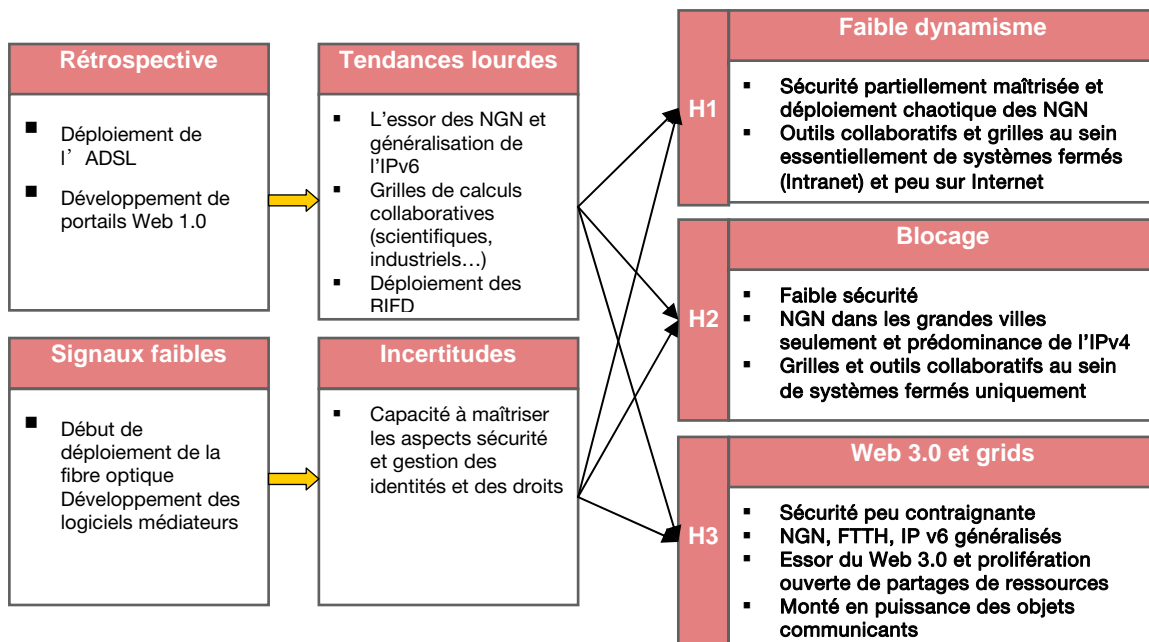


## 1.2.4 – Variable Technologies d'intégration des réseaux (Internet du futur), des systèmes et des services

*Membres référents pour la Commission à l'Economie numérique : Khalil Rouhana*



### 1 – Définition de la variable

Sous ce vocable s'entend :

- l'intégration des réseaux quel que soit leur nature (fixe, hertzien, cuivre, optique, ...), leurs fonctions premières (téléphonie fixe au mobile, informatique, audiovisuel), leur bande passante, leur configuration (point à point, multipoint) et les protocoles utilisés.

La convergence des technologies de réseau, des services et des équipements terminaux est à la base de l'évolution des offres novatrices et des nouveaux modèles économiques dans le secteur des communications. L'utilisation du terme de « convergence » traduit le passage de l'architecture traditionnelle en « compartimentage vertical », c'est-à-dire d'une situation dans laquelle différents services étaient assurés par des réseaux distincts (réseau mobile, réseau de lignes fixes, télévision par câble, IP) à une situation dans laquelle l'accès et l'utilisation des services de communication se feront de façon intégrée sur différents réseaux, ces services étant dispensés de façon interactive à travers des plates-formes multiples.

Cette convergence présuppose que les infrastructures soient aptes à accepter les flux numériques considérables que cette évolution sous-tend c'est à dire que soit déployé des réseaux à fibre optique. De même, mais ce point est traité dans la fiche 1.5 « Mobilité, Ubiquité, Systèmes embarqués », dès lors qu'il s'agit de réseaux hertziens, il est nécessaire que la question des allocations soit résolue. Enfin, cette convergence et l'élargissement du dialogue, via Internet, aux objets présupposent que le basculement de l'IPv4 vers l'IPv6 soit effectif.

- l'intégration des systèmes, via les réseaux mentionnés ci-dessus, comprenant les moyens de réaliser une fonction (capteur et actionneur, ...), de transfert et de traitement en une information utilisable directement par un système de niveau supérieur (« intelligence », traitement du signal et de la communication).

Les capteurs et actionneurs intelligents se retrouvent dans un grand nombre d'applications qui ont vocation à devenir de plus en plus nombreuses au fur et à mesure que les technologies d'intégration (micro et nanosystèmes) se développent. Ils sont, partie intégrante des grands systèmes complexes que sont les avions, les véhicules spatiaux, les automobiles, les appareils médicaux mais aussi les bâtiments et les ouvrages d'art.

