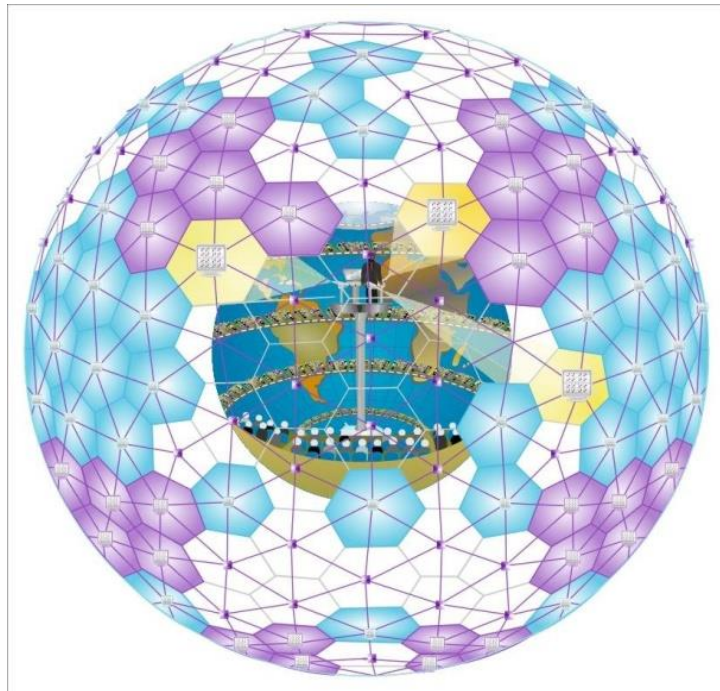


Analyse et perspectives d'avenir pour l'Internet des objets.



L'internet arrive à un tournant décisif de son développement ; après l'avènement respectif de l'internet et de l'internet sur mobile dans les années 90 et 2000, nous nous dirigeons vers une nouvelle évolution majeure : l'internet des objets. Il s'agit d'évoluer d'un réseau d'ordinateurs interconnectés vers un réseau d'objets interconnectés tels que les livres, les voitures ou les appareils électriques. Préfigurant « l'internet du futur », la mise en place de l'internet des objets va permettre de répondre à bon nombre de défis actuels tels que le vieillissement de la population, la déforestation ou le rejet du CO2 grâce au développement notamment de systèmes de surveillance de la santé, de « connexions » des arbres et des véhicules. L'interconnexion des objets physiques va générer un véritable changement de modèle de société. Bien que l'internet des objets ne soit pas encore concrètement mis en place, la présente communication donne un aperçu de la technologie à venir au cours des 15 prochaines années.

Sommaire

Glossaire.....	2
L'internet des objets	3
Développement de la recherche et du développement technologique de l'internet des objets en Europe.....	5
Les domaines d'applications	7
Les technologies existantes au service de l'internet des objets	11
Conclusion.....	14
Sources :	14

Glossaire

CERP-IoT : *Cluster of European Projects on the Internet Of Things*

GPRS : *General Packet Radio Service*

GSM : *Global System for Mobile Communications*

IdO : *Internet des Objets*

IP : *Internet Protocol*

LTE : *Long Term Evolution*

M2M : *Machine to machine*

MIT : *Massachusetts Institute of Technology*

NFC : *Near Field Communication*

RFID : *Radio Frequency Identification*

UID : *User Identifier*

UMTS : *Universal Mobile Telecommunications System*

L'internet des objets

Le terme «internet des objets» a vu le jour il y a 20 ans dans le centre MIT auto-ID¹ et a marqué le début d'une ère nouvelle pour le commerce et l'industrie. En premier lieu, l'internet des objets était considéré comme une simple prolongation de l'identification par radiofréquence (RFID). Mais si l'on considère les possibilités actuelles d'évolutions et le nombre d'applications attenantes à l'interconnexion des objets, l'internet des objets apparaît davantage comme une révolution : durant le 19^e siècle, les machines ont appris à exécuter des commandes, durant le 20^e siècle, elles ont appris à penser, et durant le 21^e siècle, elles apprendront à anticiper et à percevoir.

L'internet des objets se compose d'une série de nouveaux systèmes indépendants fonctionnant avec leurs propres infrastructures qui reposent en partie sur les infrastructures existantes de l'internet. Celui-ci peut être mis en relation avec des services. Il couvre trois types de communication qui peuvent être établies dans des zones restreintes (« intranet des objets ») ou publiques (« internet des objets »):



- * d'objet à personne;
- * d'objet à objet;
- * de machine à machine (M2M).

