



# Les nouveaux visages d'internet

par David Excoffier

*“Innover pour l’Homme ?” Pour répondre à cette permanente interrogation, on ne peut négliger la mutation des technologies internet. Cette publication fait le point sur ce que l’on sait aujourd’hui pour demain matin.*

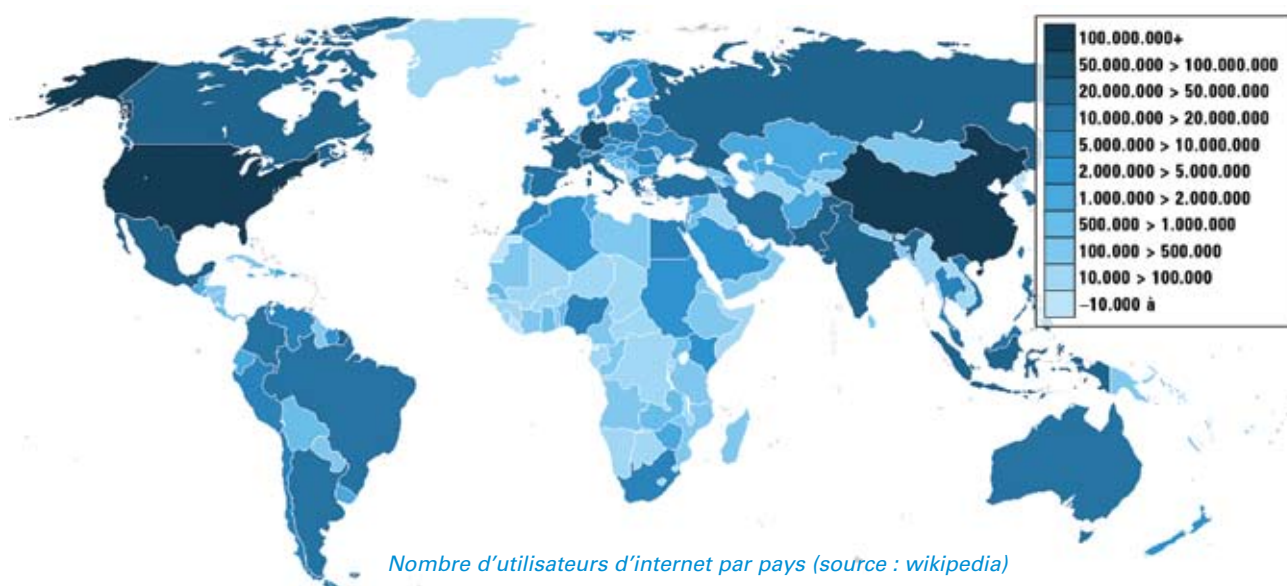
Internet peut se définir comme un réseau informatique mondial, constitué d'un ensemble de réseaux nationaux, régionaux et privés, tous interconnectés par un même protocole de communication. A l'image du téléphone qui permet de dialoguer avec toute personne dont on connaît le numéro, internet est un système mondial d'échange de données électroniques entre équipements connectés à ce réseau.

## Internet aujourd'hui

La dernière décennie aura coïncidé avec l'explosion de l'utilisation d'internet : alors qu'il y a 25 ans, seuls quelques milliers d'utilisateurs en profitaient, aujourd'hui environ un milliard et demi de personnes utilisent internet, et on estime que la moitié de la population mondiale devrait y être connectée d'ici 2015\*.

Internet a pris définitivement sa place dans notre vie quotidienne : En 2008, la France comptait 19,36 millions d'abonnés à internet et environ 60 % des français âgés de plus de 11 ans en étaient des utilisateurs réguliers.

\* [http://www.50x15.com/en-us/internet\\_usage.aspx](http://www.50x15.com/en-us/internet_usage.aspx)



Au-delà de l'envoi de courrier électronique ou de la recherche d'informations, 41 % de la population française adulte a réalisé des achats par internet en 2009 (soit 22 millions d'individus), et 40 % y a effectué des démarches administratives et fiscales : 7,4 millions de télé-déclarations ont été saisies par les contribuables français en 2008, et 9,7 millions en 2009 (soit une croissance d'environ 30 % en un an). Parmi les autres usages désormais répandus, on peut noter : le téléchargement de fichiers multimédia (musiques, films, livres), la création de sites internet personnels ou de blogs, la participation à des forums de discussion ou à des réseaux sociaux (tels que *Facebook* ou *Viadeo*). De plus, la généralisation d'offres commerciales *triple play* ou *quadruple play* (regroupant les services d'accès à internet haut débit, à la télévision, la téléphonie fixe et parfois mobile) permet désormais à une frange notable de la population de regarder la télévision ou de passer des appels téléphoniques en utilisant directement l'infrastructure d'internet.

