



Pierre-Jean Benghozi, Sylvain Bureau et Françoise Massit-Folléa

## L'Internet des objets Quels enjeux pour l'Europe

Éditions de la Maison des sciences de l'homme

---

### Chapitre 1

## Définir l'internet des objets

---

DOI : 10.4000/books.editionsmsmh.84

Éditeur : Éditions de la Maison des sciences de l'homme

Lieu d'édition : Paris

Année d'édition : 2009

Date de mise en ligne : 19 janvier 2012

Collection : praTICs

ISBN électronique : 9782735115877



<http://books.openedition.org>

#### Édition imprimée

Date de publication : 1 janvier 2009

#### Référence électronique

BENGOZI, Pierre-Jean ; BUREAU, Sylvain ; et MASSIT-FOLLÉA, Françoise. *Définir l'internet des objets*  
In : *L'Internet des objets : Quels enjeux pour l'Europe* [en ligne]. Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 2009 (généré le 06 mai 2019). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/editionsmsmh/84>>. ISBN : 9782735115877. DOI : 10.4000/books.editionsmsmh.84.

---

# Définir l'internet des objets

L'internet des objets est une notion complexe. Entre les puces RFID, les solutions de nommage ou middlewares, l'internet des objets est composé de nombreux éléments complémentaires ayant chacun leurs propres spécificités. Pour mieux appréhender la notion, nous proposons de définir les grands principes de l'IdO tels qu'ils apparaissent aujourd'hui à la lecture des recherches et des rapports réalisés sur la question.

## Des définitions en voie de stabilisation

Si tout le monde ou presque est d'accord pour dire que l'IdO est, sinon l'internet du futur, du moins une dimension fondamentale de l'internet de demain, il n'existe pas de définition standard, unifiée et partagée de l'internet des objets. Certaines définitions insistent sur les aspects techniques de l'IdO, tandis que d'autres se concentrent plutôt sur les usages et les fonctionnalités. Il faut réussir à exprimer ce que représente l'internet des objets tout en restant accessible aux non-experts, et suffisamment concret pour représenter son impact dans la vie quotidienne.

### Conceptuellement : l'apparition d'identités nouvelles pour les objets

Certains définissent l'IdO comme des «objets ayant des identités et des personnalités virtuelles, opérant dans des espaces intelligents et utilisant des interfaces intelligentes pour se connecter et communiquer au sein de contextes d'usages variés<sup>6</sup>». D'autres font l'hypothèse que l'IdO représente une révolution car il permet de connecter les gens et les objets n'importe où, n'importe quand, par n'importe qui. Ces définitions, qui mettent l'accent sur la dimension ubiquitaire de l'IdO, personnifient les objets en leur attribuant intelligence et capacité de communiquer. Elles ne reflètent pas encore la dimension concrète liée aux usages de l'IdO.

6. Anonyme. 2008. *Internet of Things in 2020. Roadmap for the Future*, 1.1 ed.: 27: Info D.4 Networked Enterprise & RFID; Info G.2 Micro & Nanosystems in co-operation with the working group RFID of the EPOSS : 4.

## Techniquement : extension du nommage et convergence des identifiants

Techniquement, l'IdO est une extension du système de nommage internet et traduit une convergence des identifiants numériques<sup>7</sup> au sens où il est possible d'identifier de manière unifiée des éléments d'information numérique (adresses URL de sites web par exemple) et des éléments physiques (comme une palette dans un entrepôt, ou encore un mouton dans un cheptel). Mais l'identification est directe grâce à l'utilisation d'un système d'identification électronique (puces RFID, processeur et communication Bluetooth, etc.) Il n'y a pas besoin de saisir manuellement le code de l'objet. Le réseau s'étend jusqu'à lui et permet ainsi de créer une forme de passerelle entre les mondes physique et virtuel.