Couvrant actuellement plusieurs applications telles que:

- * les téléphones portables munis d'une connexion internet et d'un appareil photo;
- * les numéros de série uniques ou les codes-barres pour les produits pharmaceutiques;
- * les compteurs électriques « intelligents » qui donnent un compte-rendu de la consommation en temps réel;

¹ L'expression aurait été introduite pour la première fois par Kevin Ashton (un des fondateurs du MIT Auto-ID Center) durant une présentation en 1999 : "I could be wrong, but I'm fairly sure the phrase 'Internet of Things' started life as the title of a presentation I made at Procter & Gamble (P&G) in 1999", Kevin Ashton, RFID Journal, 22 June 2009.

* les « objets intelligents » dans le secteur de la logistique, l'industrie manufacturière ou la vente au détail.

En utilisant de multiples technologies comme la RFID et les réseaux de capteurs, les objets seront localisés, identifiés, suivis et contrôlés à distance. Cet ensemble formera un réseau universel et ubiquitaire qui contribuera au développement de villes intelligentes et basses consommations au service des citoyens. Des projets de villes ubiquitaires commencent à émerger à travers le monde comme par exemple la ville de Songdo².

Ces objets disposeront parfois de leur propre adresse IP (Internet Protocol), seront intégrés dans des systèmes complexes et utiliseront des capteurs pour obtenir des informations dans leur environnement (par exemple, produits alimentaires enregistrant la température tout au long de la chaîne d'approvisionnement) ou des actionneurs pour interagir avec celui-ci (tels que des valves à air conditionné détectant la présence humaine).

Alors, nous pourrons avoir accès en temps réel aux multiples données inhérentes aux objets qui nous entourent telles que la pression, la température et la consommation énergétique.

Les applications de l'IdO (internet des objets), de par leur étendue, devraient grandement contribuer à répondre aux problèmes sociétaux d'aujourd'hui: les systèmes de surveillance de la santé apporteront des solutions en matière de vieillissement de la population ; les arbres connectés aideront à combattre la déforestation; les voitures connectées aideront à réduire l'encombrement du trafic et seront plus faciles à recycler, ce qui réduira leur empreinte carbone. Cette interconnexion des objets physiques devrait accentuer l'impact considérable déjà produit sur notre société par les communications en réseau à grande échelle, et entraîner ainsi peu à peu un véritable changement de modèle.

De plus, la pénurie actuelle en adresse IP (IPv4) sera résolue par la prochaine génération d'adressage IP (IPv6) qui permettra d'attribuer jusqu'à $3 \cdot 10^{38}$ adresses ce qui signifie qu'il y a une adresse disponible pour chaque grain de sable de chaque plage du monde. Cette analogie pour bien comprendre que l'attribution d'une adresse IP à chacun des milliers d'objets de notre vie quotidienne est tout à fait réalisable. Le passage à l'adressage IPv6 est bien sur indispensable à la réalisation d'un réseau d'objets interconnectés.

² Songdo (en Corée du Sud) est une ville de 6 km² en construction, qui sera la vitrine du déploiement à grande échelle de l'IdO.

Développement de la recherche et du développement technologique de l'internet des objets en Europe.

Les progrès techniques décrits dans la partie précédente se produiront indépendamment de toute intervention publique, simplement en fonction du cycle normal de l'innovation, au cours duquel l'industrie exploite pour ses propres besoins les nouvelles technologies mises au point par la communauté scientifique.

L'IdO aidera à résoudre certains problèmes, mais il suscitera ses propres questions, qui concerneront parfois directement les personnes. Par exemple, certaines applications peuvent être étroitement liées à des infrastructures stratégiques telles que la fourniture d'électricité tandis que d'autres géreront des informations liées aux déplacements des personnes.

Étant donné les transformations qu'entraînera l'IdO pour la société, il ne serait pas judicieux de laisser le développement de l'IdO au secteur privé et peut-être à d'autres régions du monde³. Les responsables politiques et les pouvoirs publics de l'UE devront gérer nombre de ces transformations pour faire en sorte que l'utilisation des technologies et des applications liées à l'IdO favorisent la croissance économique et le bien-être des personnes, et répondent à certains problèmes sociétaux actuels.

Le développement de l'IdO ne doit pas se faire au détriment de la vie privée et de la protection des données personnelles. Pour sauvegarder la sécurité de l'information, la Commission propose de renforcer la surveillance et la protection des infrastructures stratégiques de l'information.

