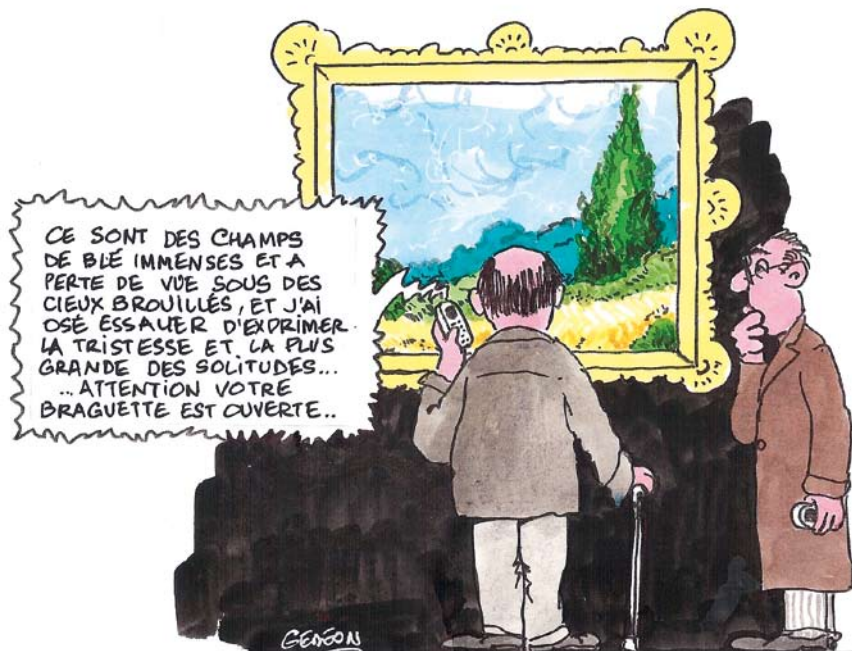




Quelle gouvernance pour l'Internet des Objets ?

Par Mathieu WEILL (99) et Bernard BENHAMOU

Alors que l'Internet compte désormais plus d'un milliard d'utilisateurs dans le monde, les enjeux économiques, culturels et sociaux liés au réseau sont devenus considérables. A ce jour les ordinateurs restent le moyen d'accès quasi exclusif au réseau. Lorsque les objets que nous utilisons dans chacune de nos activités quotidiennes s'y connecteront, l'Internet en sera profondément modifié, peut-être jusqu'à la remise en cause de certains de ses fondements actuels. Ainsi le deuxième milliard d'utilisateurs de l'Internet pourrait connaître un paysage informationnel très différent de celui que nous connaissons aujourd'hui. Cette mutation de l'Internet vers un « Internet des objets »⁽¹⁾ aura d'importantes conséquences économiques et technologiques pour l'ensemble des acteurs de l'Internet. En raison de la diversité des services qui seront offerts, mais aussi en raison de la multiplication des données qui seront échangées, la gestion de ces réseaux représentera elle aussi un enjeu stratégique pour l'ensemble des acteurs économiques et politiques.



Des Puces RFID... aux Réseaux de Capteurs

La première vague d'objets connectés sera constituée des accessoires électroniques mobiles (téléphones mobiles, automobiles, etc.) ainsi que de nos accessoires électroniques domestiques⁽²⁾. Ils communiquent aujourd'hui principalement au travers de services proposés par les opérateurs mais ces objets seront bientôt en mesure de communiquer entre eux.

La seconde vague d'objets reliés au réseau correspondra aux biens et marchandises « traditionnels ». En effet, parmi les appli-

cations les plus prometteuses de l'Internet des objets, figurent celles qui permettront des interactions avec les objets non-électroniques de la « vie de tous les jours ». Ces objets devraient en effet être progressivement dotés de puces RFID en remplacement des codes barres actuels. À terme, ces puces pourront aussi inclure des capteurs afin d'offrir à leurs usagers de nouveaux services en réseau liés au recueil d'informations « locales » (température, pression, mouvement, niveau sonore ou lumineux etc.). Les objets seront alors connectés, par intermittence ou de manière permanente, au réseau. En raison des flux importants d'informa-

⁽¹⁾ Les réseaux du futur et leurs domaines d'application sont désormais désignés par les termes "Internet of Things", "Pervasive Computing", "Object hyperlinking" ou encore «Everyware». A ces termes s'ajoutent suivant les régions où ils sont développés "Ambient Intelligence" (en Europe) ou "Ubiquitous Networks" (au Japon).

