une brosse à dent ou une imprimante ne peuvent être considérées comme objets connectés, car leur usage premier ne nécessite aucune connexion.

Cette approche conduirait à faire une distinction entre objets qui serait nécessairement subjective. Rares seraient ainsi les produits que l'on pourrait qualifier d'objets connectés. Dans cette étude, ce n'est pas l'usage, mais la captation et surtout le transfert de données qui déterminent la qualification d'objet connecté. Certes, l'intérêt premier de l'imprimante ou de la brosse à dents ne relève pas de la connexion, mais crée cependant de nouveaux usages. Ces nouveaux usages redéfinissent la notion même de l'objet. L'objet connecté imprimante permettra ainsi d'imprimer à distance et la brosse à dents connectée de suivre son hygiène bucco-dentaire.

En outre, les voitures autonomes Google Car sont nécessairement connectées. Il est incontestable que celles-ci se connectent au réseau Internet pour récupérer une cartographie et des informations routières.

Il est ainsi important de retenir le principe de connexion comme élément fondateur de la notion d'Internet des objets. Cette connexion directe entre objets se transforme en connexion indirecte par la voie du Web.

3. L'Internet des Objets ou le Web des objets connectés

En 2009, la notion phare était celle des objets bavards, des objets qui communiqueraient entre eux sans aucune intervention humaine. Cette notion a changé avec

⁴ François PELLEGRINI, *Table Ronde Le Droit et l'Internet des Objets*, IREDIC, Aix Marseille Université, 13 février 2015

l'évolution technologique pour aboutir à celle d'Internet des Objets. Mais comme le fait remarqué Hubert Guillaud, "Nous sommes passés d'un modèle d'interconnexion directe des objets entre eux, de réseaux ad hoc d'objets à un modèle où chaque objet est relié à une plateforme Web, qui gère ensuite, à son gré les interactions entre les objets"⁵.

Le modèle de l'Internet des Objets relève désormais plus de celui du Web des objets. L'objet connecté interagit et communique à travers le réseau Internet et des standards permettant l'interconnexion.

Toutefois la réalité de l'Internet des Objets n'est pas encore totalement effective, le réseau des objets Web n'est pas complet. S'ils utilisent de plus de plus l'Internet comme mode de communication, l'interopérabilité n'est pas totale. Les standards existent, mais restent trop nombreux ce qui complexifie le principe même du mode de connexion. Aucun d'entre eux ne s'est imposé pour simplifier l'interconnexion des objets.

En outre, les objets ne sont pas simplement des produits, mais également des services liés à des applications Web. Cela implique leur dépendance dans la continuité de fonctionnement. *"Votre thermostat connecté fonctionnera-t-il encore dans 10 ou 20 ans ? Qui va faire fonctionner les serveurs dédiés dans la durée ?"*⁶.

B. Les principaux secteurs concernés par l'émergence de l'Internet des Objets

L'émergence de l'Internet des objets bouscule plusieurs secteurs économiques de notre société et pose de nouveaux questionnements juridiques. La santé connectée (1), la maison connectée (2) et la voiture connectée (3) sont les domaines les plus représentatifs de cette évolution.

1. La santé connectée et la protection des données personnelles

L'un des secteurs les plus concernés par la révolution des objets connectés est celui de la santé. Ils vont ainsi s'intéresser aux différentes maladies, à l'observation du sommeil et de l'alimentation, mais surveillent également la qualité de l'air de l'environnement. L'enjeu de

⁵ Hubert GUILLAUD, "De l'Internet des Objets au Web des objets", 26 septembre 2013, consulté le 2 février 2015, <http://www.Internetactu.net/2013/09/26/de-lInternet-des-objets-au-Web-des-objets-2/>

⁶ Cf. Note de bas de page 3

l'apparition de ces nouveaux appareils relève de la protection de données personnelles qui sont collectées et qui présentent souvent un caractère sensible.

Il existe de nombreux services qui permettent de s'assurer d'une bonne gestion de la maladie. Ainsi le pilulier Imedipac⁷ se destine aux personnes âgées qui souvent suivent un traitement médicamenteux. Celui-ci se recharge par un pharmacien pour la semaine et les produits sont reconnus au travers de la technologie NFC. Le pilulier émettra des sons et des signaux lumineux au moment de la prise de médicaments. Google⁸ propose en outre un bracelet détecteur de cellules cancéreuses, grâce à des marqueurs cellulaires, et la société iHealt⁹ un glucomètre pour contrôler le niveau d'insuline.