En matière de normalisation, la Commission estime judicieux de profiter du déploiement de l'IPv6 qui permettra aux objets de recevoir directement une adresse internet. Elle a, par ailleurs, l'intention d'examiner les mandats existants de normalisation pouvant couvrir certains aspects liés à l'IdO, ou d'en créer d'autres le cas échéant.

Dans le domaine de la recherche et du développement, l'IdO représente un enjeu considérable, dans la mesure où il est lié à de vastes problèmes de société. Dans cette perspective, la Commission financera des projets de recherches dans le domaine de l'IdO au titre du 7ème Programme-cadre. Par ailleurs, l'IdO peut aussi avoir un rôle à jouer dans les quatre partenariats public-privés constitués par la Commission dans les domaines suivants :

³ Le centre de renseignement américain (National Intelligence Council) considère l'informatique omniprésente comme l'une des neuf technologies susceptibles de changer la donne d'ici à 2025

- * les « voitures vertes »;
- * les « bâtiments économes en énergie »;
- * les « usines du futur »;
- * « l'internet du futur ».

Ces activités de recherche doivent être complétées par le lancement de projets-pilotes dans le cadre du Programme-cadre pour la compétitivité et l'innovation (PIC). Ces projets-pilotes doivent aider à promouvoir des activités liées à la santé en ligne, à l'accessibilité numérique, au changement climatique ou à la réduction de la fracture numérique.

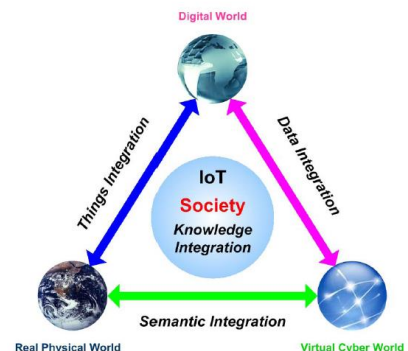
L'aspect international est également primordial, dans la mesure où la Commission entend intensifier le dialogue avec ses partenaires internationaux afin de poser les jalons de principes communs dans le domaine de l'IdO.

De cette volonté partagée d'encourager la coordination des activités de recherche traitant de l'IdO, le CERP-IoT⁴ a élaboré en 2009, un programme stratégique de recherche (SRA) en tenant compte de ses expériences et des résultats d'échange entre experts européens et internationaux.

Ce programme a établi une liste des champs d'application et une feuille de route sur l'avenir de la R&D en 2010, avant 2015 et après 2020.

En résumé, ces documents traitent des sujets suivants :

- L'internet des objets fait partie intégrante de l'internet du futur et peut être défini comme une infrastructure de réseau globale et dynamique basée sur des protocoles de communication interopérable où les objets réels et virtuels ont une identité qui par le biais d'interfaces intelligentes sont parfaitement intégrés dans un réseau d'information.



⁴ CERP-IoT (Cluster of European Projects on the Internet Of Things) est un cluster européen sur la recherche pour l'internet des objets.

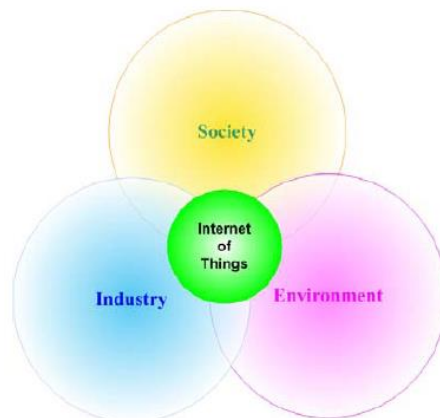
- La vision de l'Internet du futur basée sur des protocoles de communication standard prévoit la fusion des réseaux informatiques, de l'internet des médias, de l'internet des services et de l'internet des objets dans une plate-forme commune et globale des technologies de l'information. Ce futur réseau privé/public pourra être étendu et amélioré de manière dynamique par les objets interconnectés.
- L'internet des objets doit permettre une connectivité pour tout le monde, tout le temps et partout et idéalement depuis n'importe quelle plateforme.
- Le concept d'internet des objets peut être considéré comme un prolongement de l'interaction déjà existante entre homme et machine à travers une nouvelle dimension d'objets communicants.



