

Chapitre 11

Évolution de l'Internet

ROBERT E. KAHN

Président, Corporation for National Research
Initiatives, Reston,
Virginie (États-Unis d'Amérique)

La plupart des habitants de la terre voient maintenant dans l'Internet un moyen privilégié d'échange utilisable à des fins très diverses, notamment commerciales. Beaucoup d'entre eux se rendent également compte que l'Internet est le fruit des efforts de spécialistes de la recherche-développement et qu'il a été créé avec le soutien du Gouvernement des États-Unis d'Amérique — d'abord la DARPA (Defense Advanced Research Project Agency), puis la NSF (National Science Foundation), le DOE (Department of Education) et d'autres institutions et départements. Depuis quelques années, il fait l'objet d'investissements considérables du secteur privé. Sa croissance récente est le résultat presque exclusif des initiatives de ce secteur. Toutefois, l'Internet était encore il y a seulement dix ans l'espace privé des chercheurs et des enseignants. A cette époque, peu nombreux étaient les spécialistes des télécommunications qui pensaient que le secteur privé allait jouer un rôle aussi crucial dans la poursuite du développement de l'Internet et que celui-ci occuperait dix ans plus tard une place aussi centrale dans l'économie des États-Unis d'Amérique (et d'ailleurs celle du monde entier).

Le présent article commence par retracer succinctement les progrès qui ont mis l'Internet à la disposition de tant d'utilisateurs. Certains aspects clés de l'évolution qui l'ont fait passer de la tutelle du Gouvernement des États-Unis d'Amérique au champ d'action du secteur privé seront examinés ensuite. En même temps, la nécessité de structures de gestion et de normes efficaces sera mise en évidence ainsi que celle d'une sensibilisation durable des pouvoirs publics à l'Internet et à son fonctionnement. Enfin, certains des besoins à plus long terme des usagers et des fournisseurs de services et de matériels travaillant pour l'Internet seront analysés dans le contexte d'une réflexion sur les perspectives d'avenir.

HISTORIQUE

L'Internet est un ensemble de réseaux couvrant le monde entier dont le fonctionnement est assuré sans

rupture grâce à une architecture ouverte et à ses protocoles. Les trois premiers réseaux de l'Internet étaient l'ARPANET (Advanced Research Project Agency Network), un réseau de transmission par paquets sur ondes radio et un réseau de transmission par paquets via satellite, tous mis en place par la DARPA il y a plusieurs dizaines d'années. Chacun de ces trois réseaux a été conçu et mis en service séparément mais, surtout, l'architecture de l'Internet a été créée de manière à être indépendante des caractéristiques précises de la conception ou du fonctionnement de l'un quelconque des réseaux dont il se compose. Cela permettrait à la technologie du maillage d'évoluer, voire de se modifier, avec intégration des innovations par simple adjonction de nouveaux réseaux.

Le succès de l'Internet était donc fortement tributaire de la technologie de la communication informatique expérimentée avec l'ARPANET. Les notions fondamentales de la commutation de paquets étaient déjà bien connues vers la fin des années 60 et le projet ARPANET a démontré au début des années 70 qu'elles étaient effectivement applicables. En outre, la hiérarchie de couches protocolaires, également testée dans le cadre du projet ARPANET, permettait de superposer de nouvelles applications et de nouveaux services à ceux qui existaient déjà et reste encore aujourd'hui un paradigme fondamental de la mise en œuvre de protocoles.

