

Internet ou la communauté scientifique idéale

Patrice Flichy

Flichy Patrice, . Internet ou la communauté scientifique idéale. In: Réseaux, 1999, volume 17 n°97. pp. 77-120.

[Voir l'article en ligne](#)

Avertissement

L'éditeur du site « PERSEE » – le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation – détient la propriété intellectuelle et les droits d'exploitation. A ce titre il est titulaire des droits d'auteur et du droit sui generis du producteur de bases de données sur ce site conformément à la loi n°98-536 du 1er juillet 1998 relative aux bases de données.

Les oeuvres reproduites sur le site « PERSEE » sont protégées par les dispositions générales du Code de la propriété intellectuelle.

Droits et devoirs des utilisateurs

Pour un usage strictement privé, la simple reproduction du contenu de ce site est libre.

Pour un usage scientifique ou pédagogique, à des fins de recherches, d'enseignement ou de communication excluant toute exploitation commerciale, la reproduction et la communication au public du contenu de ce site sont autorisées, sous réserve que celles-ci servent d'illustration, ne soient pas substantielles et ne soient pas expressément limitées (plans ou photographies). La mention Le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation sur chaque reproduction tirée du site est obligatoire ainsi que le nom de la revue et- lorsqu'ils sont indiqués - le nom de l'auteur et la référence du document reproduit.

Toute autre reproduction ou communication au public, intégrale ou substantielle du contenu de ce site, par quelque procédé que ce soit, de l'éditeur original de l'oeuvre, de l'auteur et de ses ayants droit.

La reproduction et l'exploitation des photographies et des plans, y compris à des fins commerciales, doivent être autorisés par l'éditeur du site, Le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation (voir <http://www.sup.adc.education.fr/bib/>). La source et les crédits devront toujours être mentionnés.

INTERNET OU LA COMMUNAUTE SCIENTIFIQUE IDEALE

Patrice FLICHY

Comment expliquer le succès d'Internet ? On considère le plus souvent que nous sommes face à une mutation technologique majeure analogue au développement de la machine à vapeur ou de l'électricité, Internet se trouvant au sommet de cette troisième vague chère à Alvin Toffler qui est à la fois *high tec* et anti-industrielle et qui repose avant tout sur les services et la communication. Ce déterminisme technologique va souvent de pair avec un optimisme technologique. Internet est alors considéré comme le fer de lance d'une mutation sociale profonde qui touche aussi bien l'entreprise, l'Etat, que l'ensemble des relations sociales. Mais cette thèse est dénoncée par certains qui considèrent que les prophètes d'Internet ont la mémoire bien courte. Leurs pairs et parfois eux-mêmes nous annonçaient déjà, il y a quelques années, que l'image allait remplacer l'écrit, le vidéotex la presse, que les bureaux seraient sans papier et que le câble allait faire disparaître les médias de masse, chacun pouvant désormais s'exprimer sans passer par les médiateurs officiels. Si ces discours sur la révolution de la communication se retrouvent donc dès qu'un nouveau média commence à apparaître, on comprendra que des observateurs attentifs aient parfois l'impression que l'histoire bégaie. Faut-il en déduire, pour autant, qu'Internet n'est qu'une mode qui passera vite et qu'en tout état de cause il ne modifiera guère les pratiques sociales ? L'évolution américaine, ou, plus proche de nous, celle des pays nordiques, semble donner tort à ces sceptiques.

Pour éviter de renvoyer dos à dos ces deux thèses, on peut aussi considérer Internet comme une « prophétie autoréalisatrice ». A force de se persuader et de persuader les autres qu'Internet va être l'outil majeur d'une nouvelle société, les choses finissent par arriver. Dire la technologie revient sinon à la faire, du moins à la diffuser. Cette hypothèse a l'avantage d'intégrer dans l'analyse une dimension imaginaire qui est rarement prise en compte. On réfléchit en effet à Internet comme souvent aux nouvelles technologies en termes de rapport entre le technique et le social, en oubliant toutes les médiations entre les deux termes. Mais en considérant que l'imaginaire de la

révolution communicationnelle accompagne et renforce la diffusion d'Internet, on n'explique pas pourquoi cette association n'a pas existé pour d'autres nouvelles technologies et surtout on sépare Internet de la révolution de la communication, on en fait deux éléments distincts. En définitive, on oublie tout le processus historique d'élaboration de cette innovation. Or l'imaginaire n'intervient pas seulement dans la diffusion de cette nouvelle technologie, mais également dans sa conception, c'est l'un des éléments de la culture commune qui associe concepteurs et utilisateurs. Certes, il serait erroné d'essayer de trouver dans les discours utopiques des concepteurs le germe initial qui n'aurait qu'à se développer par la suite. Ces utopies sont des ressources mobilisées par les acteurs pour développer leur projet, au même titre que les phénomènes physiques connus ou les pratiques sociales existantes. Chaque acteur n'est que partiellement guidé par ses projets initiaux. De plus ces discours n'apparaissent pas seulement à l'origine de l'innovation, ils l'accompagnent pendant son développement, ils tiennent compte des réorientations, des modifications de point de vue. Ils articulent les positions des concepteurs et des usagers en une trame complexe où chacun s'appuie sur la position de l'autre et en même temps la modifie.