Les domaines d'applications

Les principaux domaines d'applications sont :

- L'aérospatial et l'aviation
- L'automobile
- Les télécommunications
- Les bâtiments intelligents
- La santé et les technologies médicales
- L'autonomie des personnes
- Les secteurs pharmaceutiques
- La logistique et la gestion des chaînes d'approvisionnements
- La fabrication et la gestion du cycle de vie du produit
- Le pétrole et gaz
- La sécurité, la sûreté et la confidentialité
- La surveillance de l'environnement
- La traçabilité alimentaire
- L'agriculture et l'élevage...



Nous allons décrire les possibilités pour quelques-uns des domaines d'application énoncés ci-dessus :

L'aérospatial et l'aviation :

L'internet des objets va renforcer la sécurité des produits et des services en les protégeant de la contrefaçon. Un problème auquel est confronté l'aviation ; 28 incidents⁵ ont été provoqués aux Etats-Unis par des éléments contrefaits non conformes aux normes de sécurité. Ces incidents pourraient être évités en introduisant un « pedigree électronique » qui tracerait le cycle de vie des éléments critiques de l'avion, de leur fabrication jusqu'à leur utilisation. Ceci est réalisable en couplant la technologie RFID à une base de données dynamique. Cette base de données pourra être couplée à d'autres éléments de l'avion comme différents capteurs (pression, température...) et systèmes de sécurités.



Les télécommunications :

En se basant sur les multiples technologies existantes et futures (GSM, UMTS, LTE, NFC, Bluetooth, Wifi, GPS et capteurs), l'IdO favorisera le développement de nouvelles applications et de nouveaux services. Par exemple dans le cas du NFC, nous communiquerons simplement et de manière sécurisée avec différents objets en les « scannant » avec un téléphone mobile qui transmettra les données vers un serveur. L'interconnexion des objets crée un vaste réseau d'échange de données qui permet même de conserver un medium de communication en cas de défaillance de l'infrastructure des télécommunications actuelles. De plus, la gestion des données personnelles par la carte SIM offre une sécurité accrue pour l'authentification, l'échange de donnée confidentielle ou encore le paiement par mobile.



⁵ <http://www.cp24.com/servlet/an/local/CTVNews/20020306/ctvnews848463?hub=TorontoHome>

Les bâtiments intelligents :

Le secteur du bâtiment est, parmi les secteurs économiques, le plus gros consommateur en énergie⁶. Des solutions comme les compteurs intelligents⁷ deviennent de plus en plus populaires pour mesurer la consommation d'énergie et la transmettre, par téléphone ou par courant porteur en ligne (CPL) au gestionnaire des données de comptage. Toujours dans une logique d'objets interconnectés, ce type de solution peut être combiné à d'autres capteurs (température, humidité) afin de disposer d'informations générales et précises sur les bâtiments formant un environnement intelligent et économe. La valeur ajoutée se trouve dans l'acquisition des données en temps réel permettant de s'adapter aux facteurs environnementaux et de détecter immédiatement les situations dangereuses. De plus ces systèmes accompagneront et assisteront les personnes âgées à domicile dans une société confrontée au vieillissement de la population.



Les soins et la santé :

De nombreuses applications sont envisageables dans le secteur de la santé avec l'utilisation d'un PDA, ou d'un mobile équipé de la technologie RFID comme support, pour la surveillance des patients et la dispensation des médicaments. Ceci permettra de faciliter la surveillance des patients et d'établir des diagnostics en commun.

La combinaison de capteurs, de la RFID, du NFC, du Bluetooth, du Wifi... va augmenter l'efficacité des systèmes de monitoring des fonctions vitales (température, pression sanguine, rythme cardiaque, taux de cholestérol, taux de glucose dans le sang, etc.).

Des implants pourront être utilisés pour identifier immédiatement les problèmes de santé d'un patient dans le cas d'une admission en urgence, ce qui peut sauver la vie du patient, en particulier pour les diabétiques, les malades du cancer ou de la maladie d'Alzheimer.

⁶ Il y a en France 31,6 millions de logements. Les résidences principales totalisent 26,5 millions de ces logements et représentent une surface d'environ 2,2 milliards de m². Le secteur tertiaire, quant à lui, représente environ 814 millions de m² chauffés ou climatisés.

⁷ http://fr.wikipedia.org/wiki/Compteur_intelligent

La logistique et la gestion des chaînes d'approvisionnements :

L'implémentation de l'internet des objets dans la logistique a de nombreux avantages : la traçabilité en temps réel grâce aux équipements équipés de puce RFID, l'échange de données sur les produits, la gestion intelligente des stocks, la vérification automatique des entrées/sorties des produits... Ces applications vont générer un gain de temps et une économie importante dans la logistique.