Ces données personnelles récoltées intéressent les industriels et notamment les assureurs. Axa¹⁰ a ainsi proposé des bracelets connectés à ses clients pour suivre leur activité physique. L'assureur souhaite mieux connaître ses clients afin de s'adapter et proposer des offres correspondant au profil de l'assuré. Cela pose de nombreuses questions de protection de données personnelles et d'efficacité du secret médical.

Ces produits, dont l'objectif est de contrôler au mieux sa santé, peuvent eux-mêmes soulever des questions de sécurité sanitaire. En effet, de nombreux produits destinés aux bébés comme le Pacifi¹¹, une tétine qui tient à jour le niveau de température de l'enfant, utilisent des technologies radio comme le Wifi et Bluetooth qui soulèvent de nombreuses controverses.

⁷ Adrian BRANCO, "CES 2014 : Imedipac, le pilulier 100 % français qui révolutionne la prise de médicaments", 10 janvier 2015, consulté le 20 janvier 2015, <http://www.01net.com/editorial/611672/ces-2014-imedipac-le-pilulier-100-pour-cent-francais-qui-revolutionne-la-prise-de-medicaments/>

⁸ ANONYME, "Google X teste un bracelet détecteur de cancer", 3 février 2015, consulté le 10 février 2015, <http://www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/0204128868914-google-x-teste-un-bracelet-detecteur-de-cancer-1089598.php>

⁹ BARBARA, "iHealth Align, le glucomètre connecté qui parle avec votre smartphone", 31 octobre 2014, consulté le 10 février 2015, <https://www.aruco.com/2014/10/ihealth-align/>

¹⁰ James HAILLOT, "L'OPERATION « PULSEZ VOTRE SANTE AVEC AXA », OU LA CONNIVENCE INQUIETANTE DES ASSURANCES SANTE ET DES FABRICANTS DE TRAQUEURS CONNECTES", 7 novembre 2014, consulté le 10 décembre 2014, <http://junon.univ-cezanne.fr/u3iredic/?p=15294>

¹¹ ANONYME, "Pacifi, la tétine connectée pour être au plus près de votre bébé !", 22 janvier 2015, consulté le 23 janvier 2015, <http://www.objetconnecte.net/pacifi-la-tetine-connectee-pour-etre-au-plus-pres-de-votre-bebe/>

2. La maison connectée et la protection de la vie privée

Autre secteur économique grandement concerné par l'émergence des objets connectés, la smart home, la maison connectée. La domotique, terme plus désuet, est l'un des sujets les plus récurrents quand il s'agit de la protection de la vie privée. De nombreux outils de protection du domicile récoltent des données personnelles des familles mais également de tiers.

Cette problématique est surtout présente dans le cadre d'un matériel de sécurité du domicile. La Netatmo Welcome¹² c'est une caméra design pour garder un oeil sur ce qui se passe à la maison, l'intelligence en plus. Welcome s'est reconnaître les personnes qui passent devant son objectif et devient ainsi capable de vous rassurer sur le fait que les enfants sont bien rentrés. Ou à l'inverse qu'un inconnu vient de passer le pas de votre porte. Des images que vous pourrez recevoir en ton réel sur votre smartphone. Des vidéos que la caméra stockera automatiquement. L'enjeu ici est que le bénéfice du service prenne le pas dans l'esprit de l'utilisateur sur le sentiment d'avoir un oeil pointé sur soi. La société affirme avoir un logiciel sûr et les données sont stockées sur carte SD.

D'autres produits de la maison connectée sont moins intrusifs dans la sphère privée. C'est notamment le cas des dispositifs d'éclairage du domicile. La Philips Hue¹³ est une ampoule qui connectée au smartphone adaptera l'ambiance lumineuse selon l'envie de l'utilisateur. Elle utilise les technologies de réseaux locaux comme le Wifi ou encore le ZigBee.