## Les nouveaux visages d'internet

Aujourd'hui, internet ne se contente plus d'être un "simple tuyau" permettant de transporter des données d'un point à un autre. De nombreux champs de recherche se sont ouverts pour répondre à la multiplicité des besoins émergents :

- **internet et les technologies cœur de réseaux ;**
- **internet des réseaux hétérogènes et spontanés ;**
- **internet des objets ;**
- **internet des contenus ;**
- **internet des services.**

## Internet et les technologies cœur de réseaux

Les technologies « cœur de réseaux » concernent l'infrastructure physique d'internet.

Historiquement, le réseau internet a utilisé l'infrastructure téléphonique filaire existante et les réseaux câblés. Plus récemment, la fibre optique et les lignes électriques (via la technologie de courant porteur). Quant aux réseaux sans fil, l'évolution de leur infrastructure connaît aujourd'hui un développement explosif : en 2009, 13 % des Français se connectent sur internet en utilisant une connexion mobile\*, soit 5 millions de personnes, surtout les jeunes (54 %) et les cadres (39 %).

\* Cf. enquête 2009 réalisée par le CREDOC : [http://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/etude-credoc-2009-111209.pdf](http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/etude-credoc-2009-111209.pdf)

La capacité à transmettre toujours plus rapidement de l'information sans cesse plus riche et complexe entre fournisseurs de contenus et terminaux personnels (PC, PDA, téléphones mobiles, ...) est une des clés du succès d'internet. De ce fait, la conception et le déploiement de réseaux de transport de données performants, dimensionnés pour répondre aux besoins croissants des internautes, sont un enjeu majeur pour certains industriels.

### De nombreux travaux cherchent à faire évoluer les technologies liées au transport des données sur le réseau internet

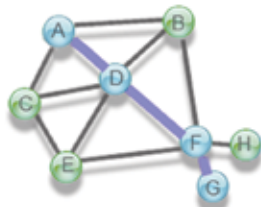
- *Développement de liens de communication radio plus performants (100 Mbit/sec, 1 Gbit/sec) afin d'améliorer la rapidité d'accès aux données pour des équipements sans fil.*
- *Recherche d'une meilleure utilisation du spectre notamment dans les contextes :*
  - *de la radio « flexible », afin de permettre la reconfiguration de systèmes radio par logiciel et de façon dynamique, pour faire cohabiter au sein d'un même équipement les nombreux standards de communication actuels et à venir (par exemple les technologies WiMAX, 3G, ou LTE),*
  - *de la radio « cognitive », afin de pouvoir déterminer automatiquement les fréquences disponibles via une antenne intelligente qui balaie le spectre et sélectionne les signaux les plus adéquats : un périphérique pourra ainsi capter un réseau disponible et y migrer instantanément, le tout sans interférer avec les signaux des autres utilisateurs de ces fréquences (télévisions ou radios existantes),*
  - *et de l'auto-organisation des diverses technologies d'accès (2G, 3G, LTE, Wifi, WiMax, Satellite...).*
- *Développements autour de la fibre optique :*
  - *déploiement de la fibre optique au plus près des usagers (FTTx),*
  - *amélioration du débit des réseaux optiques passifs (EPON, GPON, ...).*

## L'internet des réseaux hétérogènes et spontanés

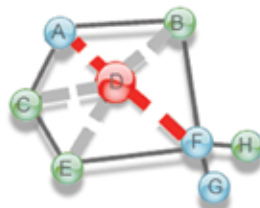
L'augmentation du débit du réseau internet va de pair avec l'apparition de nouveaux types de réseaux.