⁽²⁾ Voir sur ce point l'article : « Des puces pour suivre nos aliments jusque dans le frigo » (Olivier Truc, Le Monde 18 novembre 2006) http://www.lemonde.fr/web/imprimer_element/0,40-0@2-651865,50-836014,0.html



tions que ces capteurs pourraient générer, ces réseaux de capteurs constituent un gisement de croissance essentiel pour les opérateurs télécoms. En effet, les flux montants issus des capteurs créeront une demande importante en bande passante en particulier s'ils correspondent à des fonctions « temps réel » avec des flux fortement dissymétriques (dans un ratio de 100/1 ⁽²⁾ pour certains de ces capteurs).

Les puces RFID présentes sur les objets pourront alors servir d'identifiant et elles permettront d'obtenir des informations relatives aux produits qui seront stockées sur Internet et non sur la puce elle-même. Le consortium mondial de gestion des codes barres, Electronic Product Code (ou EPC Global), a en effet opté pour une technologie qui permettra à terme d'accéder via Internet aux informations relatives à la vie de ces objets (lieu de fabrication, acheminement, contrôles effectués, distribution etc.). Ces liens entre les objets et leurs informations spécifiques reposeront sur le développement d'une technologie dérivée de celle qui est utilisée pour les noms de domaine sur Internet : l'Object Naming Service (ou ONS). Cette technologie pourrait ainsi devenir le premier système

mondial d'identification des produits. Ainsi, parallèlement au fonctionnement du DNS (Domain Name System) qui assure la transformation (la résolution) d'un nom de domaine (comme www.mon-nom.fr) en adresse IP, l'ONS permettra d'identifier les produits à partir du code EPC présent dans la puce RFID. Le DNS permettra à partir de cette information d'orienter la requête vers le nœud du réseau où l'information correspondante est stockée.

Dans un deuxième temps, il sera possible de développer des services d'information « dynamiques » relatifs à la vie du produit. Ces informations seront alors disponibles pour l'ensemble des acteurs de la vie d'un produit (y compris peut-être l'utilisateur final), via une autre technologie qui représentera en quelque sorte l'équivalent des moteurs de recherche pour les objets RFID : les *Discovery Services* ⁽³⁾.

Les principes fondateurs de l'Internet ont été conçus pour permettre au réseau de s'adapter à de nouveaux usages ainsi qu'à la création de nouveaux services. Le fait de connecter des objets de nature différente est l'une des conséquences directes des principes d'interopérabilité, de neutralité et d'ouverture du réseau. Mais l'une des

conditions essentielles pour le fonctionnement de cette architecture dans le contexte des objets est que ceux-ci soient identifiés de manière unique sur le réseau. L'une des principales conditions pour que ce type de communication soit possible est l'attribution à ces objets d'identifiants uniques sur le réseau (ces identifiants peuvent être multiples, ainsi la plupart des machines actuelles disposent d'une adresse MAC pour les cartes Ethernet, d'une adresse IP ou d'un nom de domaine...).

Plusieurs facteurs pourraient cependant limiter le déploiement de ces réseaux en particulier lorsque ces puces seront dotées de capteurs. Au premier rang des préoccupations des architectes des réseaux, la rareté progressive des adresses IP et donc la nécessité de faire appel à d'autres identifiants, par exemple à la technologie IPv6. Au-delà des notions d'adressages, les notions d'ouverture, de transparence et de neutralité des réseaux resteront fondamentales, même si dans certains cas, l'architecture actuelle de l'Internet peut receler des limites, notamment en ce qui concerne les garanties de qualité de service et l'authentification.

Une Architecture « Politiquement Sensible »

Pour qu'un marché des technologies de l'Internet des objets puisse se développer, il sera aussi nécessaire de veiller à l'interopérabilité de ces technologies. En effet, de nombreuses entreprises ont développé des solutions RFID en utilisant chacune des nomenclatures différentes. Le fait d'utiliser un identifiant commun et unique, permettra au-delà des applications logistiques « en boucle fermée » d'envisager la création de services à destination des utilisateurs finaux et démultipliera le nombre d'intervenants possibles ainsi que les opportunités d'innovation en matière de services à valeur ajoutée. Par ailleurs, le fait d'avoir recours à un système interopérable



⁽²⁾ Exploring the Business and Social Impacts of Pervasive Computing (IBM Zurich Research Laboratory/Swiss Re Centre for Global Dialogue TA - SWISS mars 2006) http://www.ta-swiss.ch/ai/info_perv/060506_DIV__Pervasive_computing_brochure_e.pdf

⁽³⁾ "Discovery Services—Enabling RFID Traceability in EPCglobal Networks" par Ralf Rantza, Karin Kailing, Steve Beier et Tyrone Grandison, (International Conference on Management of Data (COMAD) 2006, Delhi, India, Décembre 2006). <http://www.almaden.ibm.com/cs/projects/iis/hdb/Publications/papers/comad2006.pdf>



permettra une mutualisation des coûts qui peut rapidement se révéler déterminante pour faciliter l'adoption de ces technologies par un grand nombre d'utilisateurs.

