

II. – LA NOUVELLE DONNE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS AMÉRICAINES

LE RÉSEAU GÉODÉSIQUE

Peter W HUBER

Le département antitrust du ministère de la Justice des Etats-Unis avait confié à un expert, Peter Huber, un ingénieur de formation devenu avocat, l'évaluation de la situation des télécommunications, quatre ans après la décision de justice procédant au démantèlement d'AT&T. La diffusion du rapport remis par ce dernier en 1987, The Geodesic Network, 1987, Report on Competition in the Telephone Industry, qui prônait une poursuite délibérée de la libéralisation des marchés de télécommunications, a engendré de très vifs débats. Il reste à l'heure actuelle une référence quasi incontournable. En outre, la notion mise en avant de « réseau géodésique » a fait florès sans que l'on sache bien à quoi elle renvoyait. Il nous a paru intéressant de présenter un extrait de ce volumineux rapport qui justifie cette dénomination et la démarche de l'auteur (1)

Si le réseau connaît une expansion horizontale, les entreprises qui le gèrent enregistrent, pour leur part, une croissance verticale. Or l'ère de l'information vit un paradoxe fondamental en ce sens que la dispersion de la consommation va de pair avec une consolidation de la production. Quelles que soient les restrictions imposées aux Regional Bell Operating Companies (RBOC) (anciennes sociétés d'exploitation téléphoniques locales d'AT&T aujourd'hui regroupées en holdings), il n'en demeure pas moins que les dispositions du Modified Final Judgment (MFJ), établies en vue de mettre en place un marché de télécommunication stratifié horizontalement et fondé sur le modèle obsolète d'un réseau pyramidal, ne pourront fonctionner dans le long terme. AT&T, IBM ainsi que d'autres grandes entreprises de télécommunications et d'électronique américaines et étrangères ont déjà perçu le côté inéluctable de cette évolution et sont en train de s'y préparer.

Au cours des dernières quinze années, les concepteurs ont bénéficié des apports d'une véritable révolution technologique qui a radicalement transformé leur façon

de penser et de construire les réseaux si bien qu'à l'heure actuelle le réseau pyramidal adopte une forme voisine d'un dôme géodésique. Cette transition architecturale de Cheops à Buckminster Fuller (2) a eu lieu à une vitesse foudroyante.

Le démantèlement de la pyramide

Jusqu'aux années 70 environ, il était relativement simple de décrire les principaux éléments du réseau téléphonique (voir tableau 1). L'équipement terminal était rudimentaire et occupait une position tout aussi modeste au niveau le plus bas du réseau pyramidal. Au-dessus se présentaient, selon une hiérarchie rigide, les cinq niveaux du système de commutation d'AT&T. Des milliers de commutateurs de classe 5 servaient de commutateurs d'abonnés. Au sommet se trouvait un nombre réduit de commutateurs de classe 1 qui fournissaient les plus hauts niveaux de coordination et de commande nationale. Entre les deux, il y avait trois niveaux intermédiaires de commutation. Cette structure possédait la solidité, la du-

(1) Cet extrait reprend les pages 1-2 à 1-10 du rapport (NDLR).

(2) Architecte et mathématicien constructeur des célèbres « coupôles géodésiques » en résilles. Une des figures phares de la contre-culture américaine.

rabilité et la fiabilité de la grande pyramide à laquelle elle ressemblait sur le papier. Pour l'époque, c'était également le meilleur réseau possible. Il fonctionnait remarquablement bien. Il fonctionnait si bien qu'il avait justifié la création des Laboratoires Bell, lesquels représentaient sans

doute le plus grand centre mondial de recherche technologique. En 1947, trois chercheurs des « Bell Labs » découvraient le transistor. Cette innovation, suivie, une décennie plus tard, par le développement des circuits intégrés, transforma radicalement l'architecture du réseau.

Tableau 1

Le nombre de commutateurs publics par catégorie en 1982

Catégorie	1	2	3	4	5
Bell Operating Companies (BOC)	10	52	148	508	9 803
Opérateurs indépendants			20	425	9 000

Source: Engineering and operations in the Bell System 109 (1983)

La raison en tient à l'économie d'un réseau performant. Les réseaux sont, en effet, constitués à partir de deux éléments : les nœuds et les liens qui les unissent. Commutateurs ou ordinateurs forment les nœuds tandis que les systèmes de transmission représentent les liens. Les commutateurs acheminent, concentrent et distribuent le trafic – ce sont les interfaces électroniques intelligentes entre utilisateurs et fournisseurs de services, grands et petits. Les liens de transmission transportent le trafic d'un point à un autre. Un réseau performant doit articuler de façon harmonieuse ces deux composantes.

