

Conférence

De Transpac à Internet **ou de X25 au tout IP**

par **Rémi Després**, ancien directeur technique de Transpac

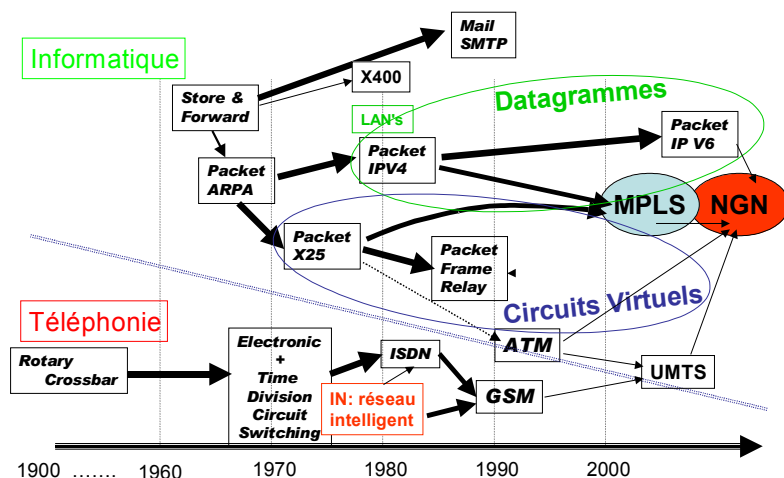
et **Michel Elie**, ancien participant au projet ARPA

sous la présidence de **Patrice Flichy**, professeur de sociologie à l'université de Marne-la-Vallée

Cette double conférence était organisée à l'occasion de l'Assemblée générale de l'AHTI, le 24 janvier 2007 à l'ENST. Le compte-rendu utilise en particulier les notes prises en séance par Benjamin Thierry.

Philippe Picard, président de l'AHTI et organisateur de la conférence, prend d'abord la parole pour rappeler que l'AHTI a organisé, à la fin de l'année 2000, une réunion sur les premiers réseaux de données. Mais la période concernée se limitait à 1954-74. Il s'agit maintenant d'examiner la suite qui a vu le succès de l'IP d'Internet prévaloir sur l'X25 dans les réseaux de données. Pour illustrer son propos, il présente le document ci-dessous qui résume l'évolution des technologies et leur influence sur les réseaux. L'évolution actuelle des réseaux vers le *New Generation Network* (NGN), les mobiles de troisième génération (3G), la convergence voix/données/vidéo est sous-tendue par la lente maturation -la *road map* - des technologies de commutation numérique par paquets, où les technologies X25, *Asynchronous Transfer Mode* (ATM), *Internet Protocol* (IP) ou *Multipole Label Switching* (MPLS) sont des étapes marquantes de l'évolution amorcée dans les années 1960.

L'évolution des technologies de commutation par paquets



Les sigles sont explicités in fine.

Le président Patrice Flichy commence ensuite la séance par une présentation des conférenciers. Rémi Després a travaillé au CNET, sur le projet RCP notamment, avant de rejoindre Transpac. Michel Elie a travaillé sur l'architecture des réseaux à ARPA avant de rejoindre Bull. Le président ajoute que lui-même venait du CNET avant de rejoindre l'université.

Le président considère que la compréhension des choix techniques relatifs aux réseaux est, pour un historien, plus complexe que celle des relations entre les télécoms et l'informatique, quand deux mondes voisins voyagent de l'un à l'autre avec leurs solutions techniques.

Il propose d'organiser le débat en trois phases. Une première consacrée à la genèse des réseaux X25 dans les années 1970, une deuxième couvrant vers 1985 la maturité d'X25 et l'arrivée d'alternatives technologiques dont Internet, la troisième permettant de conclure sur les points de vue respectifs des conférenciers.

P. Picard fait part de son approbation d'un tel schéma rafraîchissant. La convergence entre l'informatique et les télécoms se prolonge depuis plus de quarante ans, dans les infrastructures comme dans les services, même si aux débuts les doutes l'emportaient sur les certitudes, comme en atteste une déclaration d'un dirigeant d'AT&T qui en 1968 en niait encore la réalité.