Lorsque l'on évoque ces scénarios d'interopérabilité la question de la gouvernance se pose alors de manière particulièrement aiguë. En effet, ces identifiants constituent une ressource à laquelle l'accès peut devenir primordial pour des entreprises souhaitant créer de nouveaux produits et services. Le contrôle et la coordination sur les processus d'attribution sont essentiels, et doivent viser l'égal accès de tous et l'efficacité des allocations et réallocations. On peut faire le parallèle avec les processus de gestion des fréquences ou bien sûr avec celui des noms de domaine.

Les enjeux de souveraineté liés à ces technologies apparaissent désormais évidents pour l'ensemble des États. La dépendance de l'architecture de l'ONS envers une racine unique pourrait créer une concentration de pouvoir ou un point de vulnérabilité au sein de l'Internet des objets. La particularité de l'architecture de l'ONS est qu'elle repose (comme le DNS) sur une racine unifiée dont la gestion a été confiée par EPC Global à la société américaine VeriSign (qui assure déjà une fonction analogue pour le DNS ainsi que l'ensemble des noms de domaines de la principale extension du DNS : le « .com »). S'il reste difficile pour de nombreux États d'accepter que les ressources fondamentales du DNS soient placées sous le contrôle unilatéral des États-Unis, il sera bien plus difficile encore d'accepter que le contrôle d'une technologie qui sera au cœur du suivi

planétaire des objets (donc du commerce, voire même des personnes) soit sous le contrôle direct d'un seul État. En effet, les questions liées à la souveraineté des États sur leurs infrastructures prendront un caractère plus crucial encore à mesure que l'ensemble des secteurs économiques dépendront de la stabilité de ces infrastructures pour des parts importantes de leur activité économique. Enfin, par le biais de la gestion des bases de données d'identifiants (annuaires ou équivalents) ou par le biais des analyses de trafic que permet la position de gestionnaire de ces bases, il est facile de mesurer les capacités d'intelligence économique que fournissent ces rôles clés, et combien la confiance dans ces acteurs peut être un facteur de développement ou à l'inverse un frein pour le développement de ces écosystèmes.

Internet des Objets et Vie Privée

Parallèlement à la diminution du coût unitaire des puces RFID, une autre tendance de fond correspond à la miniaturisation des puces ⁽⁹⁾ afin de les introduire dans d'autres matériaux « sur site ». Ces évolutions devraient permettre d'envisager des applications de masse sur des supports comme le papier ainsi que les emballages, voire même des puces pulvérisables et ingérables. Ainsi, les objets connectés vont progressivement tisser autour des individus, une trame qui épousera l'ensemble de leurs actions ⁽¹⁰⁾. Parallèlement aux réseaux sans fils utilisés dans la connexion « *machine-to-machine* ⁽¹¹⁾ », vont se constituer des réseaux individuels ⁽¹²⁾.

Ainsi, l'un des enjeux critique de l'Internet

des objets concernera la protection des droits et libertés individuelles. En effet, les données issues de la détection et du suivi de l'ensemble des biens et marchandises sur la planète seront infiniment plus « sensibles » pour les citoyens que ne le sont déjà les données recueillies par les principaux moteurs de recherche sur le web. La montée en puissance de l'Internet des objets soulève de nombreuses questions sur les mesures que les créateurs des nouveaux services prendront pour protéger la vie privée de leurs usagers.

La convergence des technologies de mobilité, de géolocalisation et d'identification des objets pourrait installer dans la vie de leurs utilisateurs des systèmes de plus en plus intrusifs. Ces réseaux ubiquitaires ou encore cet « *Everyware* ⁽¹³⁾ » pour reprendre le néologisme d'Adam Greenfield, pourraient alors remettre en cause la notion même de vie privée. Les services offerts par ces technologies pourraient dans un premier temps être jugés assez utiles pour que les contreparties en termes de libertés individuelles puissent passer au second plan pour leurs utilisateurs. Cependant les risques que ces technologies ne se heurtent à terme à un refus massif des utilisateurs sont tels que la Commission Européenne a récemment décidé d'organiser une consultation européenne sur les usages liés aux puces à radiofréquence (RFID ⁽¹⁴⁾). À l'issue de cette consultation, la Commission a décidé de ne pas instaurer de régulation sur le marché des puces RFID tout en émettant le souhait que les usagers de ces puces soient en mesure de les désactiver ⁽¹⁵⁾ afin d'établir un droit des citoyens à établir le « silence des puces ⁽¹²⁾ ». Une telle mesure pourrait être

⁽⁹⁾ La plus petite puce RFID à ce jour, la « Mu-chip » ou « Micron-chip », a été conçue par Hitachi et mesure 0.05 x 0.05 millimètres (cf. Hitachi Shows Off Powder-Sized Smart Tag - Forbes le 23 février 2007) - <http://www.forbes.com/feeds/ap/2007/02/23/ap3455747.html>

⁽¹⁰⁾ Smart Mobs :The Next Social Revolution par Howard Rheingold (Perseus Publishing 2002).