Plus surprenant, on retrouve de nombreux objets connectés qui s'intègrent dans la salle de bain. Cela va de la brosse à dents connectée qui permettra de suivre son hygiène bucco-dentaire directement sur son smartphone à un dispositif, Eva¹⁴, qui vise à réduire la

¹² FREDZONE, "Welcome, une caméra à reconnaissance faciale par Netatmo", 9 janvier 2015, consulté le 20 janvier 2015, <http://www.presse-citron.net/ces-2015-welcome-une-camera-a-reconnaissance-faciale-par-netatmo/>

¹³ Anthony NELZIN, "Test des ampoules intelligentes Philips Hue", 16 janvier 2013, consulté le 2 janvier 2015, <http://www.macg.co/tests/2013/01/test-des-ampoules-intelligentes-philips-hue-70402>

¹⁴ ANONYME, "Eva, la douche connectée pour réduire sa consommation d'eau", 13 novembre 2014, consulté le 23

consommation d'eau au travers d'un détecteur de température. Un autre détecteur s'activera dès lors que l'on recule pour diminuer la pression de l'eau. On retrouve même des toilettes connectées qui diffusent des ambiances lumineuses et des musiques relaxantes.

3. L'automobile : une législation bousculée

Dernier domaine qui sera fortement impacté par l'arrivée des objets connectés, l'automobile. En réalité, c'est la législation qui sera bousculée par cette apparition. Actuellement, en Europe aucune loi d'un Etat membre ne permet la circulation d'une voiture sans chauffeur. Or il sera nécessaire aux différents législateurs de s'adapter à l'évolution technologique et sur la responsabilité du fait des choses et plus précisément sur la responsabilité de l'intelligence artificielle. Aux Etats-Unis, trois états ont sous la pression de Google¹⁵ adoptés une législation autorisant la conduite sans chauffeur.

Celle-ci existe bel et bien, c'est une réalité technologique. La plus connue, la Google Car, est développée depuis quelques années aux Etats-Unis. Cette automobile intègre ainsi un radar rotatif sur le toit, un radar GPS placé sur les roues, une caméra vidéo placée au niveau du rétroviseur central, et des multiples radars sensoriels placés à différents espaces de la voiture. La voiture sans chauffeur est également une réalité chez les constructeurs traditionnels comme Renault, Volvo ou encore Audi.

Selon le cabinet Gartner¹⁶ d'ici 2020, un objet connecté sur cent sera une voiture. De nombreux systèmes permettent dès à présent de rendre une voiture connectée à l'image du système mirror link. Comme l'indique son nom, il va reproduire, tel un miroir, l'interface du smartphone directement sur un écran de la voiture. L'utilisateur pourra ainsi bénéficier du GPS et de la musique présente sur le smartphone. Il existe également des interfaces adaptées aux

janvier 2015, <http://www.objetconnecte.net/eva-douche-connectee/>

¹⁵ ANONYME, "Le Nevada autorise la «Google car» qui se conduit toute seule", 8 mai 2012, consulté le 10 janvier 2015,

<http://www.lefigaro.fr/societes/2012/05/08/20005-20120508ARTFIG00467-le-nevada-autorise-la-google-car-qui-se-conduit-toute-seule.php>

¹⁶ ANONYME, "2020 : 1% des objets connectés seront des...voitures", 27 janvier 2015, consulté le 28 janvier 2015, <http://www.zdnet.fr/actualites/2020-1-des-objets-connectes-seront-desvoitures-39813698.htm>

voitures issues des constructeurs de smartphones. Ici encore Apple avec son système Carplay et Google avec le logiciel Android Auto rentrent en concurrence pour proposer des offres incompatibles. Ces deux systèmes intégrés vont permettre une connexion par voie filaire, USB, ou sans-fil, Bluetooth.

Le changement de paradigme entraîné par l'adoption des objets connectés, est un formidable moyen de répondre aux problèmes sociétaux que connaît l'homme au 21^{ème} siècle. Tous les pans de l'activité humaine seront touchés.

§2 L'Internet des Objets : un réseau à sécuriser

Internet, le Web, le réseau des réseaux, ces expressions sont usitées au quotidien afin de définir le Web sans pour autant savoir ce qu'elles signifient réellement (A). Il est toutefois nécessaire d'apporter une particulière attention à la dimension sécuritaire de l'Internet des Objets (B).

A. Un réseau matériel à différentes dimensions

L'interconnexion est loin d'être une notion nouvelle. Les premières tentatives d'interconnexion connues remontent aux années 50, époque à laquelle les scientifiques tentaient de relier des ordinateurs pour des besoins militaires.

1. Le fonctionnement de l'Internet global

Le Web tel qu'il est connu s'est construit par à-coup et d'une manière déstructurée. En 1958 avec la création du premier modem capable d'envoyer un signal informatique au travers d'une ligne téléphonique. En 1982 la manière de communiquer entre les appareils est standardisée, le réseau Arpanet¹⁷ et les autres réseaux adoptent le protocole TCP/IP, permettant une interconnexion des différents réseaux, c'est la naissance d'Internet.