Ces technologies portent sur tout ce qui est interconnexions des réseaux et des systèmes ce qui par définition a trait à l'Internet et son évolution. Dans le champ de celles-ci une attention particulière doit être portée aux :

- réseaux de nouvelle génération c'est-à-dire la convergence des réseaux autour du protocole Internet (IP) faisant ou non appel la norme NGN (*Next Generation Networks*) en élaborations à l'UIT et à l'ETCI ;
- infrastructures intégrées de services numériques (Internet des services) ;
  - ⇒ Grilles
  - ⇒ Web 3.0
  - ⇒ Sécurité, gestion des identités et des droits
  - ⇒ Dualité
- dispositifs/terminaux d'accès et en particulier au développement de « l'Internet des objets ».

### 1.1 – Réseaux de nouvelle génération

Ces réseaux s'appuient sur une nouvelle architecture construite autour du protocole Internet. Le principe est d'utiliser les technologies de transport en mode paquet, réservé jusqu'alors pour les données, pour transporter l'ensemble des services de télécommunications et multimédia. De plus, on sépare les interfaces des différentes couches du réseau de communication (transport, commande et applications), pour permettre une évolutivité plus importante du réseau. Enfin, ces réseaux utilisent les nouvelles technologies paquets pour proposer des services hauts débits.

L'objectif est donc de disposer d'un réseau unique pour l'ensemble des services, alors, qu'actuellement, il existe pratiquement un réseau par type de service.

Pour l'ITU-T<sup>1</sup>, un réseau de nouvelle génération (norme NGN) est un réseau qui remplit les conditions générales suivantes :

- le transfert en mode paquet ;
- la séparation des fonctions de commande en ce qui concerne les capacités des supports, les services d'appel ou de session et les services d'application ;
- le découplage entre la fourniture du service et le transport, et la fourniture d'interfaces ouvertes ;
- la prise en charge d'une vaste gamme de services, d'applications et de mécanismes fondés sur la construction modulaire des services (y compris les services en temps réel, en mode continu, en différé et les services multimédias) ;
- des capacités de larges bandes de qualité de service (QS) de bout en bout donnée ;
- l'interfonctionnement avec des réseaux anciens par l'intermédiaire d'interfaces ouvertes ;
- la mobilité généralisée (voir les § 3.2 et 8.7) ;
- l'accès non restreint par les utilisateurs aux différents fournisseurs de services ;
- une gamme de schémas d'identification ;
- des caractéristiques perçues par l'utilisateur qui sont uniformes pour le même service ;
- des services confluents sur réseaux fixes et mobiles ;
- l'indépendance entre les fonctions liées aux services et les technologies sous-jacentes de transport ;
- la prise en charge de multiples technologies destinées au dernier kilomètre ;

---

(1) General overview of NGN : [http://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=e&id=T-REC-Y.2001-200412-!!!PDF-F&type=items](http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-Y.2001-200412-!!!PDF-F&type=items).

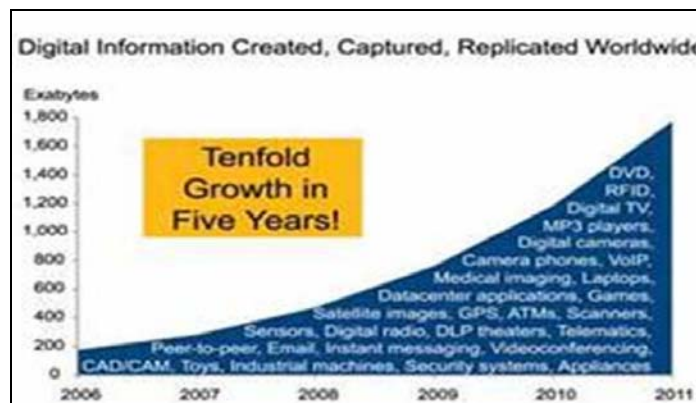
- la conformité avec les prescriptions réglementaires, par exemple concernant les communications d'urgence, la sécurité, la confidentialité, l'interception licite, etc.

De même que l'ITU, au plan européen, l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) avec le projet TISPAN (Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks) est très actif dans le processus de normalisation « NGN ».

Pour donner un exemple sur cette activité de normalisation, la version 3 des standards, laquelle devrait être disponible fin 2009, devrait porter sur la consolidation de la Voix sur IP (VoIP) (y compris la qualité de service, de sécurité et de l'interfonctionnement), l'évolution de l'IPTV, l'interconnexion de l'ultra large bande, de l'Internet Protocol Multimedia Subsystem (IMS) et du non-IMS, et l'harmonisation du réseau pour améliorer l'interopérabilité avec d'autres NGNs ou non-IMS. La version 3 devrait également ainsi accroître la résilience et la robustesse du réseau.

