

# Internet Protocol : IPv6 sauve de la pénurie



Face au déploiement des « objets » reliés à l'Internet, en 2010 devrait avoir lieu la première pénurie d'adresses IP (Internet Protocol v4). Le protocole historique doit donc être relayé par son successeur IPv6, codé non plus sur 32 bits, mais sur 128 bits. A priori, la catastrophe n'est pas à l'ordre du jour. Sauf que cette mutation doit se préparer à tous les niveaux : réseaux, systèmes d'exploitation et applications... Et là, ça se complique.

IPv6 apporte d'autres atouts qui permettront de dynamiser le déploiement des applications sur Internet, aussi bien pour le grand public que pour les applications professionnelles. L'« économie Internet » est en jeu, ça ne plaisante plus, d'autant plus que la Commission Européenne vient, il y a quelques jours, de lancer un plan de déploiement !

La connexion des ordinateurs à Internet est permise par le protocole IP (Internet Protocol) en leur allouant une adresse qui permet de les identifier dans la topologie Internet. La version actuellement utilisée (IPv4) dans les applications, systèmes d'exploitation et réseaux code ces adresses sur 32 bits. Mathématiquement, cela donne droit à 4 294 967 296 adresses. C'est beaucoup, mais déjà trop peu si l'on considère la diffusion d'objets Internet à l'échelle planétaire, notamment sur le thème de la mobilité. Les experts et l'ensemble des observateurs s'accordent à dire que ce quota sera atteint fin 2010, c'est-à-dire après-demain ! La prédiction de la pénurie est même planifiée pour décembre 2009 pour l'autorité d'attribution des adresses IANA (Internet Assigned Numbers Authority) et pour août 2010 au niveau du premier registre Internet régional (RIR), c'est-à-dire au niveau des entités qui

procurent des blocs d'adresses aux fournisseurs de services Internet et aux très grands comptes.

Malgré l'emploi de techniques de translation d'adresses NAT

(Network address translation), IPv4 est donc rapidement condamné à céder sa place... Fort heureusement, le monde de l'Internet n'est pas celui du pétrole : une technologie qui s'essouffle peut être remplacée

par une autre. La solution se nomme IPv6. Ne cherchez pas IPv5, car cette version n'existe pas, ou en tous cas pas avec des fonctionnalités en lien avec IPv4 ou IPv6.

Depuis le début des années 90 et l'ouverture publique du réseau Internet, on s'est aperçu que le système d'adressage menaçait d'atteindre la saturation à terme. Les chercheurs du Net ont alors très tôt planché sur IPv6, connue depuis les années 90, mais seulement en cours de déploiement.

## 128 BITS : L'ABONDANCE !

Principal atout d'IPv6 : son codage sur 128 bits. De quoi assouvir l'ensemble des besoins et pour longtemps, car cela laisse la possibilité d'utiliser sur terre jusqu'à 3 911 873 538 269 506 102 adresses par m<sup>2</sup> ! « Mais ce n'est pas tout, souligne Thierry Ernst, chercheur à l'INRIA et président du comité de pilotage de l'IPv6 Task Force France (TFF). IPv6 permet une meilleure intégration de services supplémentaires et permet de supporter des sous-réseaux mobiles connus sous l'acronyme NEMO (ndlr : Network Mobility), sans parler de la simplification des développements. »

IPv6 n'est pas directement interopérable avec IPv4. Toutefois, les équipements IPv4 et IPv6

### TFF OU L'IPv6 TASK FORCE FRANCE

Initialement créée et présidée par Patrick Coquet, suite à la création de l'IPv6 Task Force Europe (faisant elle-même suite à une volonté de la commission européenne), l'IPv6 Task Force France (ou TFF) regroupe les différents acteurs de la société de l'information française en vue de sensibiliser et d'aider au déploiement d'IPv6 dans l'hexagone. La TFF est à présent intégrée à l'association G6. Cette association loi 1901 traite historiquement des aspects techniques d'IPv6. Présidée par Laurent Toutain, son bureau est composé de 9 membres académiques et industriels de différentes appartenances : INRIA, ENST-Bretagne, Renater, AFNIC, SFR, Alcatel, France Telecom. (Toutefois, précisons que les membres agissent au sein de l'association G6 à titre individuel et ne représentent donc pas officiellement leur entreprise ou structure d'appartenance). Le regroupement au sein d'une seule entité permet d'éviter les doublons, de créer des synergies et d'agir d'une seule voix. La TFF est donc à présent une cellule placée sous l'égide du G6. La TFF dispose de son propre comité de pilotage présidé par Thierry Ernst.