Lorsque la commutation est chère et la transmission bon marché, le réseau performant ressemble à une pyramide. Cent millions de téléphones convergent vers vingt mille commutateurs d'abonnés, lesquels convergent vers un millier de commutateurs tandems, et ainsi de suite jusqu'à arriver à des gros commutateurs pilotes régionaux, au sommet. Ce système dispose d'un nombre relativement restreint

de commutateurs et compte, en revanche, une multitude de lignes. Inversement, lorsque la commutation est bon marché et la transmission chère, le réseau performant a l'allure d'un anneau. Dans ce cas, les nœuds (commutateurs ou ordinateurs) sont raccordés point à point et à peu de distance les uns des autres en fonction d'un schéma « géodésique » (3). Il y a prolifération de commutateurs et d'autres nœuds intelligents, quant aux liaisons, elles sont toutes très courtes.

Autrefois, la conception du réseau répondait à une réalité unique et toute-puissante : la commutation était très lente et coûteuse, en particulier, à l'époque, c'était l'opérateur humain devant son standard à fiches qui constituait l'intelligence de la commutation. En comparaison, la transmission par fil de cuivre était relativement rapide et bon marché. Dans ces circonstances, il paraissait sensé, en termes techniques, de faire passer le trafic par un nombre de commutateurs minimum. Ces goulets d'étranglement n'étaient pas l'effet

(3) On comprend pourquoi AT&T est le pharaon du réseau pyramidal tandis qu'IBM est le seigneur des anneaux. En construisant ses réseaux locaux dans un environnement riche en intelligence électronique et pauvre en transmission, IBM a tourné sur un réseau en forme d'anneau. AT&T, qui a démarré ses activités un siècle plus tôt, à une époque où de coûteux opérateurs humains formaient des nœuds intelligents, a fonctionné de manière diamétralement opposée. Laquelle de ces deux architectures saura prévaloir ? Sans doute les deux. La topologie du réseau géodésique se résume à des triangles placés sur une sphère ou, ce qui revient au même, à des anneaux sur une pyramide.

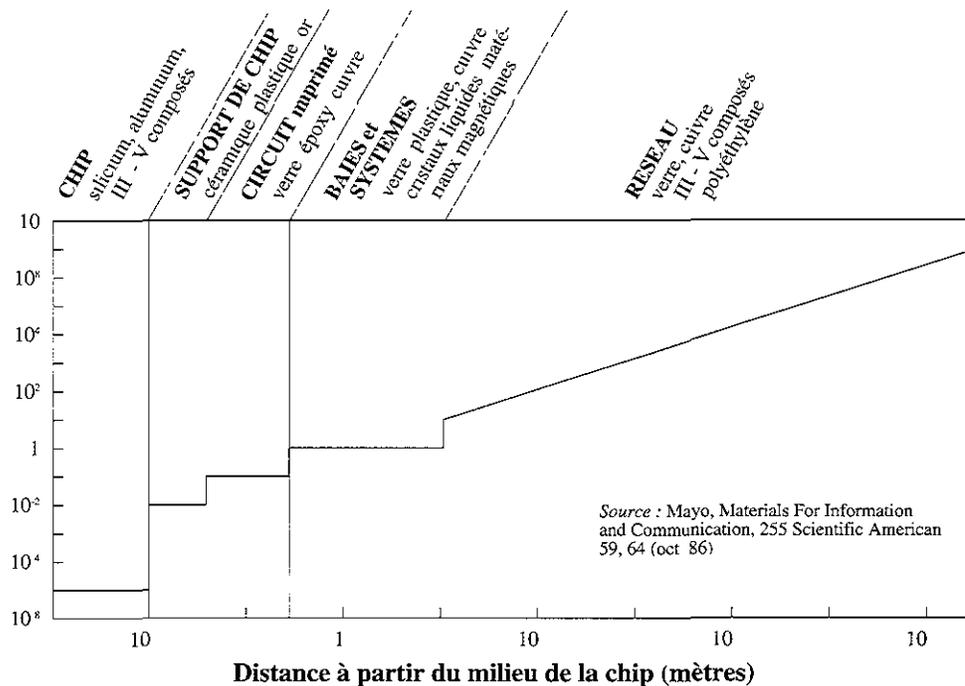
d'un hasard, pas plus qu'ils n'étaient destinés à asseoir le pouvoir d'un monopole. Ils étaient le produit d'une conception délibérée et soignée.

Au cours des cent dernières années, la technologie de base en matière de transmission à faible débit – paires torsadées enterrées ou aériennes – n'a guère changé et ses prix n'ont pas beaucoup varié. Mais le câble en fibres optiques a réduit spectaculairement les coûts de transmission pour les applications à haut débit, cependant, le dernier mile du réseau, lequel concentre

environ la moitié des dépenses de transmission, véhicule la majeure partie du trafic à faible débit. Durant les quinze dernières années, d'autre part, les innovations en matière d'électronique ont considérablement réduit les coûts de la commutation et des autres formes d'intelligence de réseau. La tendance inexorable vise donc à rapprocher la commutation de l'abonné. Si l'on réduit le nombre de connexions requises, les connexions à distance coûtent néanmoins plus cher du fait de l'accroissement des transmissions.

