

# IPv6 et Coopération Franco-Japonaise

**ERNST Thierry**

WIDE Project / Keio University / Nautilus Working Group Chair

Jun Murai Lab Keio University K-square Town Campus

1488-8 Ogura, Saiwai-ku, Kawasaki, Kanagawa, 212-0054 Japan

Tel.: +81-44-580-1600- Fax.: +81-44-580-1437

E-mail: [ernst@sfc.wide.ad.jp](mailto:ernst@sfc.wide.ad.jp)

<http://www.sfc.wide.ad.jp/~ernst>

---

## **Résumé :**

Dans cette présentation, je commencerai tout d'abord par expliquer ce qu'est IPv6 (protocole de base de l'Internet Nouvelle Génération) et pourquoi et comment ce protocole qui gère les communications entre ordinateurs dans l'Internet va changer notre vie. Ces explications tourneront autour des travaux conduits au Japon au sein de l'organisation WIDE, dans le domaine de la mobilité IPv6, et plus particulièrement la question de la mobilité des réseaux (NEMO) tels ceux que l'on trouvera prochainement dans une automobile ou un train. Ces travaux ont été initiés à l'INRIA, en France, dans le cadre d'une thèse de doctorat, et poursuivis ensuite au Japon à Keio University, l'élément moteur de WIDE. J'aborderai ensuite l'état d'avancement de ce domaine de recherche au Japon, en faisant un parallèle avec la France. Le groupe de travail Nautilus récemment créé dans WIDE a pour but de rendre opérationnelle une partie de ces technologies et s'efforce d'établir une forte collaboration entre la France et le Japon afin de bénéficier de leur complémentarité et de créer une synergie. En effet, le Japon joue actuellement un rôle moteur dans les technologies IPv6 alors que la France n'est pas en reste et entraîne l'Europe. C'est aussi une chance pour nos deux pays de démontrer notre savoir faire alors que culturellement tout nous sépare. Je soulignerai aussi les échanges d'étudiants permis par ce travail de collaboration et nos travaux en cours.

## **Abstract :**

In this paper, we will explain why and how IPv6 the New Generation of the Internet, based on the IPv6 protocol, will change the way we live. This will be outlined from the perspective of our own IPv6 activities conducted within the WIDE organization in Japan. Our focus is mobility in the Internet, i.e. when the point of attachment to the Internet varies over time. This includes mobility of stations (e.g. mobile phones using the Mobile IPv6 protocol) and mobility of entire networks (such as these we will soon find in vehicles, using the NEMO protocol). Our work turning around network mobility was initiated at INRIA in France during the course of a PhD before being later continued on at Keio University, the prominent WIDE member institution. We will outline the Nautilus working group recently created within WIDE. Nautilus aims at demonstrating how IPv6 mobility features could actually be deployed. In order to fulfil our objectives, we have deeply associated French labs with this effort since France is the leading IPv6 country in Europe whereas Japan is leading the world toward its deployment. Work in progress and student exchanges allowed by this collaboration will also be outlined.

## **Introduction :**

Les communications entre ordinateurs raccordés à l'Internet sont gérées par la suite de protocoles

TCP/IP. Pour un grand nombre de raisons, la version actuelle du protocole IP (Internet Protocol), i.e. IPv4, doit être remplacée par une version modernisée permettant notamment de connecter un nombre exponentiellement accru d'ordinateurs. En effet, l'Internet va petit-à-petit faire intrusion dans notre vie de tous les jours, et dans un futur proche, la plupart des équipements électroniques seront connectés à Internet, en commençant par le téléphone ou le lecteur de DVD jusqu'aux véhicules en passant par la cafetière, la climatisation et une myriade de capteurs. Les véhicules eux-mêmes contiendront un nombre important de capteurs, connectés entre-eux et constituant ainsi un réseau dit «embarqué». Chacun de ces équipements doit disposer d'une suite de chiffres unique, appelé «adresse IP», permettant et la localisation dans la topologie de l'Internet, et leur identification, un peu comme dans la téléphonie. Or, IPv4 et ses  $2^{32}$  adresses est bien limité face à de tels besoins d'adressage, en particulier dans les pays émergents (Chine, Inde) ou dans les domaines de la maison intelligente et de l'automobile qui seront de gros consommateurs d'adresses. Seul IPv6 et ses  $2^{128}$  adresses permettra de répondre à de tels besoins. IPv6 présente évidemment aussi, et même surtout, un certain nombre d'évolutions majeures par rapport à IPv4 qui permettront l'apparition de nouvelles applications. Sans entrer dans les détails, nous nous contenterons de signaler qu'IPv6 permettra plus facilement l'ajout de nouvelles fonctionnalités, en particulier la sécurité, la mobilité, la qualité de service, la transmission multipoint, et bien d'autres encore.