Le mot Internet est officialisé et prend sa source dans Interneting équivalent d'interconnexion.

Ainsi au fur et à mesure du développement technologique, le nombre d'ordinateurs n'a cessé de s'accroître et ce de manière exponentielle. En 1984, seule une élite avait accès au réseau grâce au millier d'ordinateurs inter-connectés, alors qu'à l'heure actuelle les dernières statistiques recensent plus de trois milliards d'internautes à travers le monde. L'apparition du

¹⁷ Créé en 1969 réseau d'intercommunications, des ordinateurs universitaires se voient interconnectés via le réseau de l'armée.

premier navigateur¹⁸ Internet en 1993 change la donne en permettant l'accès à ce que l'on nomme le Web, correspondant à des pages textes reliées entre elles par des liens.

En pratique l'internaute accède au réseau par l'entremise d'un ordinateur, d'un modem et d'un logiciel de communication. Le réseau téléphonique relie l'internaute jusqu'au point d'accès aménagé par son fournisseur d'accès à Internet. La liaison réseau opérateur et le Web se fait par l'entremise du routeur qui gère des zones Internet à échelle nationale ou internationale en vendant ses services au fournisseur. Institutionnelles ou privées des réseaux à très grande vitesse acheminent Internet¹⁹ d'un continent ou d'un pays ou l'autre. Les supports du réseau sont les serveurs Internet dispersés aux quatre coins du monde qui tiennent à disposition de l'internaute une multitude d'informations.

Chaque ordinateur connecté à Internet est identifiable par une suite abstraite de quatre nombres correspondant au protocole dénommé l'adresse IP. Grâce à ce protocole, tout ordinateur relié à Internet possède ses propres coordonnées, ainsi une adresse IP est attribuée à chaque interface membre du réseau en y englobant tout matériel informatique connecté. Compte tenu de son caractère abstrait, les ingénieurs ont mis au point le nommage afin de doter les serveurs des noms faciles à retenir pour les utilisateurs au lieu de numéros. Ainsi plus important pour l'internaute que l'adresse IP, se trouve l'URL²⁰ composée pour partie du nom de domaine et permet d'accéder aussi bien aux ordinateurs, qu'aux informations hébergées. Lorsqu'un internaute tape l'adresse URL d'un serveur, ce dernier doit être préalablement converti en IP. Le fournisseur d'accès Internet recevant la requête URL de l'internaute, la renvoie sur un ordinateur spécialisé appelé serveur de noms qui abrite une base de données répertoriant tous les serveurs Internet existant dans le monde, afin d'identifier et de mettre en adéquation adresse IP et URL en quelques millisecondes, puis opérer un renvoi vers le fournisseur qui établit la connexion avec le serveur demandé.

¹⁸ Mosaic, premier navigateur à pouvoir afficher les fichiers .GIF

¹⁹ 99% du trafic des télécommunications passent par des câbles sous marin

²⁰ Uniform Resource Locator, littéralement « localisateur uniforme de ressource »

Les lignes terrestres acheminent aussi bien de l'Internet que du téléphone. Toutefois, le débit Internet diffère selon la zone géographique par laquelle transite le signal, point de concentration du trafic Internet les routeurs ont pour mission de stabiliser les paquets de données transitant par leurs axes. On peut expliquer le manque d'homogénéité des débits par le fait qu'Internet est une agglomération de réseaux préexistants, ainsi leur interconnexion a été souvent opérée à l'aide de moyens sous-dimensionnés.

Les données transitant sur le réseau peuvent emprunter un chemin balisé par une multitude de serveurs différents, l'uniformisation apportée par l'adressage IP permet d'éviter la perte de données.

Un abonné voulant visionner une information se connecte à l'aide de son modem au point d'accès le plus proche, pendant la durée de la connexion, il se voit attribuer un numéro IP l'identifiant au sein du réseau. Dans les grandes agglomérations, un FAI dispose de plusieurs points d'accès reliés à son réseau principal, l'ensemble formant une épine dorsale dénommée backbone. Après avoir renseigné l'adresse URL de la page souhaitée, cette dernière est convertie sous le standard de l'adresse IP par le serveur de nom²¹. Le premier nombre de l'adresse IP désigne une zone géographique localisée, les routeurs ont en mémoire chaque adresse enregistrée, la connexion est aiguillée vers la destination souhaitée. La principale caractéristique d'Internet est de permettre un transit des données sans qu'il n'y ait de perte d'informations. L'information disponible sur une page Internet est séquencée sous forme de paquets, ainsi le système pour éviter toute perte prend soin d'indiquer l'adresse IP de l'expéditeur et du destinataire à chaque paquet. Lorsqu'un routeur en reçoit, ce dernier émet un message de confirmation de réception au routeur précédant afin de vérifier le bon transit des données.