## Une proposition de définition

Dans cette étude, nous proposons de croiser les approches purement techniques et les approches centrées sur les usages en définissant l'internet des objets comme *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.*

TABLEAU I Principaux systèmes technologiques

Type de systèmes	Identification (y compris lecteurs)	Capteurs	
Enjeux	Reconnaître chaque objet de façon unique et recueillir les données stockées au niveau de l'objet.	Recueillir des informations présentes dans l'environnement pour enrichir les fonctionnalités du dispositif.	
Technologies anciennes (exemples)	Codes barres, solutions RFID simples	Thermomètre, hydromètre...	
Technologies récentes (exemples)	Solutions RFID complexes, Surface Acoustic Waves, puces optiques, ADN	Capteurs miniaturisés nanotechnologies	

7. Pour reprendre le terme utilisé par S. Le Pallec, <http://2005.jres.org/paper/70.pdf>

Dans ce chapitre, nous essaierons de clarifier cette définition. Nous verrons dans un premier temps que l'IdO est un système de systèmes composé d'innovations technologiques récentes et de solutions déjà anciennes. Nous aborderons ensuite la notion de réseau de réseaux et la capacité de l'IdO de prolonger l'internet dans le monde physique. Enfin, nous montrerons qu'une approche uniquement technique est insuffisante car l'IdO est aussi un système socio-technique qui prendra des formes différentes selon les choix qui seront faits par nos sociétés.

## L'IdO comme système de systèmes

L'IdO désigne plutôt diverses solutions techniques (RFID, TCP/IP, technologies mobiles, etc.) qui permettent d'identifier des objets, de capter, stocker, traiter, et transférer des données dans les environnements physiques mais aussi entre des contextes physiques et des univers virtuels. L'enjeu majeur n'est pas tant d'inventer de nouvelles technologies que de perfectionner celles qui existent déjà<sup>8</sup>, de les connecter, et de les intégrer.

Nous listons ci-après les principales classes de solutions nécessaires au fonctionnement de l'IdO. Plutôt que d'en décrire tous les éléments, nous considérerons trois composantes considérées comme critiques: les solutions RFID, les solutions logicielles *middleware* et le réseau EPCglobal.

### nécessaires au fonctionnement de l'IdO

Connexion	Intégration	Traitement de données	Réseaux
Connecter les systèmes entre eux.	Intégrer les systèmes pour que les données soient transmises d'une couche à l'autre.	Stocker et analyser les données pour lancer des actions ou pour aider à la prise de décisions.	Transférer les données dans les mondes physiques et virtuels.
Câbles...	<i>Middlewares...</i>	Excel, ERP, CRM...	Internet, Ethernet...
Bluetooth, Near Field Communication (NFC), WiFi...	<i>Middlewares évolués</i>	Datawarehouse 3D (compatible avec les puces RFID), Web sémantique...	Réseau EPCglobal...

8. Les technologies de l'IdO ne sont pas toutes récentes. Le système d'identification est ainsi vieux de plusieurs décennies dans le cas des codes barres ou des puces RFID.

## Les solutions RFID

Il existe aujourd'hui de très nombreux ouvrages et rapports qui présentent le fonctionnement de ces solutions et nous nous contenterons ici d'une courte synthèse. Les solutions RFID font partie de la classe des technologies d'identification automatique. Elles sont en général utilisées pour fournir une identité électronique à un objet inanimé ou animé, par exemple dans le secteur de la logistique. Le sigle RFID recouvre un ensemble de technologies et d'applications très variées qui dépendent de paramètres tels que la portée, la bande de fréquence utilisée, le prix, l'encombrement, ou encore la consommation d'énergie. Par ailleurs, au-delà des seules étiquettes (*tags* ou puces), le système RFID est constitué de marqueurs/capteurs, de lecteurs, et de logiciels pour traiter les informations collectées<sup>9</sup>.

Si le principe de fonctionnement est toujours le même, quels que soient les contextes et la complexité d'utilisation des systèmes, il faut néanmoins différencier les types de système en place – fermé ou ouvert – et les types de puces implémentées – passives, actives ou semi-passives.