Le développement des réseaux est tiré par une demande croissante en terme :

- (i) de volume de communications et d'échanges d'informations. ceci est lié principalement aux applications nouvelles, y compris le *social networking* et Web 2.0, l'accès au contenu multimédia en ligne, les services mobiles et le développement de l'Internet des objets (capteurs, RFID et tags intelligents, etc.). Ce volume est amené à croître de façon significative dans les années qui viennent comme le montre le graphique ci-après ;



(ii)

- (iii) de spectre lié aux développements d'applications sans fils y compris la TV mobile, les applications nomades, l'Internet des objets sans fils,...
- (iv) d'adresses Internet disponibles principalement pour le développement de l'Internet des objets et d'autres applications nomades et mobiles. On pense qu'à l'horizon 2015-2020, plus de mille milliard de dispositifs (y compris capteurs et RFIDs) seront connectés à Internet au lieu du milliards que nous avons actuellement ;
- (v) de sécurité et de fiabilité des réseaux pour de nouveaux services commerciaux mais également et surtout pour des services émergents dans des domaines comme la santé, l'environnement et l'administration en ligne ;
- (vi) d'adaptativité du réseau pour permettre des services de qualités différenciées, des adaptations instantanées aux équipements et une auto organisation du réseau en cas de modifications affectant le trafic, la charge, etc.

La convergence et le développement de l'Internet doivent répondre aux cinq caractéristiques ((i) à (vi) ci-dessus) de l'évolution de la demande. En particulier, les trois premières peuvent devenir des facteurs bloquant le développement avenir.

D'où l'importance :

- du déploiement de la fibre optique y compris dans la boucle locale mais aussi, à terme, le passage au tout-optique quand la technologie le permettra ;
- d'une gestion plus optimale du spectre disponible ;

- de la nécessité d'augmenter significativement les adresses disponibles (ce que IPV6, en particulier, permet).

La question sur le plus long terme (au-delà de 2020) concerne le protocole IP actuel et la nécessité ou l'opportunité de passer à d'autres protocoles et d'autres architectures. En cas où le tout-optique devient une réalité, par exemple, on pourrait remettre en cause la commutation par paquets. Certains experts estiment qu'un Internet avec une architecture en commutation de circuits serait alors préférable et plus performant.

Si le support le plus pertinent pour mettre en œuvre les réseaux de nouvelle génération est la fibre optique et ce avec un déploiement au plus près de l'utilisateur, la France et l'Europe accuse dans ce déploiement un retard considérable au regard de la Corée, du Japon et de l'Amérique du Nord (voir tableau ci-après – réf. : Idate). Un sursaut de la part des opérateurs historiques européens est manifestes du moins dans leur affichage de combler pour 2010 un partie du retard.

Les abonnés FTTx dans le monde					
(thousand)		2004	2005	2006	2010
Western Europe	France	0	0,8	1	1307
	Germany	0,2	0,4	13	2871
	Italy	198,9	317	365	950
	Netherlands	49	60	75	226
	Spain	0	0	2	347
	Sweden	240	321	410	880
	United Kingdom	0	0	4	743
North America	USA	69	858	1400	8000
Asia/Pacific	South Korea	1061	1620	2858	6345
	Japan	2432	4640	7798	20509

Source : Idate

## 1.2 – Infrastructure intégrée des services numériques, Grids et Middlewares

Deux tendances permettront au Web de devenir graduellement le Web des services complétant ainsi le Web actuel de l'information et de la communication :

- La distribution d'applications logicielles comme un service i.e. le SaaS (*Software as a Service*) combinée à l'infrastructure de calcul et de stockage en Grille (*Grids*). Le SaaS combiné aux Grilles donnent aujourd'hui le *Cloud Computing* (informatique répartie).

L'évolution du *Cloud Computing* risque de bouleverser complètement l'industrie du logiciel et pourrait avoir un impact direct sur toute l'industrie des services (financiers, location, tourisme, loisirs, audiovisuels, etc. En fait, le *Cloud computing* évolue actuellement vers des plateformes ouvertes d'agrégation de services et de développement de nouveaux services. (Par exemple, *Google* offre un accès à l'application *Google earth* à tous ceux qui veulent développer de nouveaux services autour de cette application. *Google earth* tourne sur un "cloud" géré par *Google* qui peut héberger tout ou une partie des nouveaux services développés par d'autres entreprises sur sa plateforme).

- La recherche d'information basée sur la sémantique (le contenu et le contexte), combinée au *Cloud*, *SaaS* et Grilles, permettra le passage à un web des services. Si le développement de moteurs de recherche sémantique se heurte encore à des difficultés technologiques, une avancée significative dans les toutes prochaines années est tout à fait possible. A l'horizon 2020, elle est pratiquement sûre.