⁽¹¹⁾ Wide Area Networks (ou WAN) pour les réseaux GSM ou 3G et WLAN (Wireless Local Area Network) pour les technologies WiFi .

⁽¹²⁾ Personal, Body ou encore Human Area Network (PAN, BAN, HAN).

⁽¹³⁾ Everyware :The Dawning Age of Ubiquitous Computing par Adam Greenfield (Peachpit Press 2006) traduit en français « Everyware : La révolution de l'ubimédia » FYP éditions 2007.

⁽¹⁴⁾ <http://www.rfidconsultation.eu/> voir les premières conclusions de la consultation http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/Summary_of_Consultation.pdf Il est à noter que la seconde réunion de la consultation européenne (les 14 et 15 mars 2007) a porté sur l'identification des besoins en R&D pour la transition entre RFID et "Internet des objets".

⁽¹⁵⁾ No regulations planned for radio ID tags, EU says par Kevin J. O'Brien (International Herald Tribune 15 mars 2007) <http://www.iht.com/bin/print.php?id=4924794>

⁽¹²⁾ When Everything Connects :The hidden revolution The Economist (28 avril 2007) dossier coordonné par Kenneth Cukier http://www.economist.com/surveys/displaystory.cfm?story_id=9031982



définie, par une modification de la législation existante sur les données personnelles. Avant de mettre en place ce genre de dispositif de régulation, la Commission souhaite bénéficier d'une plus grande visibilité sur les usages émergents de la RFID.

Les Opportunités d'un Internet Européen des Objets

Si l'on devait faire le parallèle entre l'Internet que nous connaissons et l'Internet des objets, nous sommes dans une situation semblable pour l'Internet des objets à celle de la fin des années quatre-vingt, à la veille de l'invention du web. Les services d'infrastructure existent ou émergent, mais ils ne sont pas massivement utilisés et les applications à grande échelle (comme le web, et peut-être demain les « Discovery Services » pour les objets) ne sont pas encore déployées.

Or ce n'est qu'au moment où le web est devenu le moteur de la croissance de l'Internet que la question de la gouvernance du DNS (et plus généralement de l'Internet) est devenue cruciale pour les industriels et pour les États.

Cette question devra être étudiée « a priori » et non « a posteriori » pour les objets, et notamment pour l'ONS ou ses équivalents. En effet, si comme on peut le penser l'émergence d'un système d'identifiant unique et interopérable est très probable en raison des perspectives d'innovation immenses offertes par ces systèmes, les enjeux de politique publique

et de gouvernance qu'elle soulève seront démultipliés. Etablir en Europe un pôle de gouvernance de l'Internet des objets, et cela avant le déploiement massif de ces technologies permettrait d'éviter que se reproduisent autour de l'Internet des objets les conflits de « gouvernance » et de souveraineté qui se sont produits sur l'« Internet des machines ». Cela permettrait enfin de développer en Europe les savoir-faire nécessaires au développement des prochaines générations de services à valeur ajoutée et en particulier ceux qui permettront de valoriser le patrimoine culturel, artistique ou géographique européen. ■



Ingénieur des télécommunications et ancien élève de l'École Polytechnique, Mathieu WEILL (99) est directeur général de l'AFNIC, organisation en charge de la gestion des extensions .fr et .re des noms de domaine de l'Internet.

Il a travaillé auparavant pendant cinq ans au Service des Technologies et de la Société de l'Information du ministère délégué à l'Industrie, dans des fonctions de réglementation et de soutien à l'innovation.



Bernard BENHAMOU est Délégué aux usages de l'Internet auprès du Cabinet de la Ministre de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur. Il a été le conseiller de la Délégation Française au Sommet des Nations Unies pour la Société de l'Information (SMSI) (2003-2006), et auparavant chargé de la Mission : « Internet, École et Famille » auprès des Cabinets du Ministre de l'Enseignement Scolaire et du Ministère délégué à la Famille (2002-2003) Il est l'auteur du rapport « Le Projet Proxima : pour une appropriation de l'Internet à l'École et dans les Familles » (http://www.netgouvernance.org/NG2/Projet_Proxima.html). Il a été chargé de la mission « Prospective et Gouvernance de l'Internet » auprès des services du Premier ministre et du Ministère des Affaires Étrangères (2003-2005) ainsi que maître de conférence sur la Société de l'information à l'Institut d'Études Politiques de Paris et enseignant à Paris I-Panthéon-Sorbonne (2003-2007). Il a enfin été le concepteur de « Passeport pour le Cybermonde » première exposition entièrement en réseau à la Cité des Sciences et de l'Industrie en 1997.