Le protocole IPV4 souffre toutefois d'un problème de rareté, le nombre total d'adresses IP possibles sous cette version est inférieur au total du nombre d'internautes dans le monde. Il

²¹ Connue dans la langue anglaise sous la dénomination de Domain Name System

est ainsi rare de voir des particuliers disposer d'une adresse IP fixe. Il existe environ quatre milliards d'adresses IP disponibles sous la version 4 du protocole, ce qui est évidemment insuffisant compte tenu des prévisions estimant le nombre d'objets connectés à 50 milliards d'unités d'ici l'horizon 2020²². Cette explosion des interconnexions a entraîné en amont une réflexion sur l'évolution protocole IP vers une version 6, cette mouture abandonne la suite numérique au profit d'une suite composée de caractères hexadécimaux permettant ainsi d'augmenter le nombre d'adresses IP disponibles²³.

Etant donné l'hétérogénéité de l'Internet des Objets ainsi que les champs auxquels il peut être appliqué, une part significative d'objets connectés a pour visée une utilisation au sein de la sphère privée et plus particulièrement au sein du domicile de l'utilisateur. Les interconnexions ayant pour vocation la collecte de données ainsi qu'un traitement au sein du domicile relèvent plutôt de l'intranet des objets que de l'Internet des Objets, on peut ainsi lui attribuer le qualificatif de réseau à dimension personnelle.

2. Le fonctionnement de l'Internet à dimension personnelle

Le réseau à dimension personnelle repose sur des interconnexions au réseau local relayé majoritairement par Wi-Fi ou Bluetooth.

Ce qui est dénommé communément Wi-Fi²⁴ est un sigle mercatique utilisé pour désigner un ensemble des protocoles de communication sans fil régie pour la norme IEEE 802.11. Devant le manque d'en train des consommateurs pour le IEEE 802.11, il a été décidé d'opter pour la dénomination Wi-Fi. Cette technologie permet d'inter-connecter par ondes radio plusieurs appareils informatiques sur un réseau afin de permettre à ces derniers de transmettre des données. Le Wi-Fi permet alors de créer des réseaux locaux sans fil haut débit²⁵.

²² ERICSSON, "More than 50 Billion connected devices", Février 2011, consulté le 15 janvier 2015.

²³ $3,4 \times 10^{38}$ adresses disponibles sous le protocole IPV6

²⁴ Wi-Fi est une marque détenue par le consortium Wi-Fi Alliance.

²⁵ Le 802.11ac normalisé depuis décembre 2013 permet une vitesse atteignant actuellement 1,3 gigabit seconde de débit théorique

Le Bluetooth, technologie concourante à l'établissement d'un réseau local emprunte sa dénomination à l'histoire scandinave pour qualifier la norme IEEE 802.15. Dans son fonctionnement, le Bluetooth en tant que standard de communication permet l'échange bidirectionnel de données sur une très courte distance inférieure à celle du Wi-Fi pour également interconnecter différents appareils. Dans ses attributs, cette norme très peu énergivore à débit faible, qui est souvent embarquée au sein des appareils fonctionnant sur batterie pour échanger une faible quantité de données dans un rayon de portée ne dépassant pas dix mètres.

Les interconnexions ayant un caractère personnel peuvent également être opérées au travers des réseaux mobiles émis depuis un téléphone portable. Le smartphone, premier objet pour ainsi dire connecté, est à la fois le vecteur de l'information tout en étant pour certains objets, la destination finale de l'information traitée, en fournissant des informations pertinentes pour l'utilisateur. L'interconnexion reposant sur la téléphonie mobile émet la possibilité d'agir et commander un objet connecté hors de son domicile. En fonction des besoins et de l'intensité de transmission de données dont l'objet a besoin pour son fonctionnement, le débit sera adapté variant de la norme 2G, 3G, à 4G afin d'opérer un transfert.

