

## Chapitre 11 - Naissance et de la croissance d'Internet

(NDA : une partie de l'histoire ci-dessous a été assemblée à partir de nombreux extraits collectés à <http://www.volle.com/travaux/internet.htm> et d'autres origines puis modifiés plus ou moins en profondeur)

L'histoire de l'Internet repose grandement, surtout dans ses premiers temps, sur les efforts de la DARPA (qui s'appelait d'abord ARPA... En 1972, L'ARPA est renommée DARPA pour Defense Advanced Research Projects Agency mais le nom ARPANET pour le réseau est resté le même). C'est grâce à son financement que ce développement d'un réseau hétérogène a pu être imaginé et voir le jour. Car, jusque-là, informatique et télécom vivait chacun de son côté, presque en s'ignorant complètement. Bien entendu, les mainframes étaient accédés par des terminaux (d'abord de type télétype puis des écrans plus ou moins programmables) dès le début des années soixante mais c'était à chaque fois dans un contexte totalement propriétaire : la liaison entre un ordinateur et ses terminaux était spécifique à ce système et ne pouvait être utilisée avec d'autres matériels. En clair, pas question d'utiliser le même terminal pour accéder à deux ordinateurs de constructeurs différents (et même, bien souvent, pour des systèmes d'une même origine mais de gammes différentes !). Cette situation absurde aurait pu durer longtemps si Robert Taylor n'avait décidé d'y mettre fin au début des années soixante.

En 1963, Bob Taylor rencontre Licklider, qui devint son mentor. Licklider avait écrit un article fondateur en 1960, prévoyant de nouveaux moyens plus puissants pour utiliser les ordinateurs et l'article a grandement influencé Taylor. Un second document, publié en 1968 par Licklider et Taylor, énonce l'avenir de ce qu'Internet est en effet devenu. Intitulé "L'ordinateur comme dispositif de communication", il commence ainsi : "Dans quelques années, les hommes seront capables de communiquer plus efficacement grâce à une machine qu'en face à face."... Prédiction qui s'est avérée vraie dans bien des cas (à ceci près que cela a pris quelques décennies et non quelques années) !

Le bureau de Robert Taylor à l'IPTO (en 1962, l'ARPA créé en son sein l'IPTO pour Information Processing Techniques Office) était connecté via trois terminaux différents à des ordinateurs situés à Boston, Berkeley et Santa Monica. Chaque terminal avait sa propre procédure de connexion et ses propres commandes : l'utilité d'une rationalisation sautait aux yeux. Par ailleurs, en l'absence d'un réseau, chaque centre de recherche qui contractait avec l'ARPA devait acheter et exploiter son propre ordinateur. Il semblait souhaitable de pouvoir partager les ressources d'une même machine entre plusieurs centres. Mais comment faire, alors que chaque ordinateur utilisait un système d'exploitation et des langages adaptés à ses caractéristiques physiques particulières et ne pouvait communiquer – et encore, seulement en mode maître-esclave ! – qu'avec ses propres équipements périphériques ?

Les applications communicantes, comme la messagerie (Les premiers systèmes de messagerie électronique ont vu le jour en 1965 et servaient de moyen de communication entre utilisateurs d'ordinateurs à exploitation partagée. L'un de ces systèmes a été mis en place au Massachusetts Institute of Technology), restaient limitées aux personnes qui utilisaient un même système. Il fallait adapter les ordinateurs à la communication entre égaux et c'était donc un vaste chantier qui s'ouvrait pour les pionniers... Du côté de l'IPTO, c'est à Lawrence Roberts qu'on confie le projet visant à créer un réseau permettant de faire communiquer les ordinateurs de différentes origines.

Cow-boys contre chemin de fer ou que savez-vous vraiment de l'histoire de l'informatique ?

Une expérience avait été réalisée en 1965 par le psychologue Tom Merrill qui, sous l'influence de Licklider, avait proposé à l'ARPA de faire communiquer via une liaison full-duplex à quatre fils deux ordinateurs de type différent situés l'un à Lincoln, l'autre à Santa Monica. A cette occasion Merrill mit au point une procédure qui permet de grouper les caractères dans un message, de les envoyer sur la ligne, de vérifier si le message est arrivé, enfin de le retransmettre s'il n'y a pas eu d'accusé de réception. Pour désigner cette procédure, il retint le mot "protocole". Mais comment faire communiquer non pas deux ordinateurs, mais un réseau de plusieurs ordinateurs ?