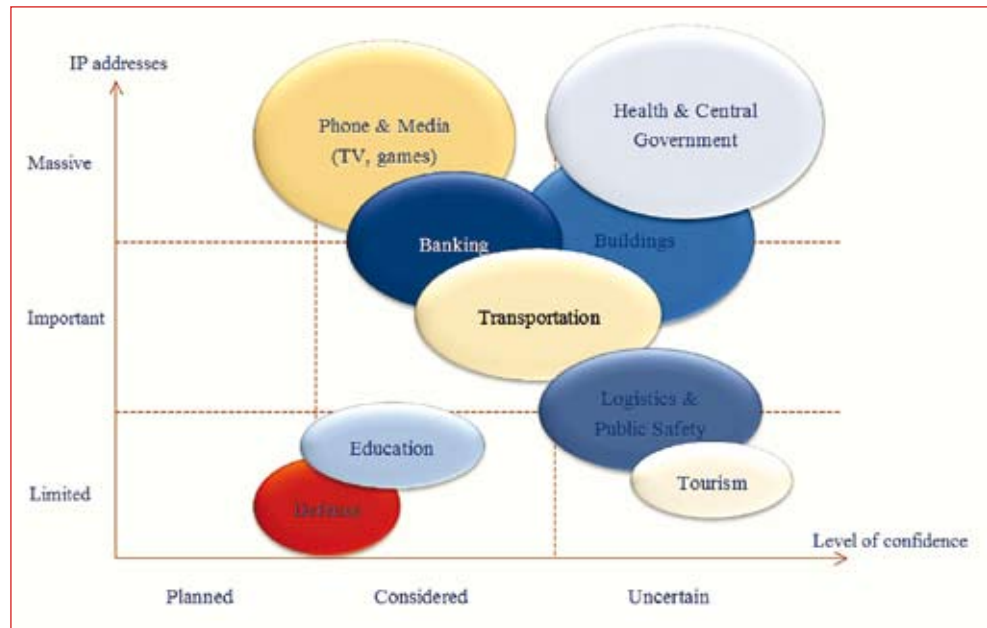
pourront communiquer ensemble en utilisant une passerelle spécifique. Cependant, IPv6 pourra être disponible en parallèle d'IPv4 sur le même équipement et sur le même réseau. Il y aura donc une phase de transition dont la durée est estimée à 10 ans, 20 ans ou plus, pendant laquelle IPv4 et IPv6 cohabiteront sur les mêmes équipements (techniquement qualifiée de « dual track ») et sur les mêmes réseaux. En revanche, dans les nouveaux usages, il n'y aura qu'une pile IPv6. De plus, d'autres standards et technologies de transition permettent d'encapsuler IPv6 pour une transmission utilisant une adresse IPv4 et inversement.

## L'ŒUF OU LA POULE ?

Un paquet de données IPv6 n'a pas le même format qu'un paquet de données IPv4. Cela impacte la mise à jour de la majorité des applications existantes, ainsi que des systèmes d'exploitation, sans parler des fournisseurs d'accès qui doivent eux aussi franchir le cap. On croyait être tranquille après avoir subi l'épuration informatique du passage à l'an 2000, eh bien non !

Certains fournisseurs d'accès migrent déjà sur IPv6, tel Comcast aux Etats-Unis, mais la majorité d'entre eux attend un plus grand déploiement des applications sous IPv6... Sachant que ces déploiements ne seront pertinents que dans le cadre d'un réseau lui-même sous IPv6, on se demande donc si c'est bien l'œuf IPv6 ou la poule IPv6 qui apparaîtra en premier.

« Mais cette translation impose des changements au niveau des équipements de réseau, des routeurs et aussi des appli-



Estimation de déploiement des adresses IPv6 à l'horizon 2010-2012 (source : Etude d'impact IPv6 par Zaltana)

cations déployées », remarque Thierry Ernst. Editeurs de logiciels, équipementiers et fournisseurs d'accès doivent tous mettre à niveau leurs offres. Du côté des systèmes d'exploitation, la situation est moins critique pour les solutions les plus récentes. Les systèmes d'exploitation MAC OS, Linux 2.6 et Windows Vista supportent aujourd'hui IPv6, de même que l'ensemble des applications JAVA. En revanche, les « vieux coucous informatiques » devront être remis à l'heure.