Le support de transmission utilisé détermine grandement l'infrastructure d'un réseau, et la qualité de services qu'elle peut pourvoir. Ces supports exploitent les propriétés de conductibilité des métaux²⁶, du spectre visible pour la fibre optique ou celles des ondes électromagnétiques²⁷. Toute la complexité de la structure émane du fait qu'une interconnexion peut emprunter différents procédés techniques, le système de transmission doit alors réaliser l'adaptation du signal à transmettre à chaque type de support utilisé.

3. Les technologies de transmission et capteurs

²⁶ Paires torsadées; câble coaxial

²⁷ Réseau hertzien, ondes de courtes distances, signal satellitaire

L'Internet des Objets n'est pas à proprement parler une technologie intrinsèque, mais plutôt un concentré de solutions anciennes et nouvelles matérielles et logicielles. S'élève la question de difficulté de captation des données s'agissant de transformer un objet du quotidien en un système connecté. En l'espèce, il s'agit de répondre à la problématique de la captation des données d'un objet spécifique tout en le rendant identifiable. Plusieurs techniques peuvent être mises en oeuvre afin de solutionner cette question. Des moyens anciens reposant sur l'utilisation du code barre ou encore une coordination par GPS ont été mis oeuvre par le passé. Toutefois pour répondre au défi imposé par l'Internet des Objets la remise au goût du jour des procédés d'identification employant la technique des radio-étiquettes semble être préférée.

Désigné par l'anglicisme RFID, le dispositif d'identification de radiofréquence repose sur l'emploi de marqueurs dénommés « radio-étiquettes » comprenant une antenne associée à une puce électronique pouvant être interrogée. Les puces électroniques comprenant un identifiant peuvent être utilisées dans le but de repérer un objet. Ce dispositif possède l'avantage majeur de ne nécessiter aucune source d'énergie dans sa version passive sauf au moment de son interrogation par un lecteur. Depuis sa première utilisation en 1940²⁸, ce procédé technique n'a cessé d'évoluer englobant ainsi à l'heure actuelle, plusieurs fréquences radios, d'étiquettes dépendant du profil actif ou passif souhaité ainsi que la portée à laquelle l'interaction peut agir.

Autre enjeu primordial, le recueil d'informations présentes dans l'environnement converti en langage binaire dans la visée d'un traitement automatisé nous amène à nous questionner sur les moyens utilisés afin de remplir l'objectif.

Les capteurs sont à la base de la symbiose entre l'objet et son interconnexion, des techniques nouvelles et anciennes sont utilisées pour collecter les informations nécessaires au bon fonctionnement de l'appareil connecté. Du luxmètre qui permet de mesurer l'éclairement réel en passant par le thermomètre ou l'hydromètre, sans oublier l'accéléromètre ou encore le

²⁸ Le principe de la RFID est utilisé pour la première fois lors de la Seconde Guerre Mondiale pour identifier/authentifier des appareils en vol

gyroscope, différentes familles de capteurs ont été miniaturisées pour être implémentées au sein de l'objet. L'usage final définit le type d'information à collecter et par la même le ou les capteurs concourants à cet effet.

Le nouveau *modus vivendi* : l'Internet des Objets au service de l'efficience. Il est toutefois nécessaire d'apporter une particulière attention à la dimension sécuritaire de l'Internet des Objets (B).

B. La sécurité, un enjeu primordial pour le développement de l'Internet des Objets

L'arrivée des objets connectés dans notre quotidien représente une formidable occasion d'augmenter l'efficience générale de tous les pans d'activité de l'Homme. Les données collectées par les capteurs trouvent résidence sur des serveurs distants formant un écosystème nommé Internet des nuages (1). Toutefois cette introduction dans notre quotidien est de nature à créer de nouveaux risques pour les systèmes d'informations (2).

1. Les questions relatives au Cloud

Le service que l'on nommera plus tard « Cloud Computing » serait né le 24 Aout 2006, du constat que l'ensemble des serveurs répartis dans le monde n'étaient pas utilisés de manière maximale, les ingénieurs réseaux ont alors l'idée de mutualiser les serveurs. La commission générale de terminologie et de néologie²⁹ définit ce service comme un « Mode de traitement des données d'un client, dont l'exploitation s'effectue par Internet sous la forme de services fournis par un prestataire ». Appliqué à l'Internet des Objets, le Cloud computing intervient dans les processus de stockage et de traitement des informations recueillies par les capteurs correspondant à l'utilisation d'un objet connecté.