Le président donne alors la parole aux orateurs sur le premier thème.

La genèse des réseaux de paquets

Michel Elie a passé un an à l'université de Californie, l'UCLA, dans l'équipe qui a démarré Internet et qui tiendra une grande place par la suite dans son développement, avant de rejoindre Bull où il collabore avec le projet Cyclades.

Il situe avant 1975 le démarrage d'Internet aux Etats-Unis, puis celui de Cyclades en France.

L'idée qui préside à la mise en place de la commutation par paquets a été proposée dès 1964 par P. Baran, de la *Rand Corporation*, pour les besoins des militaires américains qui souhaitaient - alors que sévissait la guerre du Viet-Nam - décentraliser la fonction de commutation dans un système distribué, tout en conservant un système fiable. Plusieurs travaux ont complété cette approche par la suite, ceux de Lyder, de Taylor et Roberts, etc. essentiellement pour l'ARPA, un organisme du *Department of Defense* finançant en particulier les recherches sur les réseaux menées dans les universités.

Cet environnement universitaire est apparu propice et a favorisé une conception quelque peu 'libertaire' de ces réseaux, refusant une conception trop hiérarchisée. Par exemple, les méthodes de spécification du réseau, les RFC, sont conçues dans un esprit où chacun peut y contribuer sans que chaque apport se trouve aussitôt finalisé. Le réseau ARPA est ainsi distribué entre des 'pairs', dont aucun ne prédomine et qui doivent se passer 'la patate chaude', comme dans le jeu éponyme. (On peut d'ailleurs remarquer qu'aujourd'hui Internet retrouve parfois les formes qui ont présidé à sa naissance, comme dans Wikipedia, l'encyclopédie en ligne).

Le projet Cyclades en France s'est inspiré du même esprit, à la suite d'une mission aux Etats-Unis de la Délégation à l'informatique. Deux voies s'ouvraient alors en France : la voie Cyclades qui était soutenue par la Délégation en 1972 et qui comprenait un réseau de données, Cigale, basé sur des datagrammes et permettant une diffusion de messages, mais avec une qualité de service suffisante mais faible - un problème que sous-estiment souvent les universitaires - ; la voie X25 qui est plus d'inspiration télécoms, offre une meilleure qualité de service et permet de régler les problèmes de congestion. D'autres voies, comme SNA d'IBM, ont été alors peu explorées. Dans cette situation, le choix final de la DGT était évident.

Le président remercie l'orateur et souligne le climat d'expérimentation typique des milieux universitaires. Il note aussi que certains grands opérateurs, comme AT&T par exemple, restent assez sceptiques sur les solutions proposées, toujours en raison de la qualité de service exigée des réseaux de télécoms. Néanmoins, les premières connexions à ARPA ont eu lieu en 1968-69. Il passe alors la parole au second orateur.

Rémi Després fixe plutôt à 1968 le début d'Arpanet. Donald Davis, du *National Physical Laboratory*, lui paraît avoir été l'inspirateur principal du mode paquets. Un projet britannique *Experimental Switching* s'est à la même période inscrit dans le mode paquet. Louis Pouzin a simplifié par la suite certains concepts d'Arpa pour mettre en place les datagrammes. R. Després travaillait alors au CNET sur les paquets et il remarque qu'on parle de commutation de paquets à Cyclades et de communication par paquets aux télécoms. L'avantage reconnu au mode paquets tient à ce que les deux bouts d'une liaison ne sont pas contraints d'être connectés à la même vitesse. C'est, de ce fait, un mode statistiquement plus économique que le mode circuits.

Il apparaît alors de premiers systèmes de communication de données, comme Sabre ou comme ceux destinés au *Time Sharing*, et des réseaux privés d'entreprise commencent à exister. Il faut donc proposer une structure publique de transmission de données qui soit aisément facturable. C'est l'objectif que se fixe le CNET, en introduisant la notion de circuits virtuels qui répond aux besoins des applications réelles, avec mots de passe, réservations, jonction d'ordinateurs distants, etc. pour une application aux réseaux privés.