De nombreuses utopies ont fleuri pendant la conception d'Internet. Certaines appartiennent à l'univers de la contre-culture ou à celui des *hackers*, d'autres au monde politique ou à celui de l'entreprise, d'autres enfin à la recherche académique. Je me limiterai dans cet article à l'imaginaire de la communauté scientifique. Celle-ci est en effet à l'origine d'Internet. Elle a joué un rôle central dans son élaboration, pendant près de vingt ans. Elle a non seulement imaginé un dispositif d'informatique communicationnelle, mais elle l'a également réalisé et utilisé. C'est au sein du monde de la recherche informatique que s'est construit le premier cadre sociotechnique d'Internet. Celui-ci a servi et sert encore de référence pour définir l'Internet de masse d'aujourd'hui. Pour effectuer cette étude, j'ai retenu tout d'abord des textes qui définissent les grandes lignes du projet technique et de ses usages, puis d'autres qui décrivent les premières utilisations effectives et en déduisent éventuellement des scénarios sur le développement et l'impact d'Internet. De façon à éviter autant que possible des constructions rétrospectives, des visions *a posteriori*, j'ai utilisé pour l'essentiel des textes écrits avant ou durant le processus d'élaboration d'Internet. Parallèlement à l'analyse de ces textes, j'ai étudié les choix techniques et d'usages qui ont été effectués par ces informaticiens universitaires. Ils peuvent être l'incarnation technologique d'un discours ou, au contraire, le remettre en cause. Cette étude a été découpée

chronologiquement en quatre périodes : la définition du concept d'informatique communicante, la mise en place du réseau et de ses usages, la création d'un réseau unifié mondial, et enfin les projets d'hypertextes et les dispositifs d'accès au savoir.

DE L'INFORMATIQUE DE CALCUL A L'INFORMATIQUE DE COMMUNICATION

Pour bien comprendre les projets des créateurs d'Internet, il faut tout d'abord se replacer dans la situation de l'informatique au tournant des années cinquante et soixante. C'est en effet par référence à la situation de la première informatique qu'ils vont définir leur approche.

Les ordinateurs en temps partagé et la symbiose homme-ordinateur

A la fin des années cinquante, les ordinateurs sont encore très rares (le parc mondial est de 5 000 environ) et coûteux, l'interrogation ne se fait jamais en direct. Les programmeurs, après avoir écrit leurs programmes, les chargent sur la machine à l'aide de cartes perforées. Si le programme s'exécute comme prévu, le programmeur prend les résultats et laisse la place au suivant. S'il y a une erreur, il doit corriger le programme et venir le réintroduire plus tard. L'ordinateur est ainsi un outil qui sert à effectuer les calculs qu'on lui présente. Ceux-ci doivent être préparés à l'avance et non directement sur la machine. Par ailleurs, l'unité centrale de l'ordinateur n'est active qu'une partie du temps. Pour améliorer la performance et l'efficacité du calcul informatique, les chercheurs en informatique imaginent de faire effectuer plusieurs tâches simultanément par la machine (*time-sharing*), donnant ainsi l'impression à chacun qu'il utilise l'ordinateur de façon autonome. Pour Maurice Wilkes, professeur à l'université de Cambridge, « le temps partagé permettra d'utiliser complètement les nouvelles machines qu'on va construire¹ ». D'autres chercheurs voient dans cette évolution technique une possibilité de modifier le travail des informaticiens. « Pour ajouter des instructions, changer un programme ou obtenir une réponse nouvelle de la machine, ils communiqueront directement et rapidement avec d'autres programmes utilisant l'ordinateur

1. WILKES, [1959] (1960), cité par NORBERG et O'NEILL, 1996, p. 81.

simultanément en temps partagé² ». Enfin, dans une acception encore plus large, certains estiment que le « temps partagé » est l'usage interactif d'un ordinateur non pas par un programmeur mais par plusieurs simultanément, chacun disposant d'un terminal spécifique asservi à la machine (relation maître-esclave).