Parallèlement au développement d'IPv6, les usages futurs nécessitent de prendre en compte la notion de mobilité, c'est-à-dire le déplacement des équipements dans la topologie Internet. En effet, une grande partie des équipements seront soit en possession de personnes (téléphone, assistant électronique ou PDA, montre, appareil photo numérique, ou réseau personnel constitué de ces éléments), soit dans des éléments mobiles (voiture, bus, train). Nous avons donc besoin de mettre en place des mécanismes permettant aux personnes ou équipements en déplacement de rester connecté à l'Internet en permanence, en tous lieux, à tout moment. Ceci permettra des usages très variés, allant des applications multimédia (écoute de musique, visualisation de vidéo, consultation de pages web) jusqu'au contrôle en temps réel et à distance (rythme cardiaque d'un malade, contrôle du trafic routier, mise en route du chauffage, de la cafetière électrique).

C'est dans le soucis de rendre ce genre de scénario possible que nous avons mis en place, d'une part le groupe de travail NEMO à l'IETF, et d'autre part le groupe de travail Nautilus dans WIDE. Dans les paragraphes suivant, nous allons tout d'abord décrire de manière succincte le problème posé par la mobilité avant de décrire le groupe de travail Nautilus et enfin l'effort de coopération Franco-Japonais en la matière.

### **Adressage IPv6 et mobilité:**

Comme nous l'avons vu ci-dessus, l'adresse IPv6 détermine la position de l'équipement dans la topologie Internet. Sans rentrer dans les détails, nous pouvons néanmoins préciser que les équipements qui sont déplacés d'un endroit à un autre dans la topologie doivent obtenir une nouvelle adresse à chacun de leurs emplacements. Le changement d'emplacement dans la topologie nécessite donc un changement d'adresse. Or, l'adresse IPv6 servant d'identificateur de l'équipement, elle sert aussi à identifier la connexion en cours. Le changement d'emplacement a donc pour résultat la rupture des connexions. Il faut ainsi prendre en compte le changement d'adresse pour éviter que les connexions ne soient interrompues. Ceci nécessite la mise en place de techniques, appelées «gestion de la mobilité» garantissant que les connexions établies avec une autre machine dans le réseau Internet ne soient pas rompues suite à ce changement d'adresse. Des protocoles tels que Mobile IP et NEMO (NEtwork MObility) [NEMO] actuellement définis à l'IETF (Internet Engineering Task Force, organisme de standardisation des protocoles de la suite

TCP/IP) sont alors nécessaires pour gérer la mobilité, c'est-à-dire pour rediriger les communications en cours jusqu'à la position courante de l'élément en déplacement. Mobile IP gère la mobilité d'un seul équipement, alors que NEMO gère celle d'un réseau tout entier. Grâce à NEMO, seul l'ordinateur connectant le réseau en déplacement à l'Internet prend part à cette gestion, contrairement au modèle Mobile IP qui nécessiterait la prise en compte de la mobilité par chacun des équipements situés dans le véhicule en déplacement.