Internet est aujourd'hui accessible sur de multiples réseaux, qu'ils soient filaires (ligne téléphonique, câble, réseau électrique) ou sans fil (réseaux de téléphonie mobile, Wifi...), mais l'hétérogénéité de ces réseaux complexifie le transport des données d'un point à un autre. De plus, de nouveaux réseaux font actuellement leur apparition : les réseaux dits "spontanés". Ces nouveaux réseaux ont la capacité de se créer et de s'auto-organiser de façon autonome et de manière opportuniste, selon les technologies de transmission disponibles, les appareils qui y sont connectés, et les services requis. Tous les équipements sur ce réseau s'interconnectent ainsi de proche en proche, sans hiérarchie centrale, formant ainsi une structure en forme de filet (*topologie mesh*).

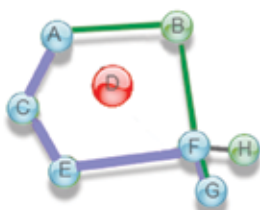
Ces réseaux *mesh* apportent des avantages certains comparés aux réseaux traditionnels. Notamment en permettant de supprimer des points de connexion sensibles qui en cas de défaillance couperaient par ricochet l'accès à une partie des équipements connectés. Dans un réseau *mesh*, si un équipement se retrouve hors service, les équipements voisins peuvent continuer à communiquer en utilisant simplement un autre chemin de communication, de proche en proche.



Communication entre A et G grâce aux équipements D et F



Défaillance de l'équipement D.  
La communication initiale est interrompue

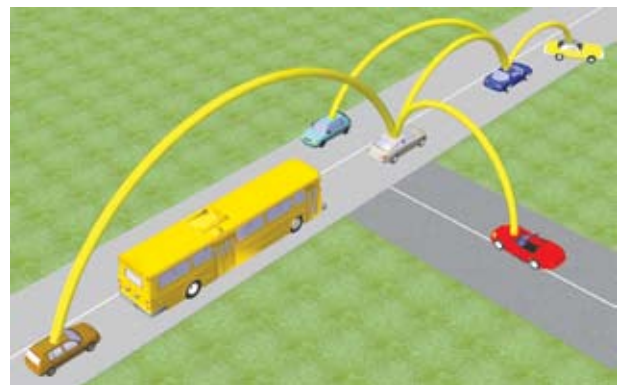


2 nouveaux chemins de communication sont possibles (A, C, E, F, G) et (A, B, F, G)

Fonctionnement d'un réseau mesh

*L'internet des réseaux spontanés sans fil est caractérisé par une très grande hétérogénéité de technologies de communication, de bandes passantes, et par l'absence de connectivité continue. Il reste cependant beaucoup à faire dans certains domaines.*

- Développer des comportements permettant une prise en compte efficace de la connectivité aléatoire, avec notamment une redéfinition dynamique du routage des données.
- Offrir des protocoles de communication prenant en compte les propriétés des liens radio, et fondés sur une conception intégrée (cross-layer integration).
- Créer de nouveaux services adaptés à ce type de réseaux opportunistes : gestion de la mobilité, de la maintenance, de la sécurité et de la pérennité des données, etc.



Communication entre véhicules (source : dlr.de)

Utiliser ce type de réseau ouvre de nouvelles perspectives, tant dans le domaine civil que militaire : en permettant à des véhicules de communiquer entre eux de façon autonome, ou en offrant la possibilité d'interconnecter des équipements portés par des troupes militaires ou des unités de secours projetées sur n'importe quel théâtre d'opérations (par exemple lors de catastrophes naturelles où les réseaux existants sont généralement détruits).

C'est une véritable rupture technologique comparé aux solutions centralisées actuelles : les solutions basées sur des réseaux *mesh*



permettent d'être déployées rapidement et de façon simplifiée (car ne reposant sur aucun réseau préexistant), offrent une grande évolutivité de leur couverture et, de par leur infrastructure maillée, une forte tolérance aux pannes et aux interférences, réduisant significativement leurs coûts d'installation et d'exploitation.

Parmi les premières incarnations de ce type de réseau, citons les réseaux mobiles *ad hoc* (MANet), ou les réseaux maillés sans fils utilisant des technologies déjà répandues dans nombre d'équipements commerciaux tels que *Bluetooth*, *Wifi*, ou *Zigbee*.

L'évolution de ces réseaux est indissociable d'une autre utilisation d'internet actuellement en plein essor, celui de *l'internet des objets*.