Nous présentons dans les tableaux ci-après ces différents systèmes :

Propriétés	Boucle fermée	Boucle ouverte
Définition	Les puces restent confines au système.	Le système communique avec d'autres systèmes et échange des données. Les puces circulent au sein de ces différents systèmes.
Enjeux et facteurs critiques	Forte sécurisation (accès interdit sans autorisation)	Interopérabilité Coût élevé
Cas d'utilisation	Chaîne logistique intra-organisationnelle	Chaîne logistique inter-organisationnelle (service <i>IdO post Point of Sale</i> )

9. En pratique, le lecteur envoie une onde électromagnétique. Cette vague crée un courant électrique dans l'antenne du tag. Le courant électrique produit alors de l'énergie au niveau du tag (dans le cas des puces passives, car une puce active dispose d'une batterie qui lui permet d'avoir sa propre source d'énergie). Les données sont transmises au lecteur *via* des radiofréquences. Ensuite elles sont téléchargées sur un serveur et deviennent alors disponibles et accessibles *via* le système d'information d'une organisation ou directement sur l'internet.

TABLEAU 3 Type de puces RFID utilisées

Propriétés	Puce passive	Puce active	Puce semi-passive
Caractéristiques	Aucune batterie.	Batterie intégrée à la puce avec un transmetteur et un récepteur actifs. Le plus souvent dotée de capteurs.	Batteries mais aucun transmetteur. Souvent dotée de capteurs (ou sensors).
Coût	Min. 5/10 cts d'euros	Quelques euros	Plus ou moins 1 euro
Enjeux et facteurs critiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taille des puces réduite</li> <li>• Coût très faible</li> <li>• Lecture de distance faible</li> <li>• Fréquence</li> <li>• Taux de lecture élevé*</li> <li>• Environnement non hostile (métallique /non aqueux)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation d'énergie à limiter pour augmenter la durée de vie de la puce</li> <li>• Lecture de distance moyenne à grande</li> <li>• Sécurisation forte</li> <li>• Interface avec les capteurs performante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût faible</li> <li>• Consommation d'énergie des capteurs faible</li> <li>• Lecture de distance moyenne</li> <li>• Sécurisation forte</li> <li>• La puce devrait pouvoir rester utilisable comme puce passive une fois la batterie épuisée</li> </ul>
Exemples d'utilisation	Logistique : biens de grande consommation	Logistique : produits de soins coûteux	Logistique : chaîne du froid

(\*) Le taux de lecture se définit par le nombre de réponses de puces RFID qui peuvent être reçues et décodées par un interrogateur en une seconde (cf. Hawrylak, P.J., Mickle, M. H. and Cain, J. T., "RFID tags", in L. Yan, Y. Zhang, L. T. Yang and H. Ning (eds.), 2008: 1-32, Publications: 6).

Pour différencier les solutions RFID, il faut également distinguer les fréquences. En résumé, il existe quatre types de fréquence : basse (125 kHz), haute (13,56 MHz), ultra-haute (800-930 MHz) et hyper (2,45 et 5,8 GHz). Les puces passives ne sont jamais utilisées avec les hyperfréquences. Par ailleurs, il faut savoir que le débit de données a tendance à augmenter avec l'augmentation des fréquences et qu'à l'inverse, plus la fréquence est élevée, plus il est difficile de traverser un milieu.

### Les middlewares

Ces logiciels ont un rôle critique dans les solutions RFID car ils permettent de gérer l'interface entre les différents systèmes. Dans le cas des solutions RFID, ils assurent l'extraction des données RFID depuis les lecteurs. Ils permettent également de filtrer les données, de les agréger et de

les transmettre après distillation aux systèmes d'information d'entreprise du type *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Supply Chain Management* (SCM), ou encore *Customer Relationship Management* (CRM).