Ces deux tendances transformeront profondément le Web actuel. L'interaction avec le Web ne sera plus basée sur la seule recherche de mots clés mais proposera à l'utilisateur des services fournis des entités situées n'importe où dans le monde. Ce développement (que

certain appellent Web3.0) ouvrira la voie à de nouvelles applications et nouveaux services y compris dans des domaines comme l'éducation, les loisirs, les jeux, le tourisme, la santé, les finances et assurances, énergie ainsi que des services offerts à partir de contenu engendré par l'utilisateur.

Toutefois des éléments bloquants pourraient contrarier le développement de l'Internet des services :

- l'échec du modèle d'agrégation des services autour de plateformes ouvertes. Les causes peuvent être économiques : la non adaptation des réglementations au cours sur les services en ligne ou technologiques. Si le développement des Grilles est assez avancé en termes de distribution de la puissance de calcul et des capacités de stockage, les limitations à dépasser concernent les méthodes de programmation de ces grilles et l'indépendance vis-à-vis des plateformes ;
- l'échec dans l'adaptation des règles de droits d'auteur qui devront évoluer pour correspondre à de nouveaux modèles d'affaires ;
- la sécurité et fiabilité des transactions y compris les paiements en ligne. D'où la nécessité de développer d'avantage les concepts et technologies d'identités et d'identifications électroniques ;
- une faible progression de la technologie de recherche d'information basée sur la sémantique qui pourrait compromettre le développement d'applications nouvelles.

### **1.2.1 – Les Grids ou grilles**

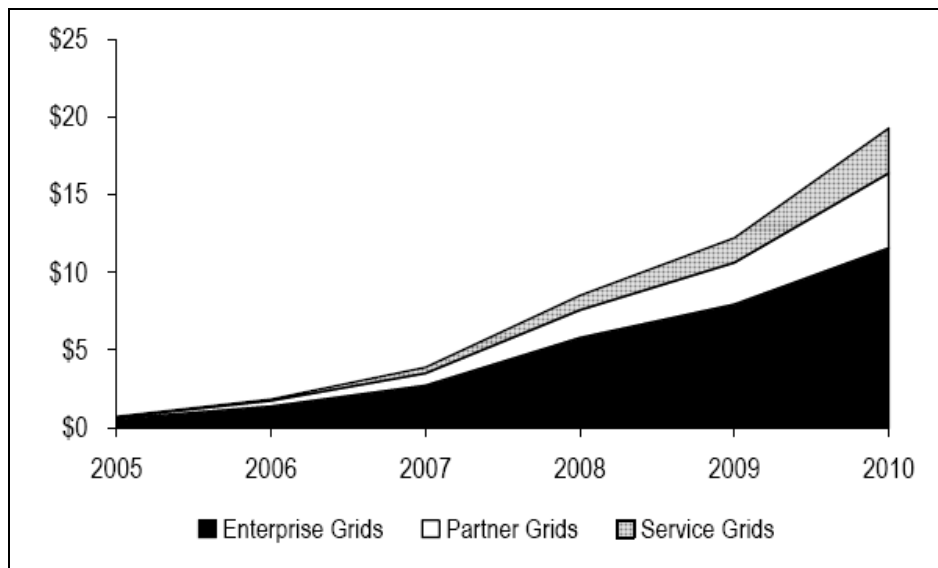
Les Grids ou Grille par analogie avec l'énergie électrique (*power Grid*) sont perçues par beaucoup comme une nouvelle génération d'Internet. A l'échange d'informations actuel permis par le Web est associé des capacités de partages de puissance de calcul (d'où analogie aux réseaux électriques), de ressources réparties et géographiquement dispersées.

Comme pour le Web, les *Grids* ont d'abord été développés pour répondre aux besoins de la communauté scientifique. A son image les premiers *Grids* l'ont été par le CERN. Les *Grids* sont dès aujourd'hui présent au sein de réseaux d'entreprises. Ils s'appuient sur une nouvelle génération d'environnement informatique les logiciels médiateurs (intergiciels, *middleware*) tels que Globus, Unicore. Ils devraient se décliner prochainement sous forme d'architectures ouvertes accessibles au travers de «portails» et atteindre le grand public. Les domaines concernés sont ceux de la santé, des transactions administratives et financières, des jeux, de la gestion des multiples objets sous protocole IPV6... On peut citer comme exemples les transactions automatisant un processus transversal à partir d'un seul ordre: enregistrement du changement d'adresse auprès de l'ensemble des administrations, banques, électricité, téléphone,..., gestion d'une commande auprès de l'ensemble de la chaîne logistique. S'agissant d'applications grand public, il existe une filiation avec les *Web services* mais aussi avec les réseaux, pair à pair.