## L'internet des objets

Dans les prochaines années, plusieurs millions d'objets communicants de nouvelle génération vont petit à petit s'interfacer avec le réseau internet à des fins d'observation, de contrôle, de développement de nouveaux services, et ce, dans tous les domaines du quotidien (habitat, sécurité, grande distribution, trafic routier, écologie, ...) permettant ainsi l'émergence de ce que l'on appelle *l'internet des objets*.

Quelques exemples permettent de mieux comprendre en quoi ces millions d'objets connectés et réactifs à leur environnement vont progressivement changer en profondeur notre société :

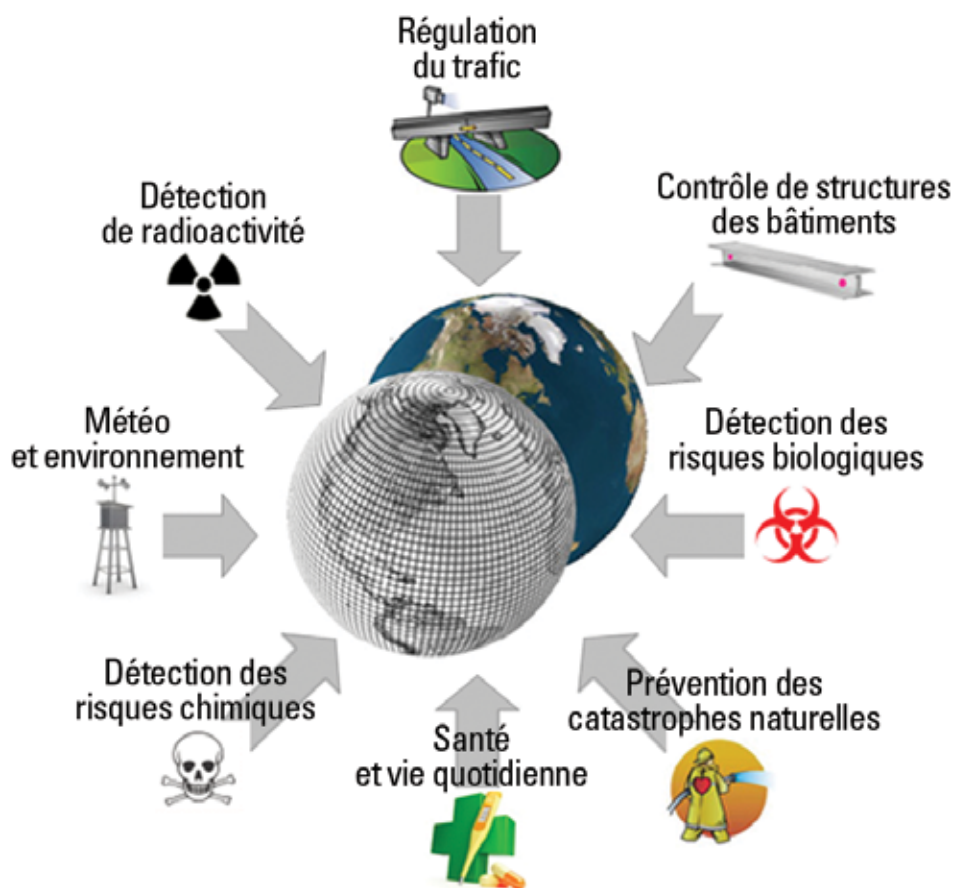
- de simples objets de la vie quotidienne tels des emballages de nourriture (packs de yaourts, sacs d'aliments congelés...) vont pouvoir mémoriser la température qu'ils subissent tout au long de leur transport afin de vérifier que la chaîne du froid n'a pas été rompue ;
- faire communiquer de façon autonome des véhicules entre eux, et entre leur environnement (feux tricolores, panneaux de signalisation...) va permettre de mieux informer le conducteur, d'optimiser les flux routiers et de prévenir les embouteillages ;
- des objets plus sophistiqués, tels que des capteurs miniaturisés, vont être utilisés dans de nombreux domaines :
  - systèmes de surveillance de santé (par la création de vêtements "intelligents" intégrant ces capteurs dans leur tissu),
  - régulation automatique de la consommation d'énergie,
  - optimisation des traitements phytosanitaires sur les parcelles agricoles,
  - contrôle de l'intégrité des structures des bâtiments,
  - prévention des feux de forêts par ajout de capteurs sans fils sur certains arbres, etc.