### La standardisation EPCglobal

EPCglobal est né d'un accord passé entre l'AutoID Center, EAN international et l'*Uniform Code Council* en juillet 2003. EPCglobal Inc. est l'organisme de référence pour les industriels. Il est piloté par GS1 qui est lui-même un organisme de standardisation privé à but non lucratif, mandaté et gouverné par les utilisateurs des standards qu'il définit et non pas par les fournisseurs de solutions. La mission d'EPCglobal est d'assurer le déploiement du système EPC à travers le monde. Ce système promet différents standards dont un système d'identification. Il a également défini plusieurs générations de solutions. Actuellement, EPCglobal soutient le développement de la Class-1 Gen-2 (certifiée ISO depuis 2006). Avec ce type de solution, il est théoriquement possible de lire 1 000 puces RFID par seconde et au moins 100 puces par seconde dans des environnements hostiles. Ces puces sont inscriptibles à un rythme de 30 puces par seconde dans des conditions optimales et de 5 puces par seconde dans un environnement hostile. La fréquence retenue est la bande 860-960 MHz. EPCglobal a également mis en place un réseau qui s'appuie sur les technologies internet, comme nous le verrons ci-après.

### Une combinaison de technologies

L'IdO n'est pas une technologie mais bien un système de systèmes qui permet une modularité et une certaine flexibilité. L'interopérabilité entre les systèmes et l'intégration de tous les composants produisent une complexité forte. La capacité à gérer les interfaces sera déterminante pour que l'IdO devienne un véritable réseau de réseaux. Le cas de la grande distribution illustre parfaitement à la fois les potentialités de l'IdO et toute la difficulté de mise en œuvre d'un tel système. En effet, il faut dans un premier temps déployer une solution au niveau local, dans chaque entrepôt et magasin du distributeur (premier système), puis il est indispensable que les données recueillies soient intégrées au système d'information de l'entreprise afin d'être traitées et analysées par des outils tels qu'un ERP (deuxième système). Il faut par ailleurs, pour profiter pleinement d'une infrastructure de ce type, déployer des dispositifs chez les fournisseurs qui soient interopérables avec la solution du distributeur

(troisième système). Enfin, il faut également prévoir un dispositif technique qui puisse fonctionner chez les consommateurs pour permettre des applications domotiques comme la détection de produits périmés dans le réfrigérateur qui assure automatiquement le lancement d'une nouvelle commande auprès du distributeur (quatrième système)<sup>10</sup>.

## L'IdO comme un réseau de réseaux

### L'informatique ubiquitaire: brancher le réseau réel sur le réseau virtuel

Aujourd'hui, les recherches sur Internet restent cantonnées aux documents (textes, images, sons) qui y circulent. Grâce aux technologies des *Discovery Services*, l'IdO permettra d'étendre le champ des recherches. Car, tout comme un site web a son adressage unique (l'URL), chaque objet pourra être doté d'une identification électronique unique qu'il sera possible de lire et de transmettre via un protocole dans le réseau internet. L'IdO ne se limite donc pas au monde en ligne et permet potentiellement d'attribuer à chaque objet un *double virtuel*, copie simplifiée des caractéristiques de l'objet présent dans un contexte physique. Ces caractéristiques sont multiples et d'un point de vue purement théorique, elles pourraient presque être infinies. Dans la plupart des cas, il s'agira cependant de définir la nature de l'objet, ses fonctionnalités, les services qu'il offre, sa position dans l'espace, l'historique de ses déplacements, son âge, etc. Pour effectuer ce lien entre physique et virtuel, le dispositif technique doit donc modéliser des contextes réels et les « virtualiser ». Certains utilisent la notion d'*informatique ubiquitaire* pour désigner les solutions qui permettent ce passage. L'objectif des solutions ubiquitaires est d'être en mesure de détecter et de répondre à des changements de contexte. Elles doivent permettre de capturer, stocker et manipuler un contexte pour rendre un service adapté dans une situation bien précise et pour une personne particulière<sup>11</sup>. Le terme générique d'informatique ubiquitaire reste encore assez vague et désigne en fait la plupart des

10. Les conséquences d'une telle complexité en matière d'organisation de la production et du marché seront examinées au chapitre 4 *infra*.

11. Pour plus d'informations, cf. : Preuveneers, D. and Berbers, Y. "Internet of Things: a Context-Awareness Perspective", in L. Yan, Y. Zhang, L. T. Yang and H. Ning (eds.), 2008: 287-307.



technologies présentées au début de ce chapitre : web sémantique, solutions RFID, *Service Oriented Architecture*, etc.