Ainsi d'un point de vue technique, le Cloud fonctionnerait sur deux concepts. Premièrement le temps la Virtualisation, une ou plusieurs applications logicielles n'auraient

²⁹ Avis 6 juin 2010 publié au journal officiel

plus à coexister sur le même ordinateur, secondement le concept du « Grid computing » où grille informatique que l'on peut définir comme étant une interconnexion d'un ensemble d'ordinateurs afin d'en augmenter la capacité de traitement en mutualisant les ressources et optimisant les coûts .

Malgré des avantages indéniables notamment techniques et sociaux procurés par cette évolution de l'externalisation des ressources, cette technologie soulève toutefois de nombreuses interrogations, en termes de sécurité des données ou encore de performances.

Steve Wozniak cofondateur d'Apple exprimait son inquiétude quant à «l'informatique externalisée» pour lui « avec le nuage rien ne vous appartient, moi j' aime savoir que les choses sont à moi... mais plus l'on transfère moins on garde le contrôle»³⁰.

Sur le plan juridique on peut ainsi s'inquiéter des conditions de traitement et de protection des données personnelles, de sécurité, de confidentialité, de propriété intellectuelle. Qu'advient-il du risque lié à la perte par le client du contrôle sur ses données, ses applications ? Récemment, les problèmes de sécurité liés au Cloud computing se sont multipliés par exemple le vol de données³¹, ou encore la présence de brèches³² de sécurité entraînant immixtion par autrui au sein de systèmes que l'on pense sécurisé.

2. Le moteur de recherche Shodan

Phillipe Davidie expert en cybersécurité s'exprimant sur ce sujet au cours d'un colloque estime «L'explosion combinatoire des objets connectés à venir va déplacer le paradigme de la sécurité au-delà de ces équipements, vers les réseaux qui les traitent. Sur le plan de la sécurité, chaque objet deviendra une porte d'entrée possible pour une intrusion sur le réseau. De grands enjeux sécuritaires, touchant à tous les domaines (politique, économique, Défense, vie privée...), naissent ainsi à la suite de l'émergence de l'Internet des Objets. La protection des

³⁰ ANONYME, " Le fondateur d'Apple inquiet face aux nuages de données", 6 Août 2012, consulté le 1 février 2015

³¹ ANONYME, " 80 millions de comptes de l'assureur Anthem compromis", la Chine visée, 6 février 2015, consulté le 1 février 2015.

³² ANONYME, " Des photos piratées de Jennifer Lawrence et plusieurs autres stars mis en ligne", 01 septembre 2014, consulté le 1 février 2015.

données, la sûreté de fonctionnement, la traçabilité, la résilience... sont autant d'enjeux futurs auxquels l'interconnexion des objets devra faire face».

Matérialisation concrète des craintes liées à l'Internet des Objets le moteur de recherche Shodan, indexe les appareils ayant une adresse IP visible sur le réseau. Serveurs, routeurs ou le périphérique informatique y sont indexés. Des pirates peuvent ainsi facilement pénétrer dans la sphère des objets connectés désignés, à l'insu du propriétaire. Il faut à ce sujet souligner le laxisme de certains des utilisateurs d'objets connectés, l'éditeur de logiciel antivirus et sécurité Avast estimait après enquête qu'aux Etats-Unis 4 foyers sur cinq étaient vulnérables à des attaques opérées sur leurs routeurs sans fil. La raison principale, le mot de passe, les paramètres d'authentification restent ceux proposés par défaut³³. Cette proportion est tout aussi élevée en France ou selon le même éditeur 74% du réseau domestique serait fortement exposé à la cybercriminalité.

La problématique de la sécurité des objets connectés devra être intégrée dès la conception de l'objet, en prenant en compte la catégorie de données recueillies, la sécurité liée à la transmission des connexions, et en bout de chaîne prêter une particulière attention au moyen d'hébergement et de stockage choisi.

³³ Principales combinaisons : admin/admin ou admin/password ou encore admin/<no-password>.