**L'internet des objets commence à peine à apparaître, et certaines barrières technologiques sont encore existantes.**

- *La consommation et la gestion de l'énergie de ces équipements : l'émergence de ces systèmes miniaturisés s'accompagne d'un besoin accru de sources d'énergies tout aussi miniaturisées. Les systèmes de production, de stockage ou de récupération d'énergie doivent répondre aux défis techniques soulevés par ces nouveaux objets nomades :*
  - offrir une plus grande autonomie dans un volume sans cesse réduit ;
  - "récolter" l'énergie disponible dans l'environnement local afin de constituer une source d'énergie isolée et autonome ;
  - ou encore permettre l'implantation dans le corps humain et, pour de longues durées, de dispositifs biocompatibles...

*Miniaturisation des sources d'énergie existantes (développement de micro-batteries ou de micro-piles à combustibles-hydrogène, batteries souples et minces comme du papier), recherche de nouvelles sources d'énergie potentielles (thermoélectricité), voire hybridation de plusieurs sources d'énergie différentes (système de récupération associé à un système de stockage de l'énergie) sont autant de domaines où des solutions commencent à sortir du monde de la recherche.*

- *La circulation des données issues de ces objets : les données issues de ces millions d'objets communiquant vont devoir être transmises à des organes distants pour traitement ou stockage. Cela va de facto générer de gigantesques flux de données supplémentaires que devront être capables d'absorber les réseaux actuels, et nécessitant probablement leur redimensionnement afin de permettre un transport toujours plus efficace de cette nouvelle masse d'information.*



Quelques domaines d'application de l'internet des Objets – © D.E.

L'émergence de cet *internet des objets* va changer profondément notre vie quotidienne dans les années à venir en nous offrant de nouvelles façons de faire face aux défis sociétaux actuels. On estime que plus de 400 millions de ces objets (capteurs, équipements enfouis) seront déjà interconnectés d'ici 2014.

Les technologies qui y sont liées visent à miniaturiser de plus en plus ces équipements, voir de les rendre complètement invisibles en les intégrant eux-mêmes à d'autres équipements ou biens de consommation (vêtements, murs de bâtiments, véhicules, ...).

Ces équipements de nouvelle génération, qui forment l'*internet des objets*, vont nécessiter aussi la création de nouveaux contenus et de nouveaux services, plus adaptés à leurs capacités techniques, leurs localisations, et leurs modes de communication.

## L'internet des contenus

L'évolution d'internet et son succès sont intimement liés à l'évolution du contenu accessible via ce réseau. Si internet était en premier lieu un outil de transferts de fichiers, des applications plus interactives et conviviales sont apparues dès la fin des années 80 ; et désormais, ce qui apparaissait comme une révolution il y a une dizaine d'années (comme la télévision, la vidéo à la demande, ou la téléphonie par internet) est devenu aujourd'hui le minimum de ce que chacun attend d'une utilisation basique d'internet. La diversification des contenus présents sur internet, associée à une diversité toujours plus grande d'équipements permettant d'y accéder de façon de plus en plus nomade, crée cependant certains problèmes.

- Il est nécessaire de créer des contenus permettant d'être consultés sur tous types d'équipements (ordinateurs fixes ou portables, téléphones mobiles, ...), quel que soit le type de réseau d'accès utilisé (mobile ou filaire). Ceci est source de complexité en ce qui concerne le codage, le stockage, le transport et la restitution de ces contenus, tant les caractéristiques techniques de ces équipements diffèrent.