Ci-dessous un tableau récapitulatif des domaines d'applications possibles de l'internet des objets :

Domaine	Description	Exemples
Industrie	Activité financière ou transactions commerciales entre sociétés, organisations et autres entités.	Fabrication, logistique, services, banques, autorité gouvernementale.
Environnement	Activités ayant trait à la protection, la surveillance et le développement de toutes les ressources naturelles.	Agriculture et élevage, recyclage, gestion de l'environnement, gestion de la consommation d'énergie
Société	Activités et initiatives ayant trait aux développements de la société et de la ville pour les citoyens.	Action gouvernementale au service des citoyens comme par exemple l'e-démocratie.

Les applications doivent être transverses c'est-à-dire s'appliquer au niveau intra-domaine et inter-domaines. Par exemple, le suivi de la chaîne du froid pour l'alimentaire n'implique pas seulement l'industrie ; les conséquences sur la vie citoyenne doivent être prises en considération.

Les technologies existantes au service de l'internet des objets

Les nouvelles technologies deviennent de plus en plus accessibles et polyvalentes ce qui alimentent davantage le désir d'interconnecter des objets intelligents dans le but de profiter de toutes les applications et possibilités que promettent de telles avancées. Ces avancées reposent sur une utilisation efficace de technologies déjà existantes.

Les technologies d'identification :

L'identification permet d'attribuer un identifiant unique à un objet dans le but d'éviter toute confusion possible entre plusieurs objets. Dans la vision de l'internet des objets, chaque entité est identifiée par un identifiant numérique et la relation entre les objets peut être de la même façon identifiée dans un « groupe » ou dans un « domaine ».

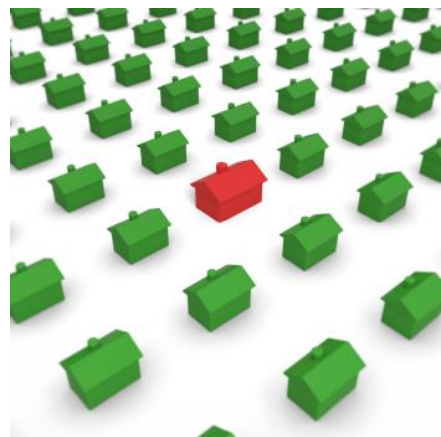
Nous devons aussi intégrer la nécessité d'attribuer plusieurs identifiants par objet et la possibilité de changer ses identifiants par la suite. En effet, des objets auront leur identifiant (UID) attribué par le fabricant et certains d'entre eux auront même une adresse réseau (adresse IPv6), dans certains cas des capteurs et actuateurs seront ajoutés ou intégrés à ces objets ; ces capteurs devront aussi être identifiable et posséder leur adresse.

Pour permettre d'interchanger, de composer ou décomposer des objets, leurs identifiants doivent être structuré comme des extensions de leurs identifiants d'origines ou alors associés à l'identifiant de l'objet principale par un registre ou une base de données. L'association d'objets créant ainsi des « familles d'objets » avec, par exemple des relations « père/fils » entre les objets.

Il est important que le modèle choisi pour l'IdO autorise ces changements d'identifiants ou d'associations d'objets pour ne pas restreindre les possibilités d'évolution d'un objet (exemple d'une trousse médicale).

L'identification des objets doit être unique, mais doit aussi se faire par classe d'objet afin d'obtenir des données sur l'objet seul mais aussi sur d'autres objets du même type directement. Ainsi nous pourrons accéder à l'information à différent niveau.

Les utilisateurs doivent pouvoir créer des identifiants uniques de la même manière qu'ils le font pour des pages web ou des contenus sur internet sans



conflits possibles entre les identifiants.

La hiérarchie des identifiants permet aussi de renforcer la sécurité des individus en refusant l'accès à certains identifiants ou groupes d'identifiants et ainsi d'éviter de mettre en péril la vie privée des personnes. Par exemple, le secteur médical pourrait avoir son propre domaine d'objets dans lequel chaque établissement aurait son propre sous-domaine et ainsi de suite.

Aujourd'hui plusieurs schémas « d'adressage unique » existent et l'interopérabilité entre ces schémas est nécessaire pour une intégration dans l'environnement de l'internet du futur.

L'architecture de l'internet des objets :

Dans une architecture orientée service (SOA), il est impératif pour les fournisseurs et les demandeurs de bien communiquer entre eux en dépit de la nature hétérogène du contenu, des modèles financiers et autres contraintes. Une interopérabilité sémantique est nécessaire pour le développement de l'IdO.