S'il fallait définir un protocole pour chaque couple d'ordinateurs, on serait vite confronté à une complexité croissante. C'est pour faire face à ce "mur de la complexité" que Wes Clark proposa de concevoir un petit ordinateur spécialisé, l'IMP (Interface Message Processor), qui seul serait directement connecté en réseau et interfacé avec chaque ordinateur : le problème était ainsi ramené à un niveau de complexité linéaire. Le réseau des IMP fut baptisé "sous-réseau" (subnetwork) pour le distinguer du réseau des ordinateurs eux-mêmes. Restaient à régler les problèmes propres au sous-réseau : éviter qu'un même paquet ne soit renvoyé sans fin d'un IMP à l'autre, éviter que des paquets ne soient perdus en raison du débordement d'une mémoire (buffer) etc.

Le grand mérite des pionniers est d'avoir fait confiance au principe de la commutation de paquets alors que l'orthodoxie en matière de télécoms reposait totalement sur la commutation de circuits à cette époque (l'affrontement entre les deux principes allait se poursuivre encore longtemps...). Larry Roberts, ayant découvert les travaux de Davies et Baran à une réunion de l'ACM à la fin de 1967, introduisit la commutation de paquets dans l'appel d'offres qu'il lança pour l'IMP en juillet 1968.

### **La commutation de paquets, l'invention décisive**

La commutation de paquets a été inventée séparément par Paul Baran, un américain, (1926-) et Donald Davies (1924-2000), un Britannique.

Baran avait étudié la vulnérabilité du réseau à une attaque nucléaire, question cruciale pour les militaires dans la période de guerre froide des années soixante. Il avait découvert que l'on pouvait obtenir une robustesse élevée avec un réseau maillé comportant une redondance relativement faible (il faut relier chaque nœud au réseau par trois ou quatre liens au lieu d'un seul, et équiper chaque nœud d'une table de routage adaptative). Les travaux de Baran sont à l'origine de la réputation selon laquelle Internet aurait été conçu pour répondre à des besoins militaires.

Tous les opérateurs de télécom en général et AT & T en particulier étaient hostiles aux idées de Baran. Il faut se rappeler qu'à cette époque (début des années soixante) les commutateurs du réseau téléphonique étaient électromécaniques, la commutation électronique ne devant intervenir que dans les années 70 ; le circuit établi entre deux interlocuteurs avait donc une continuité et une réalité physiques en quelque sorte palpables. Les ordinateurs relevaient d'un autre univers technique que celui des télécoms. "Ils se comportaient comme s'ils savaient tout et que ceux qui n'appartenaient pas au Bell System ne savaient rien", dira Baran. "Quelqu'un d'extérieur ne pouvait pas comprendre la complexité de leur système. Et voilà qu'un idiot s'amène : il ne comprend visiblement pas comment le système fonctionne et il prétend que les choses sont simples !" En d'autres termes, un cow-boy osait trouver une route différente et plus efficace que celle utilisée par les compagnies de chemins de fer depuis des décennies !

Sans minimiser les apports de Baran et Davies, il faut aussi mentionner Leonard Kleinrock, professeur à l'UCLA, qui a fourni les bases théoriques pour les réseaux de paquets en 1962. Il récidiva dans les années 1970, pour le routage hiérarchique, des concepts qui ont été le fondement de l'Internet tel qu'on le connaît aujourd'hui. Dans l'appel d'offres de Larry Roberts, le sous-réseau devait transférer les bits de façon fiable d'un IMP à l'autre ; le temps de transit moyen à travers le sous-réseau ne devait pas dépasser la seconde et il devait pouvoir fonctionner de façon autonome, indépendamment des ordinateurs qu'il reliait. Roberts consulta 140 entreprises mais les constructeurs traditionnels repoussèrent

Cow-boys contre chemin de fer ou que savez-vous vraiment de l'histoire de l'informatique ?

l'appel d'offres qui était trop en opposition avec la "pensée conventionnelle" en matière de télécoms de L'époque : IBM et Control Data répondirent qu'il était impossible de construire un tel réseau car il coûterait trop cher.