- L'hétérogénéité des débits de transmission des données rend difficile le contrôle de la qualité du service rendu. Contrôler la qualité de service requiert un contrôle précis des flux réseaux, et cela peut nécessiter la mise en place de technologies adaptées telles que des CDN (*Content Delivery Network*, ordinateurs dédiés coopérant entre eux pour délivrer du contenu et permettant de réduire les temps d'accès à ces contenus) ou des VPNs (*Virtual Private Networks*: Réseaux privés virtuels permettant d'isoler les flux de données entre eux).
- La simultanéité de l'avènement des équipements bon marché, de l'accès à Internet à haut débit, et de l'amélioration de la facilité d'utilisation des outils de développement dédiés à internet permettent aujourd'hui à chaque internaute de produire très facilement ses propres contenus. Cependant, le foisonnement de ces contenus générés par les utilisateurs pose des problèmes, notamment concernant :
  - le contrôle de la nature du contenu accessible ;
  - la sécurisation et le respect des droits de propriété et de reproduction ;
  - la mise à jour de ces contenus, et la suppression des contenus obsolètes.

La mise à jour incessante du contenu disponible sur internet reste en effet un problème majeur : il devient nécessaire d'indexer et de structurer ces milliards de données hétérogènes.

Il convient ensuite de trouver des solutions afin d'interagir avec ces données numériques : requêtes évoluées, auto apprentissage, création d'un web dit "sémantique" où l'on donne du sens aux données stockées, ...

Enfin, il faut pouvoir supprimer les informations obsolètes, mais aucun moyen simple et/ou automatisé ne permet aujourd'hui de connaître l'état d'obsolescence des informations accessibles par internet.

- La question de la pérennité des contenus présents sur internet est aussi un enjeu majeur : alors que l'ensemble des textes écrits durant l'antiquité gréco-romaine tiendrait sur un seul DVD, la quantité d'informations numériques créée durant la seule année 2008 représente 487 milliards de giga-octets\*, soit l'équivalent de 15 milliards de disques Blu-ray. On estime que la taille de cet univers numérique devrait doubler tous les 18 mois, si bien qu'en 2012, l'humanité devrait créer cinq fois plus d'informations numériques qu'en 2008. Comment alors évaluer la valeur et la pertinence des informations produites chaque année ? Comment pérenniser la partie de cette masse d'informations ayant une valeur ? Comment procéder sur le moyen terme ou sur le très long terme (à des échelles historiques) ?

Dans le domaine de la gestion des contenus disponibles sur internet, les enjeux économiques et scientifiques ainsi que les problèmes à résoudre sont ainsi à la fois considérables et protéiformes. De nombreux chercheurs et ingénieurs travaillent à solutionner au mieux ces problèmes afin de permettre le développement le plus harmonieux possible de nouveaux contenus et de nouveaux services dans les années à venir.

\* Etude IDC : As the Economy Contracts, the Digital Universe Expands ([http://idcdocserv.com/EMC\\_MMWP\\_Digital\\_Universe](http://idcdocserv.com/EMC_MMWP_Digital_Universe))



Diffusion possible d'un contenu sur de multiples équipements - © D.E.

## L'internet des services

Les contenus disponibles et la façon de les consulter sont en constante évolution.

La convergence des fonctionnalités des équipements numériques vers le "tout-internet" est aujourd'hui une réalité : il existe déjà dans le commerce une multitude d'équipements électroniques (*smartphones*) permettant tout à la fois de téléphoner, photographier, organiser ses rendez-vous, envoyer des mails, consulter internet, regarder des films, servir de GPS, etc.

Quant à la convergence de services accessibles à tout instant et en tout lieu via ces équipements, elle nécessite une infrastructure réseau permettant toujours plus de mobilité pour ses utilisateurs, ainsi que la possibilité de transmettre toujours plus de données sans fil : il s'avère en effet que les deux tiers des utilisateurs de services de vidéoconférence comme Skype aimeraient aujourd'hui avoir la possibilité de communiquer par vidéo sur leur appareil mobile\*. L'augmentation de la puissance des smartphones ainsi que leur équipement de série (caméra frontale, par exemple) facilite en pratique le déploiement de telles fonctionnalités. Reste à proposer de tels services au plus grand nombre.



La création de services et d'applications nouvelles (donc à forte valeur ajoutée) est un enjeu majeur pour bon nombre d'industriels. L'architecture historique d'internet basée sur la notion de services localisés sur des machines physiques spécifiques est désormais remise en question. Ces services monolithiques "historiques" sont remplacés petit à petit par une multitude de services localisés sur différentes machines et différents sites et qui, une fois assemblés, fournissent l'application finale. Nous nous dirigeons progressivement vers une architecture de services distribués à grande échelle, et donc vers une nouvelle conception des logiciels et services, qui devront s'affranchir de leur localisation et du matériel sur lequel ils tournent. Le contenu peut désormais être stocké ou émis depuis tout type d'équipement, tel un téléphone mobile ou un ordinateur portable.