### **Convergence Franco-Japonaise:**

Les travaux sur la mobilité des réseaux ont été initiés à l'INRIA [INRIA] lors d'une thèse de doctorat [Ernst01] effectuée dans l'équipe PLANETE en partenariat avec Motorola. Dans un même temps, des travaux visant à étudier le modèle de communication pour connecter des véhicules à Internet ont été effectués au sein de l'équipe InternetCAR (Keio University, campus de Shonan-Fujisawa [Keio-SFC] et WIDE [WIDE]) et du consortium InternetITS [InternetITS], le second englobant plus ou moins les travaux du premier. L'étude théorique conduite en France et celle appliquée conduite au Japon ont tout naturellement convergé par le biais des résultats de thèse présentés à l'IETF. Ceci s'est concrétisé par un Post-Doctorat financé par l'INRIA et effectué dans l'équipe InternetCAR à Keio University. Keio University est l'élément moteur de WIDE [WIDE].

Cette année de Post-Doctorat a d'une part été mise à profit pour définir un modèle de communication plus efficace destiné à l'automobile [Ernst02], et d'autre part a permis la création du groupe de travail NEMO [NEMO] au sein de l'IETF et celle du groupe de travail Nautilus [Nautilus] au sein de WIDE. L'essentiel de ces travaux est résumé dans [Ernst03b].

### **Le projet Nautilus:**

Le groupe de travail Nautilus [Nautilus] a été créé au sein de l'organisation WIDE au début de l'année fiscale 2003. Ce projet a pour but de réaliser le déploiement des solutions permettant la mobilité des usagers et des véhicules. Ce projet a une durée de vie attendue de plusieurs années. Dans un premier temps, il a pour but de sélectionner, implémenter, et valider la suite de protocoles nécessaires afin de démontrer à quoi ressemblera les communications mobiles de demain. Cette phase est financée par les membres de WIDE qui fournissent du personnel, et par le gouvernement japonais qui couvre les dépenses d'équipement et les déplacements des personnels. Dans un second temps, il aura pour but de démontrer un usage opérationnel de la technologie, c'est-à-dire en prenant en compte les paramètres de performance, de sécurité, de contrôle d'accès et de paiement. Cette seconde phase nécessitant de plus amples moyens, il faudra associer quelques partenaires industriels, des opérateurs, et prestataires de services, qu'il faudra convaincre grâce aux résultats de la première phase. Pour y parvenir, nous sommes en train de mettre en place un certain nombre de plate-formes de test. La première, déjà existante, se trouve à l'intérieur de nos locaux, et permet d'implémenter et de tester les protocoles. Une deuxième a pour but de fournir des équipements (PDA sous Linux, en IPv6) à une trentaine de membres de WIDE afin de tester la technologie lors du déplacement des personnes (voix sur IP, vidéo-conférence, email, web surfing). Une troisième a pour but de tester le déplacement des véhicules et de démontrer des applications nouvelles. Il s'agit en fait d'un vélo équipé d'un GPS, d'une caméra web, et d'un PDA, le tout relié en réseau et connecté à l'Internet via plusieurs technologies (WiFi, AirH, 3G). Un cycliste est équipé d'un capteur permettant de mesurer le rythme cardiaque. Celui-ci se trouve tout d'abord au repos dans le bureau. Le rythme cardiaque est mesuré en permanence sur un ordinateur situé dans nos locaux et transmis par l'intermédiaire du PDA connecté à Internet par câble Ethernet. Le cycliste sors ensuite du local en emportant son PDA, tout en restant connecté à Internet grâce à l'interface WiFi. Il monte sur son vélo. Le PDA continue de transmettre les informations; la caméra web permet de plus d'envoyer la vidéo et un microphone les propos du cycliste. Le cycliste peut ainsi passer d'une zone de couverture WiFi à une autre. AirH prend automatiquement le relais et la

vidéo est interrompue lorsqu'aucune couverture WiFi n'est possible. Ce scénario pourrait être effectué avec une voiture, avec l'inconvénient que cela comporte: difficultés de faire des démonstrations hors de notre campus, coût élevé, et manque d'originalité puisque ceci a déjà été en partie démontré dans d'autres projets, en particulier InternetCAR. Les informations diverses relatives à ces plate-formes seront mises à jour régulièrement sur notre page web [Nautilus].

