

Mais comment fonctionne donc Internet ?

Comment puis-je avoir aussi facilement accès à des services Internet localisés partout dans le monde ? Qui finance Internet ? Et qui gère ce réseau ? Est-il aussi fiable et résilient qu'on veut bien le dire ? Internet n'est-il pas à deux doigts de s'effondrer ?

par François CHOLLEY et Jean-Pierre DARDAYROL*

Telles sont quelques-unes des nombreuses questions que nous entendons souvent poser, à propos d'Internet. Aussi, allons-nous proposer des éléments de réponse, non seulement pour comprendre comment Internet fonctionne, mais aussi et surtout, pour en éclairer les véritables enjeux et les évolutions possibles.

QU'EST-CE QU'INTERNET ?

Au commencement était le numérique. Rien n'aurait jamais pu arriver sans la numérisation de la voix, des images, de la vidéo, des textes... Dès l'instant où n'importe quelle forme d'information a pu être numérisée, il a été possible de la faire circuler sur n'importe quelle voie de transmission (ondes hertziennes, fil téléphonique ou du réseau électrique, fibre optique, etc.). En résumé, Internet, c'est donc : 1) de l'information mise sous la forme de paquets numériques standards, 2) des terminaux-interfaces avec l'utilisateur humain ou avec des machines, 3) un réseau de transport à l'échelle mondiale, à partir de partout et vers n'importe quelle destination, 4) une architecture souple du réseau, basée sur la logique du *best effort*, 5) des services standardisés de transfert de messages ou d'images, de fourniture d'informations, de paiement, etc. Et si cela semble d'une utilisation aisée (à l'ergonomie près), c'est dû à une improbable ingéniosité, combinée à une incroyable complexité, dans les entrailles du système.

COMMENT LES DONNÉES SONT-ELLES TRANSMISES ?

Pendant longtemps, la transmission de données a consisté à établir un lien de transmission fixe entre deux extrémités et à envoyer les informations, de manière séquentielle et codée. C'était efficace, mais assez lent, et cher. Grâce aux progrès de la miniaturisation des composants, aux progrès des algorithmes de codage, à l'amélioration de la gestion des signaux électriques, électromagnétiques puis optiques transmis, ainsi qu'à la guerre froide – qui a poussé le Département de la Défense des Etats-Unis à rechercher des solutions résilientes en cas de crise, notamment nucléaire – un nouveau paradigme est né : celui du paquet (1) et du transport de l'information sous la forme adaptative du *best effort*. Le paquet se compose, pour l'essentiel, d'un en-tête contenant des informations sur le destinataire (son adresse (2), a priori unique), sur l'expéditeur et sur le contenu du paquet (sa longueur, une signature pour détecter une éventuelle erreur, son numéro d'ordre dans la série, lequel permet de reconstituer l'information, à l'arrivée) et du contenu proprement dit. Le terminal de l'émetteur va donc découper l'information (image, fichier, voix, etc.) et la préparer afin de la mettre sous la forme d'une série de petits paquets, lesquels seront

* Ingénieurs généraux des mines.

(1) Egalement appelé datagramme, à l'origine.

(2) L'adresse symbolique est traduite en adresse numérique par les *Domain Name Servers*, en abrégé, DNS.

Encadré 1

Si vous bénéficiez du dégroupage total sur votre ligne personnelle, cela signifie que votre micro-ordinateur va mettre en paquets vos requêtes Internet, ainsi que votre voix, et les envoyer de la même façon et indistinctement sur le Réseau et la Toile. Pour reconstituer la voix et la rendre fluide et compréhensible à l'arrivée, il suffit de ne pas perdre trop de paquets (les pertes se traduisent par un « clic » lors de l'écoute) et de les recevoir assez vite pour pouvoir reconstituer la voix, sans retard perceptible par rapport à une conversation normale. Pour recevoir la télévision, c'est la même opération, mais il faut cent fois plus de débit descendant ; la perte de paquets se traduisant, dans ce cas, par une « pixélisation » de l'image.

envoyés sur le réseau Internet, qui les acheminera jusqu'à leur(s) destinataire(s)... (cf. encadré 1).

COMMENT FONCTIONNE UN TERMINAL CONNECTÉ À INTERNET ?

Ce que l'on appelle classiquement « terminal » a fini, avec le temps, par devenir multiforme et multifonction. En effet, il peut s'agir de votre micro-ordinateur – fixe ou portable – voire du serveur qui alimente vos micro-ordinateurs, de votre téléphone mobile et son accès à Internet ; ces « terminaux-hommes » sont adaptés au dialogue homme-machine. Mais apparaissent, toujours plus nombreux, des terminaux-machines (dispositifs d'alarme ou de reconnaissance, système de base de données pour l'information et la mise à jour automatique, etc.). Nous avons vu que la fonction du terminal, à l'émission, est de découper et de préparer l'information en paquets, puis de les envoyer. En réception, sa fonction est d'agréger les paquets en un fichier reconstitué identifié par un nom et une extension (jpg, mp3...) qui permettra à un logiciel de savoir ce dont il s'agit et de le traiter (l'afficher à l'écran ou vous le restituer sous forme sonore ou visuelle) (cf. encadré 2).

(3) *Asynchronous Digital Subscriber Line.*

(4) Il y a près de 300 000 routes, à ce jour.

COMMENT FONCTIONNE LE RÉSEAU ?