Les services devenant de plus en plus répartis sur le réseau, les aspects touchant à la sécurité

des personnes et à leurs données personnelles deviennent critiques : où et comment stocker des données personnelles ? Comment protéger leur contenu ? Il faut veiller à ce que chacun, consommateurs et acteurs de cette évolution, garde une parfaite maîtrise des données qu'il manipule et des services auquel il accède, et que tous s'assurent de la sécurité et de la confidentialité des données transitant sur le réseau.

Concernant l'Europe, la directive européenne « *Vie privée et communications électroniques* » oblige dès à présent les états membres à garantir la confidentialité des communications en interdisant toute interception ou surveillance non autorisée, sauf consentement préalable des utilisateurs (article 5, paragraphe 1, de la directive 2002/58/EC) ; et la directive européenne sur la protection des données précise qu'une personne doit donner son consentement libre, spécifique et informé avant que ses informations personnelles puissent être traitées (article 2, point h, de la directive 95/46/EC).

La Commission Européenne a bien confirmé qu'elle prendrait des mesures, dès lors que des États membres négligeraient de mettre en œuvre ces règles communautaires, mais cela ne vaut que pour l'Europe et elle seule. Comment agir lorsque des données personnelles transitent ou sont stockées hors d'Europe ? Ces questions nécessitent une réflexion globale tant philosophique, qu'éthique ou juridique, de la part des acteurs privés de l'internet tout comme des pouvoirs publics.

## Internet, réseau ubiquitaire

Le réseau internet n'a eu de cesse d'évoluer depuis sa naissance : l'augmentation incessante du débit des données échangées, l'amélioration de la fiabilité des transmissions, et un accès toujours plus simple, à tout moment et en tous lieux, a permis un développement massif du nombre de ses utilisateurs, a ouvert la voie au transport de flux audio ou vidéo toujours plus riches, et permet de proposer des services sans cesse plus innovants et interactifs. Les internautes, les chercheurs et les industriels ont systématiquement exploité toutes les possibilités qui leurs étaient offertes, jusqu'à leurs limites, et ont immanquablement ressenti le besoin d'aller au-delà.

Internet va ainsi continuer son évolution, passant progressivement d'un simple réseau décentralisé d'informations à une nouvelle génération de réseau ubiquitaire : le futur de l'internet se place désormais dans un contexte de mobilité généralisée, où de nouveaux services vont s'appuyer sur les possibilités sans cesse croissantes d'internet. De nouvelles générations

\* Source : ooVoo / prnewswire.com, 12 Février 2010.



d'objets communiquant, toujours plus petits, vont se développer jusqu'à devenir invisibles à l'œil nu, réactifs à leur environnement et se personnaliser de façon autonome en fonction des besoins et habitudes de leurs utilisateurs.

Internet est loin d'avoir montré tout son potentiel, et ses nouveaux visages sont désormais multiples. Les nombreuses recherches menées

aujourd'hui aboutiront inévitablement à des innovations majeures qui révolutionneront tous les domaines de notre quotidien encore plus radicalement que ne l'a permis l'évolution d'Internet ces quarante dernières années. ●

## Glossaire

**2G, 3G, LTE :** différentes générations de technologies de téléphonie mobile. 2G équivaut au GSM (transport de la voix), 3G au transport voix+données avec un débit plus rapide qu'en 2G, et LTE est le nom d'un projet qui vise à produire les spécifications techniques de la future norme de réseau mobile de quatrième génération (4G).

**Bluetooth :** technologie radio courte distance permettant de faire communiquer sans fils des appareils électroniques. Par exemple, des ordinateurs et leurs périphériques (imprimantes, claviers, souris, ...), mais aussi des téléphones portables, kits mains libres, autoradios, appareils photo numériques, etc.