Nous sommes en présence de l'avènement de l'informatique répartie. L'interconnexion des ordinateurs, et des objets possédant des capacités de calcul tels les téléphones mobiles, permet de fédérer des ressources individuelles au service d'une même tâche : puissance de calcul; archivage; des données, applications telles la reconfiguration automatique de réseaux, soit localement au travers de réseaux spécifiques et *clusters* ou à distance géographique via Internet.

Le tableau suivant présente en fonction de ces paramètres différentes options

	Local	Géographiquement réparti via Internet
<b>Puissance de calcul</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Clusters</i> de puissance pour applications parallélisée</li> <li>- Optimisation des ressources disponibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puissance pour applications parallélisées</li> <li>- Optimisation de ressources disponibles</li> </ul>
<b>Haute disponibilité + reconfigurabilité</b>		
<b>Archivage</b>	<i>Storage Area Network</i> (SAN):	Archivage réparti
<b>Données</b>		<i>Web semantic</i>
<b>Applications</b>	Intégration des applications, Nouveau <i>business process, workflow Service Oriented Architectures</i> (SOA) (Intranet)	Intégration des applications, <i>B2B, workflow, Service Oriented Architectures</i>



Marché mondial des Grilles par domaine (Milliard \$), réf. The Insight Research Corp. :Grid Computing, a vertical market perspective 2005/2010, février 2005.

### 1.2.2 – Web 3.0

Ce qui vient d’être décrit correspond, peu ou prou, à ce qui est généralement admis des caractéristique du Web 3.0 à savoir :

- **agilité**, ne se réfère plus uniquement a un site Web ((X) HTML), il peut être aussi une solution Web SaaS (application : (X) HTML + base de données (XML, MySQL, ...)) ;
- **mobilité**, il devrait être indépendant de tout type de support (taille d’écran, sortie imprimante, etc.) ;
- **universalité**, il devrait être indépendant de tout système d’exploitation, et de tout matériel (fabriquant, marque, logiciel, ou de plugin) ;
- **accessibilité** : strictement en conformité avec le W3C, ce qui permet de rendre d’autres logiciels accessibles a l’aide de Microformat et ouverts aux bases de données diverses.

### 1.2.3 – Sécurité, gestion des identités et des droits

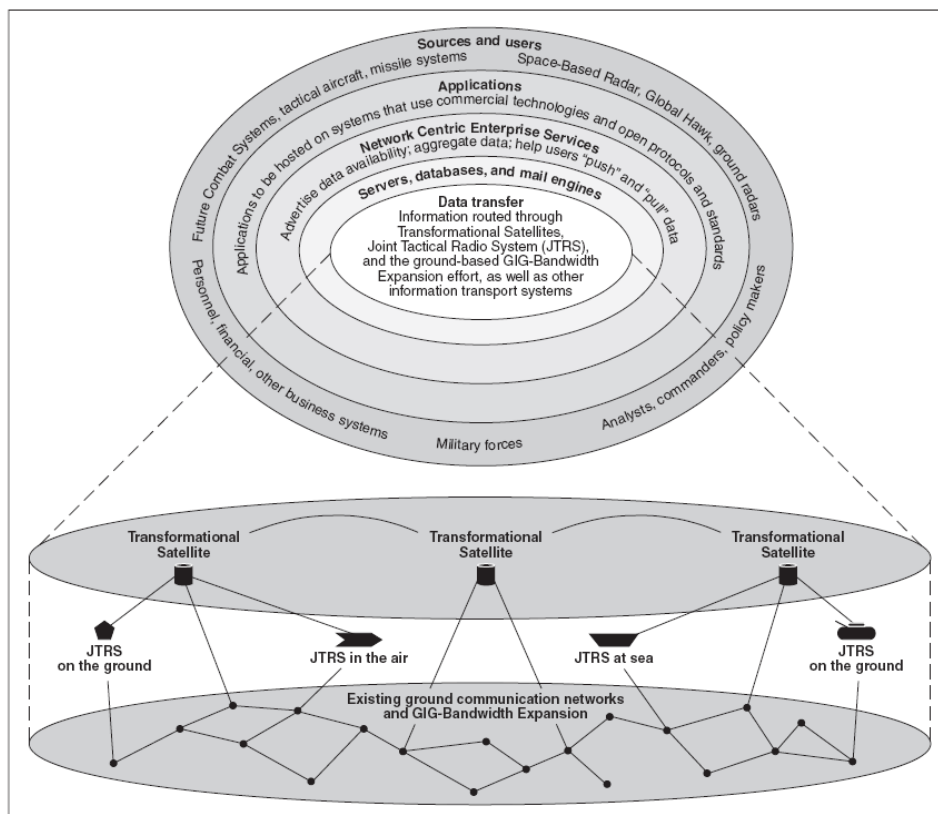
Envisagé une mise en œuvre de systèmes d'intelligence répartie et de partage de puissance de calcul ou d'outils logiciels pose des problèmes ardues en terme de sécurité, de gestion des identités et des droits dès lors que l'on sort de réseaux Intranet fermés pour étendre ces concepts et potentialités au grand public et au réseau Intranet. Le déploiement des *grids* comme du *Web 3.0* sont directement liés aux réponses qui pourront être apportées à ces questions.