On n'est pas passé tout à fait directement des premiers réseaux à l'architecture de l'Internet. En fait, la mise en place initiale de l'équipement des réseaux de transmission de paquets par satellite était fondée sur l'hypothèse qu'ils seraient intégrés dans l'ARPANET — plus précisément dans la partie supérieure de la mémoire d'un IMP (processeurs de messages par interface) de l'ARPANET —, et ne constitueraient donc pas un réseau accessible séparément de l'extérieur. C'est peut-être le premier de nombreux cas où la gestion de réseau exigeait une coordination étroite avec son architecture et soulevait la question fondamentale de la gouvernance générale du « réseau des réseaux »

global. Comme nous le savons maintenant, il n'y a pas une entité unique responsable de tous les aspects du fonctionnement de l'Internet, de même qu'il n'y a pas une entité responsable de celui de l'économie mondiale. C'est pour certains une faiblesse tragique et pour d'autres une force essentielle. Quoi qu'il en soit, tous les participants du réseau ont besoin, fondamentalement, de voir le système remplir sa fonction et jouent en général le rôle qui leur incombe pour parvenir à ce résultat, tout en reconnaissant qu'ils peuvent avoir à collaborer pour faire face à des problèmes ou à des questions qui ne peuvent être résolus isolément.

Les étapes successives du développement de la mise en réseau au cours des quarante dernières années peuvent être décrites en termes généraux comme suit :

- **Années 60.** Émergence des principes fondamentaux de l'établissement de réseaux informatiques, notamment ceux de la commutation de paquets et des possibilités de partage des ressources sur des réseaux informatiques.
- **Années 70.** Développement et essai réussi de la commutation de paquets dans plusieurs réseaux expérimentaux et commerciaux, en commençant avec l'ARPANET à des vitesses de 50 kbps. Ce fut essentiellement une période de développement de la technologie, ainsi que de réseaux locaux comme l'Ethernet et de petits ordinateurs comme le Xerox Alto destinés à des utilisateurs individuels et préfigurant l'ordinateur personnel tel que nous le connaissons aujourd'hui.
- **Années 80.** Début de l'utilisation et de la commercialisation à large échelle de la technologie. La mise en réseau a été étendue à toute la communauté des chercheurs et des universitaires. L'industrie s'est mise à fabriquer et à vendre des ordinateurs personnels et des postes de travail, des réseaux locaux et des logiciels connexes. Le protocole Internet de gestion de la transmission informatique s'est imposé. Le NSFNET (National Science Foundation Network) a remplacé l'ARPANET comme armature de l'Internet avec des

vitesses de 1,5 Mbps. La fin des années 80 a vu la naissance de l'Internet, avec déjà des milliers de réseaux et des dizaines de milliers d'hôtes. Il s'agissait le plus souvent de réseaux locaux et régionaux qui s'étaient formés au cours de la décennie.

- **Années 90.** Décennie de la commercialisation de l'Internet. Avec les premières expériences de liaison des systèmes commerciaux de courrier électronique à la partie de l'Internet financée par des fonds publics (encore prépondérante à l'époque), il est devenu de plus en plus souhaitable de permettre des interactions commerciales sur le NSF-NET. L'ARPANET a été démantelé. La loi Boucher, votée par la Chambre des représentants des États-Unis d'Amérique au début de 1993, a ouvert le NSFNET aux utilisations commerciales. Quelques années plus tard, la capacité de mise en réseau du secteur privé a été jugée suffisante et le financement du NSFNET par le budget fédéral a cessé. Bien que l'Internet ait connu une croissance de 100 % par an avant 1993, l'introduction du navigateur Mosaic pour le World Wide Web a provoqué un accroissement spectaculaire de son utilisation (voir l'annexe statistique, section 3). On suppose aujourd'hui assez généralement que, à la fin de la présente décennie, une centaine de millions d'utilisateurs auront accès à l'Internet. Il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'ils soient dix fois plus nombreux dans dix ans et à ce qu'ils représentent, peut-être, jusqu'à 10 % de la population mondiale.