**Bit/sec, Mbit/sec, Gbit/sec :** débit binaire mesurant une quantité de données numériques transmises en bits par seconde (bit/s, b/s ou bps). Ses principaux multiples sont :

- le kilobit par seconde (symbole kbit/s) équivaut à la transmission de 2 puissances 10 bits par seconde (soit 1024 bits par seconde) ;
- le megabit par seconde (symbole Mbit/s) équivaut à la transmission de 2 puissance 10 kilobits par seconde (un million de bits par seconde) ;
- le gigabit par seconde (symbole Gbit/s) équivaut à la transmission de 2 puissance 10 Megabits par seconde (un milliard de bits par seconde).

**EPON, GPON :** acronymes de "Ethernet Passive Optical Network" et "Gigabit Passive Optical Network"; Architecture de réseau passif optique permettant des vitesses de transmission de données supérieures ou égales à 1,2 Gbps.

**Facebook, Viadeo, LinkedIn :** sites de réseaux sociaux permettant de relier des personnes entre elles, par l'intermédiaire de communautés d'intérêts communs (communautés d'amis, de professionnels, de jeux, de personnes partageant les mêmes intérêts).

**FTTx :** (*Fiber To The ...*) consiste à amener la fibre optique au plus près de l'utilisateur, afin d'augmenter sa qualité de service (en particulier le débit). Le débit fourni via une fibre optique est indépendant de la distance, alors que le débit fourni via un fil de cuivre (câble téléphonique) dans les derniers mètres (ou hectomètres) dépend de la longueur de la paire de cuivre (affaiblissement du signal).

**Internaute :** utilisateur d'internet.

**Mesh :** la topologie mesh (terme anglais signifiant maille ou filet), représente les réseaux (filaires ou non) dont tous les hôtes sont connectés de proche en proche sans hiérarchie centrale, formant ainsi une structure en forme de filet. Cela permet d'éviter d'avoir des points sensibles, qui en cas de panne, coupent la connexion d'une partie du réseau. Si un hôte est hors service, ses voisins communiquent par une autre route.

**MANet :** acronyme signifiant "Mobile Ad-hoc NETWORKS", ou réseau ad hoc mobile. Les réseaux "ad hoc" sont des réseaux sans fil capables de s'organiser sans infrastructure définie préalablement.

**PDA :** "Personal Digital Assistant" ou "Assistant numérique personnel". Appareil numérique portable, souvent appelé par son sigle anglais PDA. Ils servent d'agenda, de carnet d'adresses et de bloc-notes. On les dote de clavier, avec des petites touches, ou d'écran tactile, associé alors à un stylet.

**TCP/IP :** protocole de communication conçu pour la transmission de données sur le réseau internet.

**Triple/Quadruple Play :** offre commerciale dans laquelle un opérateur propose à ses abonnés (à l'ADSL, au câble, ou plus récemment à la fibre optique) un ensemble de trois ou quatre services dans le cadre d'un contrat unique :

- l'accès à l'internet à haut voire très haut débit ;
- la téléphonie fixe (de nos jours le plus souvent sous forme de voix sur IP) ;
- la télévision (par ADSL ou par câble) ;
- des services de vidéo à la demande.

**Wifi :** technologie permettant de faire communiquer sans fil différents équipements informatiques (norme IEEE 802.11 - ISO/CEI 8802-11).

**WiMax :** définit les transmissions de données à haut-débit, par voie hertzienne. Regroupe des normes et standards de réseaux sans fil précédemment indépendants.

**Zigbee :** technologie ayant pour but la communication sans fil à courte distance, telle que le propose déjà la technologie Bluetooth, tout en étant moins chère, plus simple, et à moindre consommation.

### David Excoffier

David Excoffier est, membre du bureau de l'AUEG, chef de projet et consultant chez Sogeti High Tech (groupe Capgemini). Il intervient sur des projets d'innovation et de R&D nationaux et européens dans le domaine de l'informatique embarquée.



## LES PUBLICATIONS DE L'AUEG

ALLIANCE UNIVERSITÉ ENTREPRISE DE GRENOBLE

[www.aueg.org](http://www.aueg.org)

7C CHEMIN DES PRÉS – INOVALLÉE – 38240 MEYLAN

Tél. : 33 (0)4 76 18 28 65 – Fax : 33 (0)4 76 18 28 45

E-mail : [aueg@wanadoo.fr](mailto:aueg@wanadoo.fr)



Création graphique : Alice Giraud – Directeur de la publication : Jean Bornarel