### 1.2.4 - Dualité

Dans ce contexte, l'action la plus importante en matière de *grid* et de très loin, compte tenu des sommes en jeu plus de 20 milliards de Dollars est le développement et le déploiement par le Département de la défense (DoD) des États-unis (directive d'avril 2004) d'un *Global Information Grid*. Le DoD définit le GIG comme *"a globally interconnected, end to end set of information capabilities, associated processes and personnel for collecting, processing, storing, disseminating, and managing information"*. Le GIG est une énorme et complexe entreprise qui entend intégrer virtuellement tout le système de communication d'information et de services du DoD dans un réseau fiable et sécurisé. Ce concept doit être capable de dialoguer avec une très grande variété de systèmes (poste de commandement, soldats, armes) et ce ou qu'il se trouve dans le monde (terre mer, air). La mise en œuvre totale du GIG est envisagée dans les années 2020.

La figure ci-dessous illustre le concept.

**The Global Information Grid and Challenges Facing Its Implementation**



Sources: DOD (data); GAO (analysis).

### 1.3 – Le développement de « l'Internet des objets »

L'Internet des objets concernent l'interconnexion, via Internet, d'objets divers comme des capteurs, des identificateurs, des microsystèmes (capteurs-actuateurs), ou tout autre dispositif électronique (ou photonique) enfoui de notre environnement quotidien. Cet Internet se développe actuellement avec, par exemple, les RFIDs, les systèmes de surveillance, les systèmes de contrôle de l'environnement, de l'énergie, de la santé, des systèmes de production, etc.

Les défis sont multiples pour assurer la mise en oeuvre de l'Internet des objets :

- Les défis technologiques sont liés (i) à la conception des « objets » eux même, (ii) aux systèmes d'exploitation et de middleware qui permettent la programmation et le déploiement d'applications utilisant ces objets et (iii) aux architectures d'interconnexion des objets via Internet.

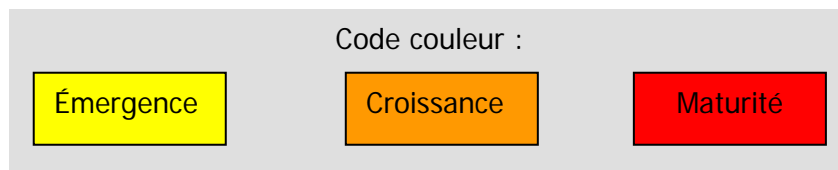
Les points (ii) et (iii) sont étroitement liés. Il s'agit de développer des systèmes embarqués ou enfouis avec des contraintes de temps réel, de modularité, d'adaptabilité et d'autonomie, de très faible consommation d'énergie, de taille réduite et pouvant assurer des tâches de contrôles et de communications de façon sûre. Il convient aussi de concevoir des architectures de communications au dessus de l'Internet actuel. Celles-ci sont basées sur une activation par des "événements" générés par les objets.

Chaque objet étant connecté à l'Internet, il faut qu'il puisse être identifiable par une adresse. On estime à des milliers de milliards le nombre d'objets connectables. D'où la nécessité de passer au moins à l'IPv6. Les objets devront fonctionner en grande partie sans fils. Une gestion plus optimisée du spectre est aussi nécessaire.