PASSAGE AU SECTEUR PRIVÉ

Si la décision du Gouvernement des États-Unis d'Amérique de privatiser des éléments clés de l'Internet tels que le Système de noms de domaine (DNS) a suscité des controverses sur plusieurs continents, ce n'est pas pour autant un phénomène nouveau. Cela fait même des décennies que l'on privatise. C'est vers la fin des années 70 que la DARPA a commencé à associer les

chercheurs au processus de décision concernant les normes de l'ARPANET et, dès 1985, ils assumaient complètement cette responsabilité de base. La NSF a, dans le cadre de sa stratégie, toujours encouragé et parfois financé le développement de réseaux locaux et régionaux de recherche par le secteur privé. Avec l'appui de l'Internet Engineering Task Force (IETF) et de l'Internet Assigned Numbers Authority (IANA, www.iana.org/faqs.html), elle a donné à ces groupes le pouvoir de prendre la tête de l'effort de normalisation. En travaillant avec l'Internet Society et toutes sortes de groupes d'origine diverse, elle a pris acte du fait que le secteur privé ne devait pas être maintenu à l'écart de l'organisation et de la gouvernance générale de l'Internet.

A ce stade, en ce qui concerne l'évolution de l'Internet, le Gouvernement des États-Unis d'Amérique devrait essentiellement remplir, en coopération avec d'autres, les fonctions suivantes :

- s'assurer qu'un mécanisme équitable régit cette évolution aux niveaux local, régional et mondial ;
- fournir des moyens d'intervention au cas où les efforts du secteur privé n'assureraient pas l'équité ou le fonctionnement efficace de l'Internet ;
- éliminer tout goulet d'étranglement, toute barrière et tout autre obstacle au progrès ;
- soutenir comme il y a lieu la recherche de pointe ;
- faire face aux questions de politique concernant l'Internet et encourager ou stimuler, dans ce cadre, la progression vers le bien-être général de la société.

A l'exception, peut-être, des deux dernières, il n'est pas facile pour les gouvernements d'exercer efficacement ces fonctions. La notion d'équité risque d'être insaisissable dans un contexte de concurrence, et les organisations du secteur privé, si on les laisse agir à leur guise, seront tentées d'infléchir le processus en leur faveur chaque fois que possible. Le secteur privé peut assurer des fonctions de contrôle, mais encore fau-

drait-il que ce soit dans l'intérêt public. Enfin, il n'est pas toujours aisé de repérer les barrières et les goulets d'étranglement, il l'est encore moins de trouver des moyens de les surmonter effectivement. Il est important que le changement ne soit pas freiné par les habitudes prises en matière d'opérations commerciales.

Les pouvoirs publics ne sont pas en mesure de trouver à eux seuls des solutions à ces problèmes mais ils peuvent et doivent recourir aux apports du secteur privé. La recherche a un rôle clé à jouer dans la concrétisation de capacités nouvelles. Si les entreprises ont intérêt à entreprendre des recherches à court terme, souvent dans le cadre de la mise au point de produits, il est rare qu'elles investissent dans le long terme. Depuis 1984, date à laquelle le Système Bell s'est effondré, le volume de la recherche industrielle à long terme est resté faible. Seuls les gouvernements semblent capables de s'engager à financer des recherches à long terme (voir la déclaration mondiale de l'UNESCO sur la science et l'utilisation du savoir-faire scientifique, www.unesco.org/science/wcs/eng/declaration_e.htm). Le Comité consultatif du Président sur la technologie de l'information (PITAC) a récemment recommandé un accroissement sensible du financement de la recherche à long terme sur les technologies de l'information. Il est probable que le Congrès donnera une suite positive à cette recommandation, mais le montant exact de l'accroissement accordé au fil du temps ne sera connu que dans quelque temps.

Le rôle des pouvoirs publics semblant diminuer, la question de la gouvernance de l'Internet fait également l'objet de débats assez animés. L'idée qu'un seul organisme ou un seul acteur pourrait être responsable du fonctionnement général de l'Internet semble aussi saugrenue que celle d'un organe analogue qui régirait l'économie mondiale. Chaque opérateur de réseau sera assujéti à un ou plusieurs régimes d'administration et systèmes juridiques, et les normes qui permettront l'interfonctionnement devront être constamment actualisées en fonction de l'évolution intervenue. Cela exige