En parallèle, il y a le projet Cyclades. Celui-ci améliore certainement le réseau Arpanet avec les datagrammes, mais il se limite à connecter des ordinateurs. Il ne peut former une base pour un service public, ne permettant pas une qualité garantie. Les ingénieurs de la Bell Canada, au départ influencés sans doute par Louis Pouzin, sont plutôt favorables aux datagrammes et R. Després leur propose de rechercher une interconnexion entre datagrammes et réseaux virtuels. Du côté des Etats-Unis un projet de réseau commercial de Larry Roberts, Télénét, utilise une forme de circuits virtuels et pourrait se greffer sur le futur X25. Les Britanniques, influencés de même par L. Pouzin, restent un temps favorables aux datagrammes, mais leur système est assez lourd et finalement, au CCITT, ils se rallient aux circuits virtuels, sous la pression du projet Euronet de réseau européen par paquets et sous l'influence de R. Després. En 1974, IBM fait valoir le réseau SNA, qui est plutôt orienté vers les circuits virtuels et dont les liaisons spécialisées peuvent s'adapter à l'empilement de protocoles d'X25. La voie est ainsi ouverte aux circuits virtuels.

Le président remercie l'orateur, en soulignant cette navigation entre deux mondes proches et distants. Il ouvre une première discussion.

Jean Bellec fait remarquer que, pour les informaticiens, l'arrivée des réseaux de paquets représente une perte des revenus tirés par eux des réseaux privés. **R. Després** ne voit là qu'une politique de retardement. **L. Levillon** note que les télécoms avaient d'autres projets en étude, mais qui n'ont pas connu de débouché.

P. Picard trouve que la concurrence entre l'IRIA et la DGT d'une part et de l'autre des projets tels que ceux de Pierre L'Hermitte, directeur des services informatiques à EdF, au sujet des réseaux d'entreprise, a été plutôt stimulante. **M. Elie** pense qu'il y avait beaucoup de malentendus sur les réseaux. ARPA visait un partage de ressources, les télécoms s'intéressaient à la fourniture de services et à la disponibilité des tuyaux.

Marcel Thué se souvient qu'en 1976, lorsque le CCITT s'est intéressé aux propositions de l'ISO pour les réseaux d'entreprise, IBM, qui s'était pourtant opposé aux opérateurs des télécoms, a accepté X25 sans aucune objection formelle mais sans beaucoup d'enthousiasme. **L. Levillon** pense qu'IBM était favorable à un interface unique et rappelle qu'il a rapidement proposé des modems X25. **R. Després** rappelle qu'il est informaticien d'origine et note un autre problème, celui des pénuries d'adresses pour Arpanet. **M. Elie** voit dans X25 surtout un intérêt pour le transport.

Le président arrête là cette première discussion et passe au deuxième thème.

Le développement de Transpac et l'arrivée d'Internet

R. Després rappelle le succès rapide de Transpac après 1979. Il y avait 8000 abonnés en 1985, alors qu'Arpanet était encore un réseau minuscule. Le Minitel a contribué à ce succès par le nombre de connexions. Transpac commençait même à s'internationaliser avec Euronet en Europe, Coronet et Infonet se développaient aux Etats-Unis. La simplicité relative d'X25 permettait d'envisager son emploi en transit sur tous les réseaux interconnectés et l'infrastructure mondiale pouvait donc être utilisée. Parmi les retombées industrielles, SESA et TRT ont bien réussi au début à exporter leurs produits X25.