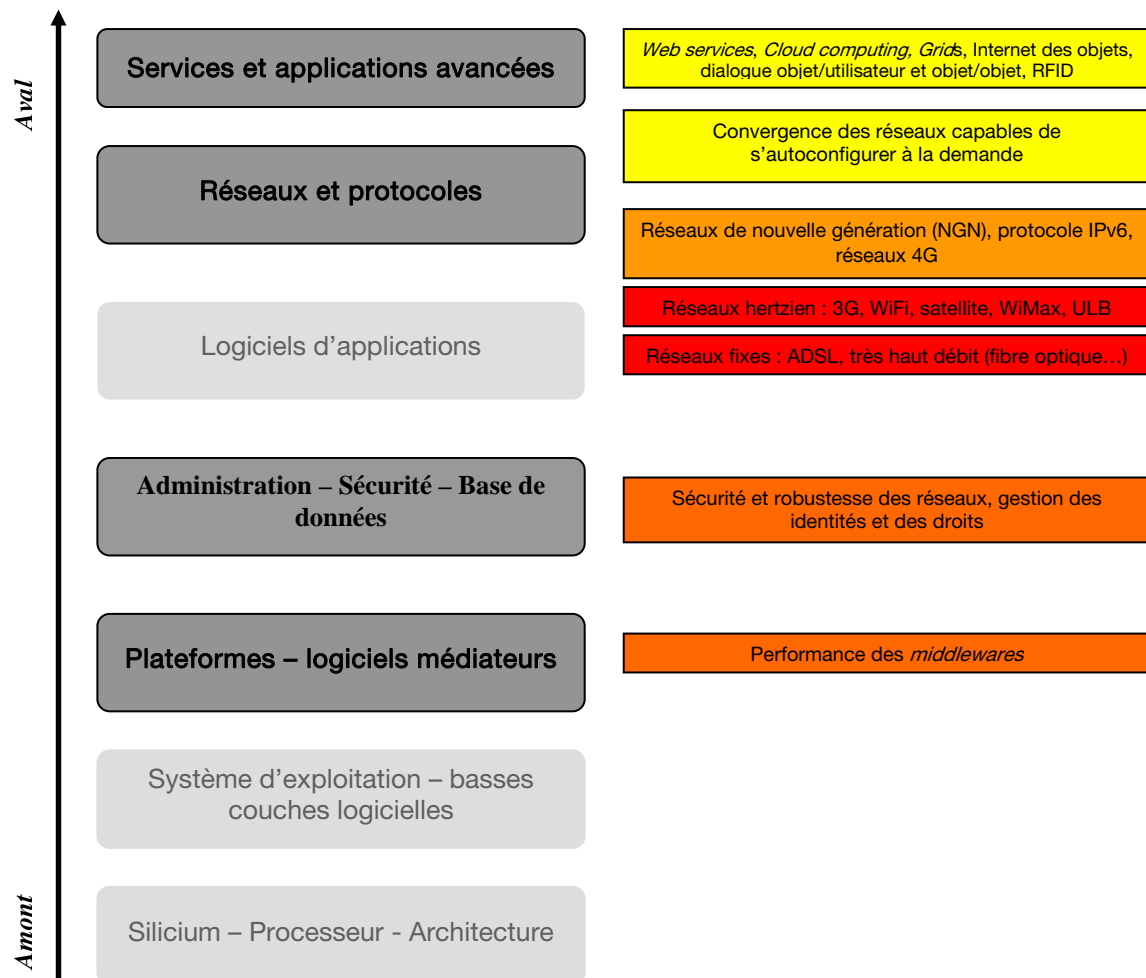
- Les défis à caractères sociétaux y compris la protection de la vie privée, la sécurité, la durabilité des objets, etc.

L'Internet des objets est une réalité aujourd'hui avec le développement des applications autour des RFIDs. D'autres sont en préparation dans tous les domaines. Elles combinent le développement de l'Internet des objets et celui des services, comme décrit précédemment, ouvrant la voie à toute une nouvelle génération de produits et services TIC.

## 2 – Position dans la chaîne fonctionnelle de l'information et degré de maturité des technologies



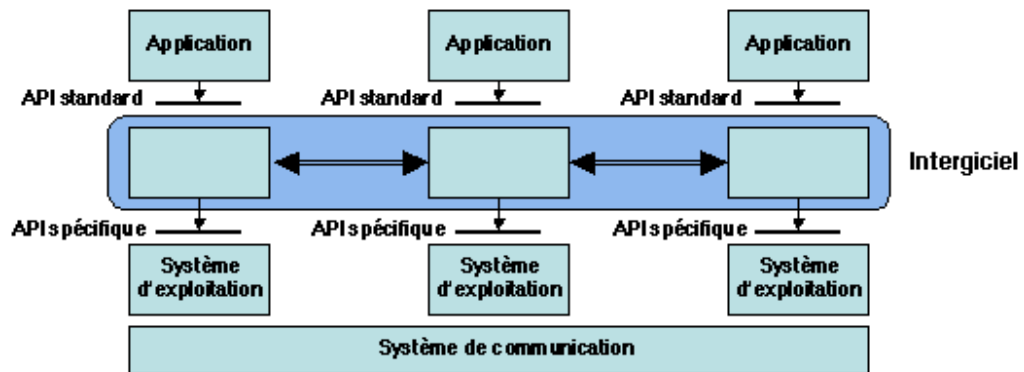
Les technologies d'intégration de réseaux et de systèmes sont totalement duales (civiles et militaires) et se trouvent généralement tout au long de la chaîne fonctionnelle du numérique :