une collaboration et des échanges. Si les groupes tels que l'Internet Society et l'IETF, et plus récemment le W3C (Consortium du World Wide Web) et l'ICANN (Société de l'Internet pour l'affectation de noms et de chiffres, www.icann.org/faq.html), témoignent des efforts déployés par un grand nombre des intéressés pour collaborer, c'est au cours de la décennie précédente qu'ont été prises les premières mesures tendant à instaurer une coopération entre les prestataires de services de l'Internet : la formation du Commercial Internet Exchange (CIX) vers la fin des années 80 pour faciliter l'échange de trafic entre les fournisseurs commerciaux d'accès à l'Internet, puis celle de l'Internet Operators Group, connu sous le nom de IOPS.ORG, pour faire face aux problèmes et aux questions relatives à la performance de l'Internet. La création de l'ICANN pour coordonner les questions de nom et d'adresse n'est que l'évolution la plus récente tendant à ce que le contrôle d'un élément de la gouvernance de l'Internet soit confié à un organisme privé.

TENDANCES, BESOINS ET IMPÉRATIFS

On trouvera ci-après une brève analyse de certaines des évolutions possibles de l'Internet dans les années à venir, ainsi que des besoins à satisfaire et des impératifs correspondants. Cette analyse ne saurait être exhaustive, l'Internet ouvrant des perspectives nouvelles dans la totalité ou la quasi-totalité des directions et dimensions imaginables. Il est probable, toutefois, que les aspects suivants occuperont une place centrale.

Élargissement de la bande passante

En trois décennies, la vitesse des lignes est passée de 50 kbps à 10 Gbps. Aujourd'hui, l'utilisateur typique peut accéder à l'Internet en se connectant par téléphone et modem à 56 kbps, ou grâce à des dispositifs locaux particuliers tels que le RNIS (Réseau numérique à intégration de services) à 128 kbps et les modems câbles à 10 Mbps (partagés avec d'autres utilisateurs du câble sur sa partie du système) ou aux différents

niveaux de la technologie de ligne d'abonné numérique (xDSL) mise à sa disposition par les entreprises de télécommunications à des vitesses dédiées pouvant aller jusqu'à 6 Mbps. Aux États-Unis d'Amérique, ces connexions locales coûtent en général de quelques dizaines à quelques centaines de dollars par mois pour les services DSL les plus sophistiqués. À ces vitesses d'accès, le coût de l'élément grande distance de l'Internet varie en général entre quelques dizaines et quelques milliers de dollars par mois. Pourtant, très peu nombreux sont les usagers, si même il y en a, qui ont accès aux capacités de débit de l'ordre du gigabit/s fournies par certains transporteurs. Aucun mécanisme n'est prévu pour les mettre à la disposition de tel ou tel utilisateur, sauf s'il dépense des sommes astronomiques pour que ces services lui soient fournis individuellement (leur coût peut facilement atteindre, voire dépasser, des centaines de milliers de dollars). Ces vitesses sont donc beaucoup trop onéreuses actuellement pour la plupart des usagers. Elles sont moins hors de portée des entreprises, dont les investissements peuvent être répartis entre de nombreux utilisateurs et figurer parmi les frais professionnels, mais, à moins que le trafic ou les applications ne l'exigent, la motivation manque. Dès lors qu'il deviendra possible d'assurer un accès local peu coûteux avec des services grande distance dont le prix est fondé sur la consommation, les vitesses élevées deviendront peut-être abordables pour les entreprises. Les producteurs seront alors incités à fournir les matériels et les logiciels nécessaires pour des applications à des vitesses de cet ordre.

Connexion sans fil

La multiplication rapide des dispositifs de recherche des personnes, du téléphone cellulaire et d'autres applications sans fil (y compris l'accès sans fil aux réseaux locaux et à l'Internet) ont fait tomber le prix des appareils sans fil à un niveau qui n'est guère supérieur à celui d'articles courants. Des instruments de poche ayant des capacités de calcul presque compa-