A partir de 1983, on voit apparaître des techniques concurrentes de multiplexage, comme le *Frame Relay* - dont le premier modèle vendu par Transpac utilise du matériel produit par la *start-up* de R. Després -. L'AT&T et le CNET à Lannion sont plutôt favorables à l'ATM, qui leur paraît un compromis acceptable entre l'informatique et les télécoms. L'ATM a effectivement connu alors un succès provisoire en France. Mais globalement, c'est Internet, avec la norme TCP/IP, qui va l'emporter

M. Elie voit l'évolution différemment. Il y a désaccord sur la notion de réseau : du côté de Cyclades ou d'ARPA, on a une définition participative des utilisateurs ; du côté des télécoms, on a la vision d'une fourniture de services, moyennant la disponibilité d'un tuyau. Chez Bull, on était à la recherche d'une architecture de réseau d'ordinateurs qui soit un système ouvert. Des discussions ont eu lieu sur la normalisation en couches adoptée par l'ISO, sachant qu'IBM la voyait d'un assez mauvais œil. - **P. Picard** interrompt l'orateur pour rappeler qu'IBM a, sous la pression de Bruxelles, ouvert l'accès à ses spécifications pour permettre des passerelles vers SNA en Europe -. En fait la norme ISO apparaît à certains comme trop complexe et, en 1991-93, un basculement se produit en faveur des réseaux d'ordinateurs, parce que le coût des réseaux de télécoms semble trop élevé et que le prix des mémoires a sérieusement baissé. La possibilité d'implémentation de TCP/IP sous Unix est aussi une cause du succès d'Internet qu'on voit s'ouvrir aux applications industrielles.

Le président fait remarquer que les deux systèmes continuent d'exister en concurrence, alors qu'en 1989 on passe aux Etats-Unis d'Arpanet à Internet. Puis il ouvre la discussion.

M. Levillon rappelle que les applications de IBM passent en connexion IP en 1989-90. **M. Elie** signale que Bull se connectait alors à TCP/IP via Unix. **M. Feneyrol** indique que, à la fin des années 1970, le satellite Télécom 1 était utilisé pour transmettre les données informatiques. **Y. Guinet** se souvient que, en 1986, la Commission européenne avait tenté d'imposer la norme ISO en Europe, avec la conviction de sa réussite. **J. Grenier** pour sa part s'interroge sur l'arrivée de la vidéo, mais **R. Després** rappelle que rien n'était envisagé en ce sens avant 1989. **P. Picard** note que le projet MAP aux Etats-Unis fut alors la première application industrielle conforme à TCP/IP. **J. Bellec** ajoute que la doctrine de Bull fut alors de continuer à jouer X25 et SNA, comme le faisait

IBM. En fait l'évolution de la normalisation paraissait trop rapide pour en assurer le suivi en temps réel.

Le président propose alors de passer à la troisième partie de synthèse sur le succès de l'IP par rapport à X25.

Le succès d'Internet

R. Després met en avant des raisons organisationnelles dans le succès de l'IP, parce que l'équipe centralisée d'Arpa-Internet a été capable de conduire une vaste opération de marketing, à commencer par le nom Internet, ce dont était incapable X25. La préoccupation première des télécoms d'alors est encore le raccordement d'abonnés au téléphone et la transmission de données paraît un marché assez incertain, aussi X25 manque-t-il de soutien à un niveau élevé et le développement de Transpac n'est pas poursuivi avec élan. Pourtant tout était également possible avec X25, quand la transmission est devenue bon marché, même la messagerie ou l'accès aux bases de données, comme sur le *web*. En fait, il y avait une motivation politique chez les Américains, menés par Al Gore, qui voulait reprendre la main sur l'Europe les devançant en transmission de données pour le grand public et avec Minitel, après son premier succès en commutation temporelle - avec l'aide de Microsoft ? *s'interroge J. Bellec* -. D'où une contestation systématique de Transpac contrôlé par la DGT et une pression pour arrêter l'évolution d'X25. Les motivations n'étaient pas techniques : l'IP était très instable et on a eu bien du mal à le faire fonctionner correctement, avec une qualité de service minimale, même si la centralisation du réseau favorisait la R&D ; l'IP est devenu finalement presque aussi complexe qu'X25. Mais Internet a bénéficié du coût de la distance, quasiment annulé par l'introduction des fibres optiques, et il en a profité pour introduire de nouvelles applications.