Bibliographie

Codes

- Article 1126 du Code Civil

Ouvrages

- Loïc ANDRE, *Le Droit des marques à l'heure d'Internet*, Paris, Gualino Lextenso Editions, 2012
- Claude SERVIN, *Réseaux et Télécoms*, Paris, 2e Edition, Dunod, 2006

Sites Internet

- René WALLSTEIN, "4G, télécommunications", Encyclopædia Universalis , consulté le 6 février 2015, <http://www.universalis-edu.com.faraway.u-paris10.fr/encyclopedie/4g-telecommunications/>
- François PÊCHEUX, "CLOUD COMPUTING ou INFORMATIQUE DANS LES NUAGES", Encyclopædia Universalis, consulté le 7 février 2015, <http://www.universalis-edu.com.faraway.u-paris10.fr/encyclopedie/Cloud-computing-informatique-dans-les-nuages/>
- Adrian BRANCO, "CES 2014 : Imedipac, le pilulier 100 % français qui révolutionne la prise de médicaments", 10 janvier 2015, consulté le 20 janvier 2015, <http://www.01net.com/editorial/611672/ces-2014-imedipac-le-pilulier-100-pour-cent-francais-qui-revolutionne-la-prise-de-medicaments/>
- ANONYME, "Google X teste un bracelet détecteur de cancer", 3 février 2015, consulté le 10 février 2015, <http://www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/0204128868914-google-x-teste-un-bracelet-detecteur-de-cancer-1089598.php>
- BARBARA, "iHealth Align, le glucomètre connecté qui parle avec votre smartphone", 31 octobre 2014, consulté le 10 février 2015, <https://www.aruco.com/2014/10/ihealth-align/>
- James HAILLOT, "L'OPERATION « PULSEZ VOTRE SANTE AVEC AXA », OU LA CONNIVENCE INQUIETANTE DES ASSURANCES SANTE ET DES FABRICANTS DE TRAQUEURS CONNECTES", 7 novembre 2014, consulté le 10 décembre 2014, <http://junon.univ-cezanne.fr/u3iredic/?p=15294>
- FREDZONE, "Welcome, une caméra à reconnaissance faciale par Netatmo", 9 janvier 2015, consulté le 20 janvier 2015, <http://www.presse-citron.net/ces-2015-welcome-une-camera-a-reconnaissance-faciale-par-netatmo/>
- Anthony NELZIN, "Test des ampoules intelligentes Philips Hue", 16 janvier 2013, consulté le 2 janvier 2015, <http://www.macg.co/tests/2013/01/test-des-ampoules-intelligentes-philips-hue-70402>
- ANONYME, "Eva, la douche connectée pour réduire sa consommation d'eau", 13 novembre 2014, consulté le 23 janvier 2015, <http://www.objetconnecte.net/eva-douche-connectee/>
- ANONYME, "Le Nevada autorise la «Google car» qui se conduit toute seule", 8 mai 2012, consulté le 10 janvier 2015, <http://www.lefigaro.fr/societes/2012/05/08/20005-20120508ARTFIG00467-le-nevada-autorise-la-google-car-qui-se-conduit-toute-seule.php>
- ANONYME, Pacifi, la tétine connectée pour être au plus près de votre bébé !, 22 janvier 2015, consulté le 23 janvier 2015,

- <http://www.objetconnecte.net/pacifi-la-tetine-connectee-pour-etre-au-plus-pres-de-votre-bebe/>
- ANONYME, “2020 : 1% des objets connectés seront des...voitures”, 27 janvier 2015, consulté le 28 janvier 2015,
<http://www.zdnet.fr/actualites/2020-1-des-objets-connectes-seront-desvoitures-39813698.htm>
 - ERICSSON, “More than 50 Billion connected devices”, Février 2011, consulté le 15 janvier 2015,
http://www.akos-rs.si/files/Telekomunikacije/Digitalna_agenda/Internetni_protokol_Ipv6/More-than-50-billion-connected-devices.pdf
 - ANONYME, “Le fondateur d’Apple inquiet face aux nuages de données”, 6 Août 2012, consulté le 1 février 2015,
http://www.lemonde.fr/technologies/article/2012/08/06/le-cofondateur-d-apple-inquiet-face-au-nuage-de-donnees_1742985_651865.html
 - ANONYME, “80 millions de comptes de l’assureur Anthem compromis, la Chine visée”, 6 février 2015, consulté le 1 février 2015,
<http://www.silicon.fr/80-millions-de-comptes-de-l-assureur-anthem-compromis-la-chine-visee-107767.html>
 - ANONYME, “Des photos piratées de Jennifer Lawrence et plusieurs autres stars mis en ligne”, 01 septembre 2014, consulté le 1 février 2015.
http://www.lemonde.fr/pixels/article/2014/09/01/des-photos-piratees-de-jennifer-lawrence-et-plusieurs-autres-stars-nues-mises-en-ligne_4479584_4408996.html