Le maillon faible du passage à IPv6 réside toutefois dans les applications. Par ailleurs il subsiste toujours des interrogations sur les logiciels et progiciels de gestion. « Pour briser cet attentisme, il faudrait que les instances officielles donnent des indications afin d'induire un passage incrémental vers IPv6 ! ».

## UN PLAN D'ACTION EUROPÉEN

Au niveau européen, l'IPv6 compte parmi les « dossiers

chauds » : le 30 mai dernier, lors d'une conférence tenue à Bruxelles, la Commission Européenne a rendu publique ses conclusions quant à un plan d'action pour le déploiement d'IPv6 au sein des Etats membre de l'Union Européenne. En résumé, la Commission Européenne souhaite qu'IPv6 soit largement déployé d'ici à 2010 : « Concrètement, au moins 25 % des utilisateurs devront être capables de se connecter et d'accéder aux fournisseurs de contenus et de services, sans grandes différences comparativement à IPv4. »

La Commission fait appel aux fournisseurs de contenus et de services pour proposer IPv6 d'ici 2010. Les industriels développeurs de produits (caméras, capteurs sur IP) sont également invités à considérer IPv6 comme plate-forme de base. Le programme de compétitivité et d'innovation lancé à cette occasion (CIP - Competitiveness and Innovation Programme), envisage d'ailleurs un support au test et à la validation IPv6 à l'horizon début 2009.

## LES PROMESSES D'IPv6

IPv6 devrait pour une grande part, apporter un vent d'innovation dans les usages utilisant Internet, notamment du fait de la multiplication des « objets » Internet. Dans l'habitat, l'unique ordinateur pour l'usage de toute la famille est en train de se multiplier. Téléviseur, équipement Hi-Fi, télésurveillance, équipements des amis de passages... Sans oublier le réfrigérateur et les autres appareils communicants, ainsi que les compteurs d'énergie et de fluides seront bientôt dotés d'une adresse IP. Donc, au fil de cette « escalade IP », nous passons progressivement de la simple connexion téléphonique, à l'ADSL, voire à la fibre optique et à plusieurs médias de communication, le tout en utilisant potentiellement plusieurs opérateurs différents ! IPv6 devrait, si ce n'est permettre, mais en tout cas faciliter les développements de l'ensemble de ces liens communicants.

## TRANSITION EN 5 ÉTAPES

Un plan de transition vers IPv6 interne à l'entreprise pourrait être le suivant :

- 1) Proposer des services IPv6 de base (DNS, serveur web, serveur d'e-mail) ;
- 2) Définir un plan d'adressage prenant en compte nouveaux usages, réfléchir à la sécurité, penser aux outils d'administration du réseau. En parallèle, il faut exiger de ses fournisseurs la compatibilité à IPv6 ;
- 3) Tester IPv6, à petite échelle et sur quelques services ;
- 4) Activer IPv6 partiellement dans le réseau. Déploiement effectif, en production ;
- 5) Migration totale : l'ensemble des services est placé sous IPv6 (paie, service clientèle...).

C'est aussi l'avènement des accès mobiles. L'ordinateur fixe, a fait place à l'ordinateur portable, puis nomade et enfin mobile. La perspective de l'ordinateur en réseau qui se déplace en permanence est déjà à nos portes. En témoignent les véhicules qui embarquent de plus en plus d'objets communicants. D'ailleurs, à terme, tous les objets communicants seront mobiles ! Cette mobilité progressive induit le passage d'une connexion téléphonique fixe à la liaison Wi-Fi et à plusieurs médias de communication. Bientôt, nous utiliserons des opérateurs différents dans la durée, voire simultanément.

Quant aux usages, dans la grande distribution, certaines enseignes développent l'achat à distance et le concept de « drive in ». Là encore, l'Internet mobile entre au cœur des développements. Il sera possible de combiner RFID et IPv6 au service du client. Ce dernier pourra faire l'inventaire des produits de consommation courante et commander automatiquement, réserver sa place de parking ou accéder à plus d'informations sur les produits. Depuis le magasin, il pourra faire l'inventaire de son réfrigérateur.

Reserver sa place de parking. La combinaison RFID et IPv6 apportera aussi un niveau de service au vendeur : inventaire à distance du stock dans le magasin, suggestions de promotions en fonction de l'inventaire dans le réfrigérateur du client (!), propositions de produits au client en fonction de son budget, traçabilité des produits...