M. Elie note cependant que le financement initial d'Internet était très limité et que ses promoteurs ont su laisser une grande place à l'imaginaire. Alors que les opérateurs étaient encore les leaders, Internet a introduit une révolution en utilisant directement des prescripteurs d'applications. C'est surtout par sa simplicité qu'Internet a séduit, par rapport à la complexité des couches ISO, et, même si cette simplicité s'est complexifiée au fur et à mesure de sa mise en œuvre, l'image est restée d'un système simple. Et l'accueil des utilisateurs a été très favorable, parce que Internet était capable de les faire rêver, ce que n'avait pas su faire X25.

Le président rappelle cependant que Internet a connu un financement à long terme, depuis 1967 jusqu'à 1993. Il a bénéficié d'une décentralisation et d'une multiplicité d'initiatives, et il a atteint une conception universaliste sans avoir à se préoccuper de créer un réseau. Il a mis en œuvre des applications plus ou moins nouvelles, comme la messagerie ou le web, et a su utiliser les microordinateurs existants comme terminaux. Il y avait certainement au départ une influence de l'esprit d'aventure californien, déjà apparu dans la microinformatique et qui utilise le PC dans le développement d'Internet. Cette

culture un peu marginale a été pourtant reprise rapidement par les médias qui ont introduit un nouveau mode de culture en multipliant les initiatives, comme la création du club d'utilisateurs Usenet.

*Après ces remarques, le **président** ouvre la discussion générale.*

Discussion

M. Levillon note qu'une différence notable entre Internet et l'ISO a été la gratuité des applications. **J. Grenier** remarque que le financement des réseaux n'était pas le même selon qu'il s'agissait du DOD ou d'Arpa et **Jean Le Mézec** ajoute que finalement ce sont les Etats américains qui ont financé Internet. **M. Feneyrol** souligne l'importance qu'ont prises les approches applicatives. La DGT opposait alors les opérateurs de la voix et ceux des données. Aujourd'hui, avec l'arrivée de la vidéo, on arrive à la fin du modèle gratuit. L'idée initiale que la voix paierait les données est à renverser.

R. Després souligne le dynamisme dont ont fait preuve des firmes américaines, comme Netscape, ou les moteurs de recherche. **M. Elie** note aussi que des stratégies non marchandes se sont mises en place, en recherche notamment. **M. Thué** pense cependant que la complexité des protocoles OSI a été un facteur négatif. De plus leur application aux télécoms n'était pas possible sans 'concaténation' des messages dans le cas des liaisons satellites, en raison des délais de propagation. **P. Picard** pense que l'évolution finale était peu prévisible. L'IP d'aujourd'hui a peu à voir avec l'IP initiale ! En outre Internet a ouvert le chemin à de nouveaux acteurs comme Cisco, avec des conséquences techniques et industrielles.

R. Després insiste sur le fait que les motivations n'étaient pas toutes techniques. La France aurait pu conserver son rôle de leader, mais elle n'avait pas d'industrie informatique suffisante, avec Bull qui n'a pas complètement exploité X25. **P. Picard** ajoute qu'il en était de même quand Alcatel a racheté la SESA. **M. Feneyrol** pense qu'il faut replacer ces évolutions dans les rapports de force internationaux. L'IP d'aujourd'hui équivaut de fait à l'ATM, même si celui-ci offre une vraie garantie de qualité de service, alors que l'IP demeure le domaine du *best effort*.

*Le **président** remercie orateurs et intervenants pour cette riche séance et propose de terminer la réunion sur ces dernières observations.*

Glossaire

ARPA : *Advanced Research Project Agency.*

ATM : *Asynchronous Transfer Mode*

CCITT : *Comité de Coordination International de Télégraphie et de Téléphonie.*

DOD : *Department Of Defense.*

GSM : *Global System for Mobile communication*

IP : *Internet Protocol.*

IN : *Intelligent Network.*

ISDN : *Integrated Services Digital Network*