Les notions de communication et d'interaction avec l'ordinateur qui apparaissent lors des premières réflexions sur le « temps partagé » sont également présentes, mais de façon plus systématique dans l'article de Joseph Licklider « La symbiose de l'homme et la machine ». Ce psychophysiologiste qui travaillait avec des informaticiens comme spécialiste du facteur humain a eu l'occasion d'utiliser l'un des premiers mini-ordinateurs (PDP-1). Cette machine, beaucoup plus petite que celle de l'époque, permettant de rentrer les programmes et les données sur une bande de papier, l'interaction devenait donc possible. « Le PDP-1 m'ouvrit des perspectives nouvelles sur la façon dont les hommes pourront, à l'avenir, collaborer avec des machines telles que celle-ci » déclarera-t-il dans les années 1980³. Ces idées furent rassemblées dans son article programmatique. Il y réfléchit tout d'abord aux processus du travail intellectuel. Il observe que « son temps de réflexion était principalement consacré à des activités purement mécaniques ou à des opérations d'écriture qui pourraient être réalisées plus efficacement par des machines que par des hommes ». La solution pourrait être de « créer une relation symbiotique entre l'homme et une machine capable de rechercher de l'information et de calculer rapidement. Ainsi, il semble évident qu'un dispositif d'interaction coopérative pourrait grandement améliorer les processus de travail intellectuel⁴ ». Il propose ensuite dans son article un programme de recherche pour atteindre cet objectif.

L'année suivante, lors d'une conférence à MIT sur le futur de l'informatique, Licklider reprecise ce que l'informatique peut apporter au travail intellectuel : « elle sera finalement partie prenante de la formulation des problèmes, de la réflexion en temps réel, de la résolution des problèmes, du travail de recherche, de la conduite des expériences. Elle interviendra dans l'écriture des textes, dans la recherche des références... En définitive,

2. MIT, 1958, *idem*, p. 82.

3. RHEINGOLD, 1985, p. 138.

4. LICKLIDER, 1960, p. 5.

elle assurera une communication plus facile entre les êtres humains⁵ ». Le projet de Licklider rompt avec une position courante à l'époque qui consistait à considérer que l'ordinateur devait être un outil intelligent autonome qui pourrait se substituer au cerveau humain. John von Neumann, l'un des pères fondateurs de l'informatique, avait en effet conçu cette nouvelle machine comme un double du cerveau humain, capable éventuellement de remplacer l'homme⁶. L'idée d'une symbiose entre l'homme et la machine défendue par Licklider est toute différente. On retrouve également des idées voisines chez le linguiste Y. Bar-Hillel⁷ qui, lors du colloque du MIT, intervient sur le dialogue entre l'homme et la machine.

Deux ans après la publication de son article, Licklider se voit confié par la nouvelle agence de recherche du ministère de la Défense (Advanced Research Projects Agency, Arpa), la direction du département de recherche informatique (Information Processing Techniques Office, IPTO). Dès son arrivée, il donne une série de conférences sur l'informatique destinées à des responsables militaires. Il y défend l'idée « qu'un ordinateur est une machine avec laquelle chacun doit pouvoir interagir directement, sans faire appel à des opérateurs informatiques comme intermédiaires obligés⁸ ». Au sein de l'Arpa, il dispose ainsi de crédits de recherche importants pour faire développer des recherches fondamentales au sein du monde universitaire. Il s'appuiera notamment sur les orientations programmatiques de son papier pour solliciter des projets de ses anciens collègues universitaires de Boston : « Je voulais des dispositifs interactifs, je voulais du temps partagé, je voulais qu'on prenne comme thème de recherche la question suivante : les ordinateurs sont aussi bien des dispositifs de communication que des dispositifs de calcul⁹. » C'est ainsi que les informaticiens de MIT lanceront, avec son appui, le projet MAC, (Multiple Access Computer) dont l'objectif est de faire travailler simultanément un grand nombre d'utilisateurs sur une même machine. Ce projet tient suffisamment au cœur de Licklider pour qu'il en assume par la suite la direction quelque temps après avoir quitté l'Arpa. Le projet MAC ne correspond pas seulement à une nouvelle génération de la

5. GREENBERGER, 1962, p. 205.

6. Sur ce point, voir BRETON, 1995.

7. GREENBERGER, 1962, p. 324.

8. Cité par HAFNER et LYON, 1996, p. 36.

9. LICKLIDER, interview du Charles Babbage Institute, cité par NORBERG et O'NEILL, 1996, p. 97.

technique informatique, mais aussi à une pratique plus collective du métier d'informaticien. Les programmeurs sont confrontés au travail de leurs collègues, aussi commencent-ils à envisager de faire des programmes réutilisables par les autres. Comme le notent Fernando Corbato et Robert Fano qui furent les premiers animateurs du projet MAC « l'informatique en temps partagé peut réunir un groupe de chercheurs dans un travail coopératif pour résoudre un problème commun, ou peut permettre de constituer une base commune de connaissances et de savoir faire à laquelle chacun peut faire appel en fonction de ses besoins¹⁰ ».