rables à celles d'une machine de bureau remplissant toutes les fonctions d'un ordinateur personnel (mais ayant une capacité d'affichage et de stockage et une autonomie limitées) sont récemment apparus et occuperont à terme une place prépondérante sur le marché. Il est assez probable que la plupart de ces appareils disposeront de moyens de se connecter sans fil à un prix qui se maintiendra au niveau d'un article courant. La capacité de rester connecté si on le souhaite, où qu'on aille, sera probablement la norme. Toutefois, les petites dimensions dicteront en fin de compte les perfectionnements de la technologie de la saisie vocale comme moyen de commande des ordinateurs. Des dispositifs novateurs d'affichage apparaîtront sans doute ainsi que de moyens de pointer et de sélectionner adaptés à ces nouvelles contraintes. Un accès sans fil à des vitesses allant jusqu'à 1,5 Mbps semble réservé au cours de la prochaine décennie à ceux qui pourront en assumer le coût, mais un accès sans fil à des vitesses beaucoup plus élevées dans l'environnement local est également possible. L'économie et d'autres facteurs détermineront si cet accès pourra dans la pratique être fourni en substituant la technologie du sans fil aux fibres ou au cuivre. Enfin, l'accès par satellite restera attractif pour certaines applications, y compris l'accès à des installations fixes de télécommunication situées dans le voisinage ou pour des communications mondiales totalement indépendantes de toute installation terrestre de transmission (voir, par exemple, le chapitre 13).

Protocole Internet universel

Le Protocole Internet (IP) actuel fournit pour l'adressage un champ de 32 bits. Ce champ, que ses inventeurs voyaient naguère comme bien supérieur aux besoins parce qu'il pouvait désigner plusieurs billions de machines ou de dispositifs terminaux, est maintenant près d'être entièrement utilisé du fait de la multiplication générale des ordinateurs personnels. Les efforts déployés pour faire face à cette croissance ont été axés sur le développement et l'utilisation de

l'Ipv6, version 128 bits du protocole qui enrichit la version initiale de façon significative à plusieurs égards. Bien qu'on puisse avoir peine à le croire aujourd'hui, on pourrait constater un jour que même un chiffre aussi énorme que 10^{40} (soit, approximativement, le nombre d'appareils pouvant avoir leur adresse avec 128 bits) est insuffisant. En attendant, cela permettra de donner une adresse nodale à tous les appareils humainement connus. En fournissant partout pour quelques francs ou même moins des possibilités de calcul avec des dispositifs de la taille d'une puce, chaque réfrigérateur, grille-pain, four, fourneau, interrupteur et poignée de porte pourra en principe être surveillé et/ou commandé sur l'Internet par les personnes autorisées.

Multiplication de l'information numérique

Un service de courrier électronique est offert sur le réseau depuis les débuts de l'ARPANET et il en va de même pour les fichiers informatiques et leur transfert d'une machine à l'autre. Le Web a beaucoup simplifié les mécanismes de spécification des fichiers sous forme d'une chaîne unique de caractères (appelée URL ou adresse universelle de service) composée d'un nom de machine suivi d'un nom de fichier. De plus, la conception du Web a repris certaines des caractéristiques les plus intéressantes du SGML (Standard General Markup Language), langage graphique à marques créé par les éditeurs, et en a produit une version simplifiée plus facile à apprendre appelée HTML (Hypertext Markup Language). Les fichiers en HTML peuvent être manipulés plus facilement par les ordinateurs pour présentation sur toutes sortes d'écrans que ne le pouvaient les fichiers formatés de toutes sortes de manières différentes, voire arbitraires. De nombreuses personnes n'utilisent l'Internet que pour envoyer et recevoir du courrier électronique et accéder au Web. Ce n'est encore qu'une première étape importante en direction de la fourniture sur l'Internet de l'information numérique. Les efforts déployés récemment pour constituer

des gisements d'objets numériques durables, accessibles sans tâtonnements grâce à des mécanismes de recherche qui feraient la fierté des bibliothécaires, sont près de porter leurs fruits. Ces dispositifs, qui font partie d'une architecture ouverte généralement connue sous le nom d'« infrastructure d'objets numériques », sont à même d'inclure le Web ainsi que la plupart des autres systèmes d'information.