Autres usages dans le secteur bancaire : développer la banque à distance en tous lieux à tout instant, depuis sa voiture, depuis son magasin (interroger sa banque avant l'achat), ou encore de chez soi de son PDA ou son téléphone, voire de son réfrigérateur !

Pour tous ces exemples d'applications, les développeurs ont besoin d'adresses globales, en quantités colossales, et de mécanismes simples à configurer, tout en fournissant un accès aux équipements nomades sans rupture de session (mobilité). IPv4 restera en marge de ces développements, trop complexes à ce niveau de l'Internet Protocol et par conséquent trop coûteux.

## ENJEUX MULTIPLES

*« Il est important dès à présent de réfléchir à l'impact d'IPv6 dans sa propre entreprise afin de préparer les infrastructures au changement. Le déploiement d'IPv6 représente un enjeu majeur pour la France et l'Europe toute entière, et cela à 3 niveaux. Du point de vue technique pour faire évoluer les architectures et prendre en compte des millions de nouveaux objets communicants. Du point de vue économique, il s'agit d'un facteur de développement considérable dans l'industrie et les services. Et du point de vue sociétal, car l'innovation aura une influence sur notre vie quotidienne », explique Thierry Ernst.*

IPv4 passera bientôt le relais à IPv6. En bonne « position aca-

démique », la France ne doit pourtant pas prendre de retard dans la pratique de cette migration. Car du nombre d'adresses, tout retard risque alors de freiner l'innovation et le développement de nouveaux objets et services via Internet ! Il faut garder à l'esprit le fait que des utilisateurs ou des services extérieurs à l'entreprise ne seront accessibles qu'à travers IPv6, que ce soit pour de nouveaux usages, dans certaines parties du monde ou pour une meilleure performance. IPv6 aura donc un fort impact sur les produits et services mis sur le marché. « Dès aujourd'hui, afin de se préparer à la concurrence et répondre à sa clientèle, il convient de proposer des services et des produits compatibles IPv6, sans oublier de les tester, puis de les valider. »

IPv6 offre de nouvelles possibilités au niveau de l'espace d'adressage aussi bien que de nouveaux mécanismes liés par exemple à la mobilité ou à l'auto configuration. Naîtront également de nouveaux usages en terme de nomadisme, de domotique...

*« Pour toutes les raisons liées à l'infrastructure informatique et même à son informatique de gestion, l'entreprise doit prépa-*

## AGENDA : LES PROCHAINS RENDEZ-VOUS IPV6

**2-4 juin 2008** : Journées Technique Réseau 2008 à Nancy sur « IPv6 Réalités et Perspectives » (<http://www.urec.cnrs.fr/article401.html>).

**22-26 juin 2008** : ICANN Paris, session Ipv6 (<http://par.icann.org>).

**30 juin-4 juillet 2008** : IPv6 Camp Rennes. A l'occasion de cette semaine, seront donnés : un séminaire sur la technologie IPv6, des démonstrations d'utilisation IPv6, un atelier organisé par l'IPv6 TFF. Se déroulera également l'assemblée générale du G6. ([http://www.g6.asso.fr/index.php/Camp\\_IPv6](http://www.g6.asso.fr/index.php/Camp_IPv6)).

**25-27 novembre 2008** : ICT Lyon. Dans le cadre de la Commission européenne seront données une session et des démonstrations IPv6. ([http://ec.europa.eu/information\\_society/events/ict/2008/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/information_society/events/ict/2008/index_en.htm)).

## POINT6 : UN PÔLE DE COMPÉTENCE BRETON

Depuis janvier 2005, Point6 met à disposition des entreprises industrielles, PME/PMI et TPE, ainsi que des établissements publics, deux types de services :

♦ **Expertise et ingénierie IPv6** : ce sous-pôle dispense des activités d'information, de sensibilisation, d'expertise dans les technologies IPv6. Il assure également une participation à des études ou à des co-développements de démonstrateurs, et à des développements de logiciels « middleware ». Laurent Toutain, enseignant-chercheur à l'ENST Bretagne et président de l'association G6.

♦ **Tests et certification IPv6** : l'équipe placée sous la responsabilité de César Viho, enseignant-chercheur de l'Université de Rennes1 au sein de l'IRISA (membre du comité de pilotage de l'« IPv6 Ready Logo Program »), propose de valider les produits IPv6. Il s'agit aussi bien de valider leur conformité aux normes que de valider leur interopérabilité avec d'autres équipements. Cette plate-forme de tests (<http://www.irisa.fr/tipi>) demeure, pour l'instant, le seul laboratoire reconnu par le « IPv6 Ready Logo Program » en Europe.