### **Le développement de EPCglobal : une extension du système des codes barres**

À ce jour, si plusieurs plateformes existent pour permettre de créer cette nouvelle forme de réseau qui fait le lien entre le physique et le virtuel, une seule solution, le réseau EPCglobal, semble être suffisamment normalisée et reconnue pour pouvoir être utilisée au niveau mondial. L'architecture de ce réseau fut conçue par l'Auto-ID Center et développée par la suite par l'EPCglobal. Avec ce nouvel internet, les données sont portées sur le réseau. Pour ce faire, celui-ci mobilise les puces RFID qui ont une identification unique non ambiguë, héritière enrichie du code barres, nommée *Electronic Product Code* (EPC). Par ailleurs, les autres données relatives aux objets sont stockées et accessibles via l'internet que l'on connaît aujourd'hui. Le réseau EPCglobal dispose par ailleurs de l'*Object Naming Service* (ONS) et de l'*EPCInformation Service* (EPCIS). L'ONS attribue une référence à l'information de l'objet sauvegardé via le réseau EPC, ce qui permet de retrouver les objets RFID à travers le réseau (son fonctionnement est calqué sur le *Domain Name System* utilisé pour l'internet). EPCIS offre quant à lui une interface pour accéder aux données RFID mémorisées. Pour échanger des données RFID entre le réseau EPCglobal et des applications externes, un langage XML est utilisé. L'avantage du réseau EPCglobal sur d'autres solutions est de permettre l'utilisation de puces peu onéreuses et une architecture au périmètre ajustable. Il est important de noter que, pour tracer les objets RFID dans le réseau EPCglobal, une des solutions proposées (*Discovery Service*) demande à ce que le mouvement de ces objets soit publié de manière continue auprès d'un – ou plusieurs – serveurs-référence de mises à jour.

L'IdO, par sa capacité à élargir progressivement la notion de réseau de réseaux en construisant un réseau de capteurs pour des objets, contribuera également à structurer des types de réseaux inédits en tissant entre objets et individus des formes de structuration aussi nouvelles que celles qu'ont constitué les communautés dans l'internet. Pour comprendre ces évolutions, il est donc essentiel de ne pas limiter l'analyse à la dimension technique du phénomène mais de considérer ses composantes sociales ainsi que les possibles interactions entre ses utilisateurs.

## L'IdO comme système socio-technique

Les processus d'appropriation en local seront déterminants quant à la forme et aux modalités que prendront les usages de l'IdO. Ils emprunteront certainement d'autres formes que celles qui sont aujourd'hui imaginées par les chercheurs et les entreprises. D'ores et déjà certaines innovations dépassent la plupart de nos prévisions. Ainsi, pour ne donner qu'un exemple, une société japonaise a développé un système (*Sekai camera*) qui permet, *via* un iPhone, de prendre connaissance du menu d'un restaurant, ou des caractéristiques d'un produit en pointant le téléphone en direction de la boutique ou de l'objet. Dès que le téléphone capte les données, un petit film ou un message apparaît sur l'écran de l'iPhone. Il n'est même plus nécessaire de lancer une recherche pour accéder à l'information, il suffit de pointer son téléphone vers la vitrine d'un restaurant<sup>12</sup>.

Le défi est alors de définir des principes et des cadres de régulation qui permettront d'orienter les usages, ou tout au moins d'empêcher certains comportements dangereux pour les libertés individuelles et les démocraties, tout en préservant les capacités d'innovations issues de l'IdO.

Nous reviendrons sur cette question essentielle dans le dernier chapitre de cette étude.

---

12. [http://www.forbes.com/2008/09/10/tonchIdOt-camera-iphone-tech-personal-cx\\_bc\\_0910iphone.html?feed=rss\\_news](http://www.forbes.com/2008/09/10/tonchIdOt-camera-iphone-tech-personal-cx_bc_0910iphone.html?feed=rss_news)