Commerce électronique

Plus que partout ailleurs, c'est sur l'Internet que les entrepreneurs tireront probablement le plus grand parti de leur ingéniosité. Nous voyons presque tous les jours apparaître de nouvelles façons de l'utiliser qui surprennent jusqu'aux observateurs les plus blasés. Le commerce sur l'Internet se chiffre aujourd'hui à plusieurs milliards de dollars par an et on s'attend à ce qu'il dépasse un billion de dollars dès les premières années du prochain siècle. Selon des estimations récentes, environ un tiers de la croissance de l'économie des États-Unis d'Amérique en 1998 est imputable à l'Internet. Les craintes pour la sécurité des cartes de crédit ont été largement dissipées par le fait que peu de problèmes graves ont été signalés et que les entreprises fournissant ces cartes assument l'essentiel des responsabilités en cas de fraude, minimisant ainsi beaucoup le risque que l'utilisateur final soit pénalisé. Les principales préoccupations ont trait aujourd'hui à des questions telles que l'authentification des parties à une transaction donnée ou la recherche de solutions aux problèmes de protection de la vie privée et de sécurité ainsi que de moyens de régler les principaux types de différends. Un moratoire s'applique actuellement à l'imposition des opérations commerciales effectuées sur l'Internet. A plus long terme, à mesure que les échanges de biens et de services continueront de croître sur le réseau, la nécessité de disposer d'un bon moyen d'administrer les prélèvements qui devront remplacer les impôts locaux perdus ou de réaménager efficacement la fiscalité figurera parmi les grandes questions susceptibles de requérir une coopération

internationale. Il faudra aussi dans cet ordre d'idées se préoccuper de mieux informer le public au sujet de l'Internet, de son fonctionnement et de son utilisation, ce qui n'est guère fait actuellement. L'analyse et l'interprétation des données risquent de donner lieu au fil du temps, de la part de différents groupes, à des interprétations diverses.

Les besoins actuels et les conditions à remplir pour continuer à progresser s'articulent autour des points suivants :

- Mise en place d'un moyen largement accessible et internationalement admis de certification. Cela pourrait exiger que les pouvoirs publics s'investissent à un niveau ou à un autre, d'autant plus que cela englobera la question de la certification des informations qu'ils fournissent. En ce qui concerne les autres sources d'information, la certification pourrait être assurée par le secteur privé.
- Mise au point d'un moyen de gérer la propriété intellectuelle dans le contexte des réseaux (voir aussi le chapitre 8). D'abord et surtout, il faut absolument pouvoir identifier durablement et précisément la propriété intellectuelle. La technologie nécessaire pour incorporer des systèmes d'identification élaborés de manière autonome est virtuellement disponible mais les chercheurs explorent encore la question d'un marquage de l'information numérique assurant qu'elle ne pourra être falsifiée ou que certaines informations y sont soustraites. Les droits et les intérêts en matière de propriété intellectuelle sont principalement ceux que couvrent les brevets, le droit d'auteur et les marques commerciales. Il reste pourtant difficile d'identifier ces droits et intérêts ou de savoir ce qu'on peut faire, en général, de l'information numérique obtenue sur l'Internet. Une méthode fondée sur des opérations expressément indiquées pour les objets numériques a été décrite dans un rapport du Cross-Industry Working Team. Des langages ont

été élaborés pour automatiser la négociation de certaines utilisations. Toutefois, la majeure partie des titulaires de droits hésite encore à mettre ses précieuses ressources à disposition sur l'Internet de peur que l'information fasse gratuitement l'objet d'une large diffusion diminuant d'autant les revenus qu'elle perçoit.