Point6 recueille notamment le soutien de l'IRISA (1) à travers notamment deux de ses tutelles, à savoir l'INRIA et l'Université de Rennes1, Telecom Bretagne (2), l'Institut Telecom (3), et la Région Bretagne.

(1) Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires.

(2) Grande École généraliste et centre de recherche international dans les sciences et technologies de l'information (Ecole initialement connue sous le nom d'ENST Bretagne).

(3) Au 1<sup>er</sup> janvier 2008, le GET est devenu Institut Telecom. Sa mission : l'enseignement supérieur, la recherche et la formation continue dans le domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication.

rer la migration interne à IPv6. Il s'agit par exemple de profiter du renouvellement naturel de ses équipements pour éviter les surcoûts relatifs à une migration tardive. C'est aussi prévoir un calendrier de déploiement et de transition. » En un mot : anticiper.

Quels sont les risques potentiels d'un immobilisme sur IPv4 ? « Tout d'abord être pris au dépourvu et se voir couper du monde de l'Internet. Cela signifie aussi la perte de marchés car, si vous ne le faites pas,

d'autres le feront, ou le font déjà ! D'ailleurs, ce n'est pas parce que les autres entreprises n'en parlent pas qu'elles ne le font pas. Ce qui représente un avantage concurrentiel. Réaliser la migration trop tardivement et dans l'urgence sera coûteux et pourra poser des risques pour la sécurité de l'entreprise, notamment avec un personnel mal formé », ajoute Thierry Ernst.

Les actions à prévoir sont donc de trois natures : Savoir-faire (former son personnel informatique), équipements

(prévoir IPv6 dans ses achats matériels et logiciels), conception et process (prévoir IPv6 dans le design de ses produits et services).

## LA SITUATION EN FRANCE

En France, l'hébergeur OVH assure l'accès à IPv6. le fournisseur d'accès Free offre un service IPv6 à tous ses utilisateurs (à la seule condition de configurer un paramètre de la FreeBox), depuis le 10 décembre 2007. Free utilise la solution de transition 6rd. Mais les gros opérateurs restent relativement frileux pour les offres aux particuliers. Du côté des professionnels, Nerim, opérateur relativement confidentiel a pourtant été le premier à faire le saut. En revanche, Orange assure la prestation aux grands comptes, mais uniquement sur demande.

Dans l'enseignement, les académies sont mieux préparées grâce à leur réseau RENATER (Réseau national de télécommunications pour la technologie l'enseignement et la recherche). Mais il n'existe pas encore de réel déploiement en dehors des laboratoires.

Et dans les ministères ? Aucun projet de déploiement connu à ce jour ! Contrairement à la situation aux Etats-Unis ou au Japon.

« Le déploiement d'IPv6 représente un enjeu majeur pour la France et pour l'Europe toute entière, précise Thierry Ernst. C'est un facteur de développement considérable dans l'industrie et les services ! Il nous faut alerter les décideurs politiques et industriels de l'imminence de l'arrivée d'IPv6 afin de préparer les utilisateurs, les éditeurs de logiciels, les opérateurs et les donneurs d'ordre à établir des plans de migration d'IPv4 à IPv6, d'en établir les coûts, et de créer de la valeur ajoutée sur cette nouvelle technologie. »

« C'est maintenant que les entreprises doivent s'impliquer dans la migration vers IPv6, insiste Thierry Ernst. IPv6 se déploie actuellement, sans que cela ne soit une utopie. Migrer aujourd'hui vers IPv6 ne demande pas de désactiver IPv4, mais simplement de s'assurer que les investissements présents seront compatibles plus tard. La migration demande une synchronisation minimale des différents acteurs. »

## POUR ALLER PLUS LOIN

Quelques références bibliographiques, liens et sources :

- « IPv6: Théorie et Pratique » par Gisèle Cizault éd. O'Reilly nov. 2005, 4<sup>e</sup> édition, 468 p. (ISBN 2-84177-337-X). Ouvrage consultable en ligne (sous droits d'auteurs) sur <http://livre.g6.asso.fr/index.php/Accueil>.
- Site Internet du G6 : <http://www.g6.asso.fr/>
- Site Internet de la TFF (IPv6 Task Force France) : <http://www.g6.asso.fr/tff>