Tableau 2

Les coûts de l'interconnexion, selon la distance



Le coût d'une interconnexion augmente avec sa longueur. Le tableau ci-dessus indique le coût approximatif des matériaux utilisés dans les cinq niveaux de l'interconnexion.

Par conséquent, chaque nœud du réseau développe de nouveaux raccordements. Autrefois, l'équipement terminal disposait d'un seul et unique point d'accès au réseau. A l'heure actuelle, les autocommutateurs (PBX), les micro-ordinateurs et les gros systèmes ainsi que d'autres terminaux intelligents disposent de plusieurs accès. En général, les terminaux de réseaux ne

sont plus des terminaisons, mais des interconnexions. Les commutateurs d'abonnés des centraux téléphoniques locaux, qui, il y a peu, ne se raccordaient qu'aux domiciles des abonnés et à un niveau plus élevé au commutateur AT&T, se raccordent aujourd'hui à une constellation de centraux privés, de gros systèmes, de commutateurs de paquets et de commutateurs de radio.

mobile Quatre ans auparavant, ces mêmes commutateurs ne pouvaient diriger le trafic que vers un seul opérateur de services interurbains, aujourd'hui, grâce aux logiciels d'accès libre (equal access), ils peuvent choisir entre des dizaines d'opérateurs Les possibilités de connexion des opérateurs de services interurbains se développent, elles aussi Au cours des deux dernières années, AT&T a modifié ses commutateurs de classe 4 afin d'assurer une connexion directe avec des centraux privés et des multiplexeurs centrex Par ailleurs, les fabricants de PBX – dont AT&T, pour les plus importants – ont prévu des accès dans leur PBX pour que ces derniers puissent bénéficier d'une connexion directe avec les opérateurs de services interurbains de leur choix

Les ordinateurs, qui font également office de nœuds de réseaux, ont connu une évolution analogue Les utilisateurs qui, autrefois, étaient obligés de se déplacer (personnellement ou via le réseau téléphonique) pour avoir accès à un gros système travaillent à présent avec des millions de mini et de micro-ordinateurs Et tous les grands fabricants d'ordinateurs se sont mis à équiper leur matériel d'une vaste gamme d'accès, des simples modems aux multiplexeurs à haute capacité qui s'interfacent directement avec les réseaux locaux, les serveurs, les centraux privés et les centraux publics téléphoniques

Le déploiement de commutateurs spécifiques de l'architecture de réseau ouverte dans les centraux locaux constituera une nouvelle étape vers la mise en place d'une architecture de réseaux complètement dispersée L'architecture ouverte permettra aux opérateurs locaux (dits Local Exchange Carrier LEC) de base qui constituent à l'heure actuelle un service global – toute la signalisation téléphonique – pour les vendre individuellement, ce qui permettra à des fournisseurs indépendants de

développer leur propre configuration de services personnalisés A l'avenir, le commutateur LEC ne fera que cela, d'autres unités – contrôlées par les LEC ou par d'autres opérateurs de même nature ou presque – fourniront tous les autres accessoires utiles

Cette dispersion des nœuds intelligents, la multiplication des connexions entre eux et tous les types d'acheminement que le réseau permet et exige actuellement auraient été bien trop lourds et bien trop onéreux à l'époque où la commutation dépendait de standards à fiches et d'opérateurs humains Mais, compte tenu de la technologie électronique à bon marché dont nous disposons aujourd'hui, il serait insensé d'envisager une structure différente

Cette évolution relève d'une véritable révolution L'ancien réseau présentait une simple structure euclidienne, avec un intérieur et un extérieur et des divisions très nettes entre les deux Le nouveau réseau découle des mathématiques fractales avec des nœuds conduisant à des lignes, lesquelles conduisent à d'autres nœuds selon un schéma qui se reproduit à l'infini à des échelles de plus en plus petites L'ancien réseau exigeait que chaque lien de l'édifice soit totalement dépendant du lien en amont et du lien en aval Aujourd'hui, les commutateurs et les terminaux intelligents peuvent envoyer et recevoir le trafic et l'information de tous côtés L'ancienne pyramide centralisée est en train de se transformer en une structure géodésique dotée d'une profusion de nœuds et de liens inconnus dans l'architecture précédente, et connectée sur l'extérieur AT&T a indéniablement reconnu cette évidence en acceptant de renoncer à sa vieille structure pour s'engager à fond dans l'élaboration du nouveau réseau

*Traduit de l'anglais
par Michèle ALBARET*

GLOSSAIRE

– ONA (Open Network Architecture) architecture de réseau ouverte devant permettre l'interconnexion, dans les mêmes conditions (equal access) de n'importe quelle société de télécommunications aux réseaux publics des RBOC. Cela implique des prestations désagrégées (unbundled) en unités de base. Désigne aussi le régime

réglementaire régissant ces prestations entre sociétés

– Centrex service proposé par les exploitants locaux pour concurrencer les autocommutateurs privés PBX. A la différence de ces derniers, ils sont externalisés et assurés par le central de l'exploitant