Le réseau Internet proprement dit représente un réseau d'infrastructures interconnectées pour permettre la circulation de paquets d'information, dans une logique « maline » d'adaptation et de moindre coût. Les opérateurs de ces infrastructures sont les fournisseurs d'accès à Internet (les FAI). Ce réseau comprend les baies de raccordement de votre ligne téléphonique, qui reçoit les signaux émis sur votre ligne ADSL (3). Ces baies, qui connectent de quelques centaines à un millier de clients, rassemblent tous les paquets, puis les envoient sur des voies à très grande vitesse (souvent, des artères de transmission à fibres optiques). Ces baies ont aussi pour fonction de vous identifier lors de votre connexion, notamment afin de vérifier vos droits et de vous facturer une prestation. Les paquets arrivent sur des routeurs, des sortes de gares de triage ou de nœuds du réseau, qui vont les envoyer à un autre routeur (celui-ci de transit) et ainsi de suite, jusqu'au routeur dont dépend votre destinataire. Comment les routeurs savent-ils à qui envoyer le paquet ? C'est simple : ils tirent de l'adresse de votre destinataire des informations qui leur permettent de savoir à quel autre routeur l'acheminer, grâce à des tables de routage, ces tables étant elles-mêmes constituées et mises à jour en interrogeant les serveurs DNS – *Domain Name System* – qui remplissent la fonction de traduction d'adresses à « visage humain » (www.cgiet.org, par exemple) en adresses interprétables par les machines. Si votre fournisseur d'accès Internet ou votre opérateur Internet est raccordé à Internet, c'est parce qu'il s'est déclaré en transit (payant) auprès d'un ou de plusieurs autres opérateurs, *via* une ou plusieurs routes (4). Ces opérateurs Internet sont eux aussi raccordés à plusieurs autres FAI, qui, pour certains, sont raccordés à des FAI d'autres pays et, ainsi de suite, jusqu'à la constitution d'un réseau assurant une couverture mondiale. Il existe aussi des accords d'interconnexion, dits de *peering*, entre des

Encadré 2

Tous ces paquets vont circuler sur le réseau Internet, assez curieusement souvent dessiné sous la forme d'un nuage, dans lequel les paquets sortent ou entrent, alors que la traduction littérale des mots Net et Web renvoie aux mots Réseau et Toile (d'araignée) ! Le premier correspond au Réseau, qui assure la connectivité de l'ensemble des systèmes et l'acheminement des paquets ; le second, conçu postérieurement, désigne le dispositif logique de mise en relation avec les pages des sites.

opérateurs qui s'échangent gratuitement des flux de trafics qu'ils estiment équilibrés. L'essentiel de l'ossature est constituée des 30 principaux opérateurs historiques de téléphonie au plan mondial, lesquels sont aussi des fournisseurs d'accès à Internet. Le réseau s'étend, sous l'impulsion de chaque opérateur qui, pour satisfaire un nombre de plus en plus important de clients, doit s'assurer que les trafics (entrant et sortant) peuvent s'écouler convenablement (Aucune autorité centrale ne planifie ou ne régule les accords conclus entre les opérateurs).

Encadré 3

Deux caractéristiques à avoir en tête. Notons que les économies d'échelle jouent à plein. L'agrégation de très nombreux paquets arrivant aléatoirement permet de remplir avec une très grande efficacité les grosses artères de transmission entre les pays. Chaque opérateur est relié à plusieurs autres opérateurs, ce qui rend le réseau Internet résilient, car il est, par nature, maillé, les protocoles d'acheminement optimisant, par ailleurs, les opportunités. Les économies d'échelle proviennent également de la miscibilité des différents flux (voix, données, images...).

COMMENT FONCTIONNENT LES SERVICES SUR INTERNET ?

Enfin, toute cette architecture n'a d'intérêt que pour offrir des services : consultation d'un compte bancaire ou d'horaires, achats en ligne sur des sites spécialisés ou généralistes, mise en œuvre de télé-procédures (demande de fiche d'état-civil ou paiement de l'impôt), discussions en direct par écrit, oralement ou visuellement avec un ou plusieurs tiers, pratique de jeux en ligne,

seul ou à plusieurs, téléchargement d'ouvrages sonores ou visuels (vidéo à la demande), service de moteurs de recherche, indispensables à une recherche efficace dans cette banque d'information mondiale qu'est devenu Internet, sans oublier tous les autres services, présents et à venir. Quand l'internaute sollicite l'un de ces services après l'avoir requis *via* l'adresse correspondante, il accède, en retour, à une page d'accueil qui va lui permettre de dialoguer avec un ordinateur pour obtenir le service demandé. Cette mise en relation s'opère grâce au navigateur installé sur le micro-ordinateur, ainsi qu'à des protocoles d'échanges et à des langages aujourd'hui assez bien normalisés (html, XML, Java, etc.).

Encadré 4

Le pilotage d'Internet répond à des objectifs, à la fois, de libre innovation mondiale et de contrôle par des organismes largement sous égide américaine. Deux autorités, au fonctionnement souple, se partagent la standardisation de l'Internet : l'IETF (*Internet Engineering Task Force*), un groupe ouvert, d'importance mondiale et dépourvu de statuts, et le W3C, *World Wide Web Consortium*, association sans but lucratif gérée par un trio américano-européo-japonais. L'ICANN, *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*, association dépendant *in fine* du Département du Commerce des Etats-Unis, attribue les ressources rares (adresses, codes de haut niveau...) et gère les serveurs des noms de plus haut niveau (clé de voûte de l'ensemble du système).