### **Coopération Franco-Japonaise:**

Le création du groupe de travail Nautilus permet aussi d'envisager de plus amples collaborations entre japonais et français car les compétences des deux pays sont complémentaires. A cet effet, une lettre d'intention a été signée (MOU – Memorandum of Understanding) entre WIDE (Keio University) et l'Université Louis Pasteur de Strasbourg [ULP] ainsi que l'ENST Bretagne [ENST]. Outre des échanges sur une liste de discussion partagée, des étudiants ont eu l'occasion de séjourner dans le pays partenaire. En marge de ceci, nous accueillons aussi des étudiants venus de Seoul National University (Corée du Sud) qui visiteront aussi nos partenaire en France. Des discussions sont actuellement en cours pour impliquer l'INRIA [INRIA], l'INT et des industriels français, en particulier ceux ayant des intérêts dans les deux pays (France Télécom R&D et son Silk Center à Tokyo, l'association Renault-Nissan, 6WIND, pour ne citer que les plus connus). Une plate-forme de test similaire à celle en cours d'élaboration dans Nautilus pourrait alors voir le jour en France et susciter d'avantage de participation et d'émulation.

### **Conclusion:**

Le développement d'IPv6 est une occasion pour le Japon et la France de s'associer dans le domaine des technologies de l'Internet. De nombreux projets similaires existent dans les deux pays et pourraient suivre l'exemple de Nautilus à condition que des moyens financiers et humains soient mis en place, et que les industriels prennent conscience d'une part de la réalité du déploiement d'IPv6 (beaucoup d'industriels français en doutent encore contrairement à leurs homologues Japonais et à la communauté scientifique académique des deux pays), d'autre part de l'occasion unique qui s'offre à eux de devenir un moteur de ce développement. En effet, le déploiement d'IPv6 va non seulement nécessiter le renouvellement des matériels, mais surtout va révolutionner notre manière de vivre et peut-être même de penser avec l'apparition d'Internet à tous les échelons de notre vie. Manquer le cap du passage à IPv6 serait prendre le risque de mettre l'industrie française en péril. En revanche, le passage à IPv6 implique aussi tout une panoplie de soucis sociologiques qu'il nous faudra aussi considérer afin de mettre en place des règles d'éthique à l'échelle mondiale pour que cette révolution ne devienne pas intrusive. Ceci ne peut pas se faire de manière unilatérale. Là encore existe une chance à saisir en unissant l'effort de nos deux pays.

### **Références**

- [Ernst01] Ernst Thierry «Le support des réseaux mobiles dans IPv6» thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, France, octobre 2001.
- [Ernst02] Ernst Thierry et Uehara Keisuke «Connecting Automobiles to the Internet», ITST workshop, Seoul, Novembre 2002
- [Ernst03] Ernst Thierry, Mitsuya Koshiro et Uehara Keisuke «Network Mobility from the InternetCAR perspective», Journal of Interconnection Networks, Vol.4 #3, Septembre 2003
- [Ernst03b] Ernst Thierry, «Le support des réseaux mobiles dans IPv6», CFIP, Paris, Octobre 2003
- [ENST] Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications de Bretagne (ENSTB) <http://www.enst-bretagne.fr>
- [InternetCAR] InternetCAR, <http://www.sfc.wide.ad.jp/InternetCAR>
- [InternetITS] InternetITS Project, Japan, <http://www.internetits.org>

- [INRIA] Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA), France, <http://www.inria.fr>
- [Keio-SFC] Keio University Shonan-Fujisawa Campus, <http://www.sfc.keio.ac.jp>
- [Nautilus] Nautilus Working Group Japan, WIDE Project, <http://www.nautilus6.org>
- [NEMO] NEMO Working Group, Internet Engineering Task Force (IETF), <http://www.ietf.org/html.charters/nemo-charter.html>, octobre 2002
- [ULP] Université Louis Pasteur, Groupe Recherche Réseaux, <http://www-r2.u-strasbg.fr>
- [WIDE] WIDE Project, Japan, <http://www.wide.ad.jp>

### **Remerciements**

A l'INRIA pour avoir mis en place ce mécanisme de bourse sans lequel ces travaux n'auraient jamais été possibles, et Jun Murai, gourou de l'Internet pour m'avoir accueilli au Japon dans son labo.