### **Dédaigné par les grands constructeurs, BBN remporte le marché !**

Finalement c'est BBN (Bolt Beranek and Newman), une petite entreprise de consultants de Cambridge, qui sera retenue le 8 septembre 1968. BBN reçut la commande au début de 1969. Sa solution pour un IMP s'appuyait sur le mini-ordinateur DDP-516 d'Honeywell (12 Ko de Ram, 450 kg et la taille d'un réfrigérateur). Chaque site équipé d'un IMP devra produire lui-même, selon les spécifications fournies par BBN, l'interface entre l'IMP et son ou ses ordinateurs (on pouvait raccorder jusqu'à quatre ordinateurs à un même IMP). La mission des IMP étant seulement d'assurer le transport fiable des bits, les ordinateurs devront régler deux à deux leurs problèmes de connexion et de transfert des fichiers.

Pour configurer son IMP, BBN préféra le logiciel : une solution matérielle, concrétisée par le câblage, aurait rendu plus rapide l'exécution des tâches simples mais elle aurait été plus difficile à modifier par la suite. En septembre 1969, BBN installe le premier IMP à l'UCLA et le premier ordinateur (XDS SIGMA 7) y est connecté. Un ordinateur (XDS 940) de l'équipe de Douglas C. Engelbart de la Stanford Research Institute est alors relié via une liaison à 50 kbits/s. Les premières données sont échangées entre ces machines. Peu après, un ordinateur (IBM 360/75) situé l'université de Santa Barbara et un autre (DEC PDP-10) situé à l'université de l'Utah à Salt Lake City sont raccordés. Le réseau ARPANET initial constitué de quatre ordinateurs est alors en fonctionnement fin 1969.

Lors d'une interview, le professeur Kleinrock (Un Network Measurement Center avait été mis en place à l'UCLA, sous la direction de Leonard Kleinrock, spécialiste de la modélisation et de la simulation des réseaux qui avait ainsi l'occasion de tester ses théories en vraie grandeur) raconta la première expérience réalisée avec ce réseau : se connecter à l'ordinateur de la SRI depuis celui de l'UCLA en tapant LOGIN :

*Nous avons appelé les gens de SRI par téléphone.*

*Nous avons alors tapé L puis demandé au téléphone "Vous voyez le L ?"*

*La réponse vint alors : "Oui, nous voyons le L"*

*Nous avons alors tapé O puis redemandé au téléphone "Vous voyez le O ?"*

*"Oui, nous voyons le O"*

*Nous avons alors tapé G et tout le système a crashé !*

En mars 1970, le premier circuit transcontinental est installé vers BBN qui sera le cinquième nœud du réseau. Cela permettra à BBN d'assurer depuis Cambridge la supervision du réseau (télémaintenance, télédistribution des mises à jour par réplique et dissémination). Des indicateurs de qualité étant produits automatiquement par les IMP, BBN pouvait ainsi détecter les pannes du réseau d'AT&T avant les agents d'AT&T eux-mêmes, ce que ceux-ci auront un peu de mal à accepter. Lors de l'été 70, le réseau s'étend au MIT, à RAND, SDC et Harvard. Par la suite le réseau s'enrichit d'un nœud par mois. BBN utilisera pour les IMP un Honeywell 316 à partir de 1971, machine plus légère que le 516 et à partir de laquelle est mis au point un TIP (Terminal IMP) qui permet de connecter des terminaux au réseau (un TIP peut servir jusqu'à 63 terminaux). En 1971, le réseau relie 19 ordinateurs et trois TIP. Pour le désigner, l'expression Arpanet, ou Net tout court, apparaît en août 1972.

Comme toute nouveauté technique, la mise en place des réseaux d'ordinateurs a rencontré des difficultés imprévues. Le premier IMP livré par Honeywell ne fonctionnait pas et les ingénieurs de BBN ont dû le recâbler à la main. Par la suite, Honeywell s'est, de façon persistante, refusé à obéir aux spécifications définies par BBN. Le matériel souffrait de pannes aléatoires, d'interruptions asynchrones difficiles à corriger. Pour l'ARPA, 3 % de temps de panne était inacceptable, alors qu'un fonctionnement normal pendant 97 % du temps semblait être une performance élevée pour Honeywell. Cette anecdote est significative de l'incapacité des acteurs traditionnels à admettre l'apport de l'innovation, à sortir de l'ornière de leurs habitudes. AT&T a refusé d'utiliser son réseau de télécoms pour transporter des données au moment de l'appel d'offres initial. Elle récidivera en 1971 en refu-