En effet, le manque d'interopérabilité est souvent le principal obstacle à la bonne collaboration entre les différents acteurs.

L'une des solutions pour obtenir cette interopérabilité réside dans l'intervention d'un médiateur qui puisse traduire en utilisant le vocabulaire approprié en fonction des interlocuteurs (fournisseurs de services, industriels, intégrateurs etc.).

L'évolutivité, la modularité, l'extensibilité et l'interopérabilité entre objets de nature hétérogène sont des facteurs clés du développement de l'internet des objets. La nature hétérogène des objets, et des entités avec lesquelles ils interagissent, nécessite une architecture standard évolutive et flexible qui élimine ou minimise toute partialité envers un langage de programmation particulier, un système de transmission de l'information ou une technologie et qui permettent l'optimisation des réseaux informatiques et énergétique existants utiles à l'internet du futur.

Il est à noter que certains objets n'auront pas de connexion intrinsèque et permanente au réseau mais dépendront de l'intelligence de leur environnement ou d'un système d'information distant. Ces objets devront être capables de communiquer leur position et leur état au système qui bénéficie d'une connexion permanente et fiable. Dans certains environnements critiques comme par exemple dans les cabines d'avions, les objets ayant trait à la sécurité de l'avion (masque de sécurité, gilet de sauvetage, extincteur etc.) doivent pouvoir être prioritaires et éventuellement seuls à émettre pour éviter les perturbations électromagnétiques avec d'autres objets.

L'architecture de l'IdO doit être capable de gérer les accès aux données en fonction des propriétaires, des entités qui contrôlent ces données, des autorisations de partage des données à d'autres groupes. La gestion des accès aux données et aux objets doit être réfléchi, sûre et répondre aux spécificités de chaque corps d'utilisateurs (militaire, santé, sécurité intérieure, etc.).

Les télécoms :

L'Internet des objets forme un vaste espace de communication avec plusieurs points à considérer.

- Le déploiement : en une fois, de manière incrémentale ou aléatoire.
- Le coût, la taille et les ressources énergétiques de l'infrastructure : ressources très limitées ou non.
- L'hétérogénéité : Un simple type d'objet ou un système hiérarchique d'objets avec des propriétés diverses.
- Les modes de communications : communications électromagnétiques, radiofréquences, optiques, acoustiques...
- La topologie du réseau : saut unique, étoile, multi-saut, maillé...
- La couverture : partielle, dense ou redondante.
- La connectivité : continue ou sporadique.
- Durée de vie : quelques heures, plusieurs mois ou plusieurs années.

En ce qui concerne donc les télécommunications, les principaux « chantiers » seront le développement de protocoles (protocoles hybride Zigbee, wifi etc.), l'allocation des radiofréquences et des bandes de fréquences appropriées, l'intelligence logicielle et l'autonomie énergétique des capteurs.



contactless technologies • EuroRFID

Conclusion

Comme le décrit ce document, l'internet des objets donne une idée des possibilités offertes par un certain nombre de technologies existantes et futures qui, ensemble, pourraient, dans les 5 à 15 prochaines années, modifier en profondeur le mode de fonctionnement de nos sociétés.

C'est une évolution majeure de nos systèmes d'information et de communication qu'entraînera l'internet des objets mais l'acceptation de l'IdO par la société sera fortement liée au respect de la vie privée et à la protection des données personnelles. Il est très probable que dans les années à venir, nous soyons confrontés aux problèmes d'interopérabilités, d'éthiques et de sécurités décrits dans ce document.

En adoptant une approche volontaire, les acteurs du développement de l'IdO peuvent jouer un rôle de premier plan pour définir les modalités de fonctionnement de l'IdO et retirer les bénéfices qui en découlent en termes de croissance économique et de bien-être individuel, faisant ainsi de l'internet des objets un internet des objets pour les individus.

Sources :

CERP_IoT, Vision and Challenges for Realising the Internet of Things,
http://ec.europa.eu/information_society/events/shanghai2010/pdf/cerp_iot_clusterbook_2009.pdf

Patrick.Guillemain, **Cluster of European Research Projects on the Internet of Thing CERP-IoT and its Strategic Research Agenda (SRA).**

Europa, L'internet des objets,
http://europa.eu/legislation_summaries/research_innovation/research_in_support_of_other_policies/si0009_fr.htm

Avec le soutien de la région Nord-Pas de Calais, Lille Métropole Communauté urbaine et l'Union Européenne.