- L'application de la technologie de la sécurité tend aujourd'hui à devenir assez courante sur l'Internet. De puissants moyens de cryptage sont notamment utilisés pour le traitement des cartes de crédit et les échanges entre parties autorisées telles que les banques et les autres institutions financières. En outre, si les restrictions qui avaient été mises à l'utilisation générale de la technologie du cryptage à l'aide de clés de 56 bits ont été éliminées, elles restent en vigueur pour les procédés plus rigoureux. Cette technologie permet de protéger efficacement l'information, mais elle peut aussi entraver sérieusement son utilisation, même par les personnes autorisées, et introduit un surcoût notable pour la gestion sécurisée des clés ainsi que des systèmes dans leur ensemble. La législation applicable varie beaucoup d'un pays à l'autre.
- La propagation de virus peut être très rapide et les mesures permettant de les déceler et de les combattre (dans le monde entier) exigeront une large coopération. Dans certains cas, on n'aura peut-être pas le temps d'établir des relations de travail avec d'autres pays pour faire face à ces attaques et des moyens déjà établis de coopération seront indispensables. Aux États-Unis d'Amérique, le Computer Emergency Response Team (CERT) de l'Université Carnegie Mellon identifie la plupart des menaces connues à la sécurité et alerte les organes responsables comme il y a lieu. Ce type d'échange d'information s'est révélé jusqu'à présent extrêmement efficace et il sera de plus en plus important d'assurer son actualisation permanente.

Exécution de contrats

La croissance du commerce électronique sur l'Internet sera fortement freinée si des moyens de conclure des contrats ne sont pas portés à la connaissance de tous et mis à la disposition de deux parties ou plus. La législation de la plupart des pays exige encore des originaux signés ou des télécopies complétées par de tels originaux. La technologie de la signature numérique a fait tant de progrès que celle-ci peut remplacer les signatures traditionnelles à condition que des moyens administratifs d'en assurer la gestion soient mis en place et constamment actualisés. On ne saurait admettre que les différends ne puissent être tranchés en l'absence d'originaux signés ou faute de pouvoir vérifier les signatures numériques. En un mot, il faut être sûr que les tribunaux de divers pays reconnaîtront la légitimité de ces contrats et les traiteront en conséquence.

Construction de bibliothèques numériques et moyens de diffusion

Des progrès significatifs ont été accomplis dans la numérisation des documents et leur mise à disposition par l'intermédiaire du Web. Pourtant, la plupart des collections d'informations du monde sont encore inaccessibles par ordinateur. En outre, la grande masse d'informations disponible en ligne n'est accessible que par navigation ou par un mode de recherche par essais et par erreurs. Il devient crucial qu'une solution soit trouvée à ce problème, ce qui passera probablement par l'emploi de techniques novatrices de catalogue et d'indexation qui ne font encore que depuis peu l'objet de recherches, et dont le but sera de rendre relativement facile l'accès à l'information sur l'Internet (voir l'encadré 7.1).

PERSPECTIVES D'AVENIR

L'avenir est rarement conforme à ce que l'on imagine. Pourtant, sans perdre de vue que toute prévision risque d'être démentie par les faits, il n'est peut-être pas inutile de réfléchir aux perspectives suivantes.

Le commerce électronique continuera à prospérer en faisant moins de place aux produits fabriqués en série et aux forfaits pour privilégier la personnalisation et la satisfaction d'une demande définie par les utilisateurs. Les intermédiaires trouveront sur l'Internet de meilleurs moyens d'assurer une concordance entre les besoins des clients éventuels et ceux des fournisseurs de biens et de services.

Des manières plus efficaces de trouver ce que l'on cherche seront mises au point, qu'il s'agisse d'individus (principalement ceux qui souhaitent qu'on les trouve, mais peut-être aussi certains qui ne le souhaitent pas) ou de sources de biens de toutes sortes, y compris les composants nouveaux et d'occasion, voire de se renseigner sur l'histoire et la qualité de certains biens et services (et/ou des prestations de leurs fournisseurs), si on le désire.

La mise en place de marchés mondiaux est un problème qui, à bien des points de vue, n'est pas technique, mais la technologie peut la faciliter considérablement. L'organisation du commerce sur l'Internet en est encore à ses premiers balbutiements et il n'est pas douteux qu'elle se perfectionnera progressivement.