### 3 – La situation actuelle

- Début de déploiement en Europe de réseaux de nouvelle génération et de fibre optique au plus près de l'utilisateur tant par les nouveaux entrants que depuis peu par les opérateurs historiques. Lesquels se retrouvent bien souvent en concurrence, et en position de nouvel entrant, dans leur démarche de conquête de marché à l'international.
- Fort investissement de la Commission européenne au travers du 7ème PCRD, plus de 600 M€ pour 2007 et 2008, sur le thème : « Infrastructures de réseaux et de services omniprésentes et fiables ». Les futures infrastructures envisagées devraient :
  - ⇒ Être omniprésentes et fortement dynamiques. Elles doivent offrir aux utilisateurs des possibilités quasiment illimitées, en étant compatible d'une grande variété de terminaux et de services nomades interopérables, d'une large gamme de formats de contenu et d'une multiplicité de modes de transport. Elles doivent également permettre l'intelligence du contexte et le comportement dynamique nécessaires pour des applications dont les exigences varient en fonction du temps et du contexte ;
  - ⇒ Garantir la robustesse, la résilience, la fiabilité et la sécurité compatibles avec des réseaux et plates-formes de services logiciels dont la complexité et l'étendue sont considérablement supérieures à celles des infrastructures d'aujourd'hui ;
  - ⇒ Permettre la convergence d'activités et de services en réseau et ainsi que leur gestion, et compatibles de multiples environnements tels que l'environnement domestique, l'entreprise ou les utilisations nomades.

- Développement de grilles de calcul et d'outils collaboratifs au sein des industries automobile, aérospatiale et nucléaire,... la bioinformatique, la pharmacie, le secteur bancaire, l'industrie du logiciel, les « communautés scientifiques » avec des plates-formes de grille opérationnelles (physique, climat, astronomie, etc.) mais aussi les communautés éducative (e-learning, arts, etc.).
- Développement de logiciel médiateurs ou intergiciels.



#### Organisation de l'intergiciel

L'utilisation d'intergiciels permet : de cacher les détails des mécanismes de bas niveau, d'assurer l'indépendance vis-à-vis des langages et des plates-formes, de faciliter l'évolution des applications. En conséquence, elle réduit le coût et la durée de développement des applications et améliore leur portabilité et leur interopérabilité.

- Croissance rapide des RFID associés aux objets et déploiement de l'IPv6.

#### 4 - Les principaux acteurs concernés

	France	Europe	Reste du Monde
<b>Recherche fondamentale et appliquée</b>	INRIA; Institut TELECOM CNRS ; Département d'Informatique de l'ENS	6 et 7 <sup>ème</sup> PCRD	ISI, NSCA, SDSC
<b>Industrie</b>	Bull, Orange	SAP, BT, Telefónica, Deutsche Telecom,...	BEA, Cisco, Globus Alliance, IBM, Oracle
<b>PP, instances de régulation, de normalisation et de concertation, etc.</b>	Solutions communicantes sécurisées (Provence-Alpes-Côte d'Azur), Transactions électroniques sécurisées (Basse-Normandie), Aéronautique et espace (Aquitaine et Midi-Pyrénées), DGA et Ministère de la défense		NIST, NSA, Department of Defence

## **5 – Prospective** (les 20 prochaines années)

### **Les tendances lourdes :**

- le déploiement des réseaux de nouvelle génération, de la fibre optique jusque chez l'utilisateur et début de basculement de l'IPv4 vers l'IPv6 ;
- forte demande, en particulier des domaines industriels et scientifiques, pour que soit développé et mise en œuvre services Web, des grilles de calcul et des outils collaboratifs ;
- déploiement des RFID.

### **Les incertitudes majeures :**

- capacité à maîtriser les aspects sécurité et gestion des identités et des droits.

### **Hypothèse 1 : Faible dynamisme**

- problèmes de sécurité partiellement maîtrisés ;
- déploiements chaotiques des réseaux de nouvelles générations, des fibres optiques jusque chez l'utilisateur et du basculement vers l'IPv6 ;
- développements d'outils collaboratifs et de grilles au sein de systèmes fermés (Intranet) ;
- déploiement très limité sur l'Internet de ces d'outils de partage de capacité calcul et de logiciels d'application ;
- croissance marginale des objets communicants ;
- portails grand public pour applications peu sensibles.

### **Hypothèse 2 : Blocage**

- problèmes de sécurité non maîtrisés ;
- déploiements des fibres optiques jusque chez l'utilisateur et des réseaux de nouvelles générations limités au cœur des grandes villes et persistance de l'IPv4 ;
- développements d'outils collaboratifs et de grilles au sein, et uniquement, de systèmes fermés (Intranet).

### **Hypothèse 3 : Nouveau paradigme : Web 3.0 et Grids**

- les systèmes de sécurité et de gestion des droits sont peu gourmands en capacité de calcul et sûrs ;
- déploiements généralisés des réseaux de nouvelles générations, des liaisons par fibres optiques jusque chez l'utilisateur et basculement vers l'IPv6 ;
- développement du Web 3.0 prolifération sur l'Internet des systèmes de partages de ressources ;
- croissance rapide des objets communicants.

*Rédacteur : Joël Hamelin*

*Mise à jour : 1/10/2008*