La collaboration est une des mines d'or qui sont encore largement inexploitées sur l'Internet. Les applications permettant à des groupes ou à des individus géographiquement éloignés de travailler ensemble, même à des moments différents, à des missions d'intérêt commun représentent un domaine potentiellement immense qui ne peut guère être défriché autrement. L'éventail des possibilités, qui est large, va d'applications telles que les versions de l'IP applicables à la vidéo et aux téléconférences, dont les premiers prototypes sont disponibles aujourd'hui sur la bande passante basse, à la conception et au développement concertés de produits des industries de transformation et à la planification stratégique par des équipes d'experts. En outre, les applications comportant ou même stimulant le développement de l'information en tant que contenu malléable, sur lequel d'autres poursuivront le travail tout en respectant les droits des créa-

teurs initiaux, pourraient donner naissance à de nouveaux modes de créativité.

Enfin, les possibilités d'utilisation de capteurs, d'actionneurs et de mécanismes de contrôle de toutes sortes sur l'Internet sont largement inexplorées. L'exploitation de systèmes de surveillance mondiale par satellite a eu pour effet direct d'améliorer la prévision météorologique. Il est possible d'imaginer la mise en place d'instruments de prévision de la situation météorologique locale sur la quasi-totalité des bâtiments et des véhicules, voire d'appareils portables par tous, ou peu s'en faut. L'utilité d'une matrice tridimensionnelle à grains fins d'information météorologique de ce type associée à des modèles de prévision mathématique pourrait améliorer de plusieurs jours, si ce n'est de plusieurs semaines, notre capacité de prévision à long terme. L'utilisation de l'Internet pour des installations et des opérations de toutes sortes pourrait devenir courante. Il deviendrait possible, par exemple, d'assurer à distance le fonctionnement d'unités de fabrication, ou de pratiquer en collaboration une télémédecine. Les expériences distribuées de simulation en lien avec des systèmes réels ouvrent dans cet ordre d'idées de nouvelles perspectives.

CONCLUSION

L'Internet est à l'origine d'une révolution aussi profonde que la révolution industrielle. La technologie correspondante est le fruit d'investissements dus à la clairvoyance du Gouvernement des États-Unis d'Amérique et à la participation active de chercheurs, complétée ensuite par des contributions du secteur privé et une aide du secteur public. Les applications actuelles de l'Internet portant chaque jour davantage sur le commerce électronique, il devient de plus en plus nécessaire de procéder à un examen approfondi des nombreux problèmes qui se posent dans le domaine des politiques publiques. Un grand nombre de ces problèmes ne pourront être résolus rapidement et on ne parviendra à y faire face qu'avec le concours durable des gouvernements du monde entier et du secteur

privé. Le fonctionnement de base de l'Internet est depuis longtemps assuré par le secteur privé, mais la poursuite de son développement passera par la mise en place de possibilités de connexion universelle pour l'échange de données régies par les normes ouvertes généralement admises auxquelles les usagers actuels sont maintenant très attachés. Les questions de souveraineté et de conflits entre les régimes juridiques continueront à délimiter ce qui est possible et ce qui ne l'est pas, mais un accroissement de la coopération, voire de la collaboration, sur l'Internet aura peut-être pour effet de rapprocher également nos divers systèmes. La question des droits de toutes les parties qui utilisent l'Internet devra à terme être attentivement examinée par les organes délibérants de la planète. Si l'Internet continuera certainement à contribuer à la croissance économique, il faudra toutefois s'employer résolument à éviter les inéquités qui creuseraient un fossé entre les possédants et les autres.

ORIENTATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

- CERF, V. et KAHN, R. 1974. A protocol for packet network interconnection. *IEEE Transactions on Communications*, mai 1974.
- CROSS-INDUSTRY WORKING TEAM. 1997. *Managing access to digital information*. Mai 1997. Disponible sur : www.xiwt.org/documents.html
- Information technology research : investing in our future. 1999. Rapport du Comité consultatif du Président sur la technologie de l'information, février 1999. Disponible sur : www.hpcc.gov/ac/report
- LEINER et al. *A brief history of the Internet*. Disponible sur : www.isoc.org/internet/history