C'est à l'occasion de ce projet et de recherches équivalentes menées dans d'autres universités, notamment en Californie, que commence à apparaître l'idée de réseau informatique, ou sous la plume de Licklider celle de réseau informatique intergalactique. Pour illustrer cette notion, il prend l'exemple d'un chercheur qui possède un ensemble de données numériques à analyser et cherche de façon empirique la courbe qui rendrait compte, au mieux, de ses données. Pour ce faire il va essayer différents programmes disponibles. Une fois qu'il aura trouvé une courbe qui rend bien compte des données, il archivera l'ensemble afin que le lien établi entre les résultats de l'expérience et la théorie soit accessible à d'autres chercheurs. Il y a ainsi, dans ce projet de réseau, la volonté de constituer des outils communs à une communauté de chercheurs, de capitaliser l'expérience et les programmes informatiques des uns et des autres. Pour atteindre cet objectif, Licklider estime qu'il faut développer des recherches sur les interactions homme-machine, le temps partagé et les réseaux informatiques¹¹. Sept ans plus tard, il effectue un bilan de son action : « après avoir rejoint le projet MAC [en 1967], j'ai commencé à réaliser que l'idée de communication homme/ordinateur à travers le clavier, largement répandue à l'époque, était renvoyée au projet que j'avais également caressé d'interaction graphique rapide. Quant à la communauté en-ligne c'était moins une communauté d'utilisateurs qu'un groupe clos de programmeurs... Il me semble que mes efforts des années soixante étaient trop limités pour pouvoir créer des relations étroites entre l'homme et l'ordinateur et réaliser effectivement le rêve d'une communauté en ligne¹² ». Si la vision de Licklider n'est pas encore entrée dans les faits, néanmoins des recherches importantes ont été réalisées dans les années

10. CORBATO et FANO, 1966, cité par M et R. HAUBEN (s.d.), chapitre 5.

11. LICKLIDER, 1963.

12. LICKLIDER, 1970, cité par NORBERG et O'NEILL, p. 111.

soixante qui porteront leurs fruits dans la décennie suivante tant dans le domaine des outils d'interface que dans celui de l'informatique en réseau.

Interface et augmentation de l'intelligence

Des perspectives technologiques voisines de celles de Licklider apparaissent en ce début des années soixante chez différents auteurs, notamment chez des mathématiciens ou des informaticiens qui recommandent pour résoudre des problèmes complexes « une interaction étroite entre l'homme et la machine¹³ » ou imaginent l'ordinateur comme « une extension de l'intelligence humaine¹⁴ ». Mais c'est sans doute Douglas Englebart, un chercheur californien, qui mène la réflexion la plus approfondie sur cette question. Si l'on en croit le récit hagiographique d'Howard Rheingold, quand Englebart est entré au Stanford Research Institute, en 1957, il présente « ses idées sur l'interaction avec l'ordinateur comme moyen d'augmenter l'intelligence humaine.

– A combien de personne en avez-vous déjà parlé ? lui demande son interlocuteur.

– Aucune, vous êtes le premier à qui j'en parle.

– Bon. N'en parlez à personne. Cela semble trop saugrenu et vous vous ferez du tort¹⁵ ». Malgré cette mise en garde, il élabore sur ce thème un document ambitieux intitulé : « Accroître l'intelligence humaine ». Dans l'introduction, il décrit son projet : « 'Accroître l'intelligence humaine' veut dire augmenter la capacité d'un individu à gérer des problèmes complexes, à mieux les appréhender et à pouvoir les résoudre. Dans ce domaine, capacité accrue renvoie à un mélange de compréhension plus rapide, de meilleure compréhension, de possibilité de trouver plus vite des solutions de meilleure qualité à des problèmes considérés comme trop complexes, et enfin à la possibilité de trouver des solutions à des problèmes considérés comme insolubles¹⁶. » Après avoir décrit les caractéristiques de l'intelligence humaine, il montre que l'ordinateur peut être l'outil qui permet d'accroître ces performances. Il conçoit l'ordinateur non comme une machine à calculer, mais comme un outil de manipulation symbolique ; c'est de cette façon qu'il pourra accroître les capacités intellectuelles. Pour lui, la machine

13. ULAM, 1960.

14. RAMO, 1961.

15. RHEINGOLD, 1985, p. 180.

16. ENGELBART, 1962, p. 1.

doit permettre d'effectuer des opérations intellectuelles très simples comme composer et modifier un texte écrit. L'individu peut alors concevoir des textes plus rapidement et consacrer une partie de son énergie à des tâches intellectuelles plus complexes. La meilleure façon de pouvoir organiser ou réorganiser des mots dans un texte est de pouvoir les toucher, les transformer par une pratique manuelle. « Les symboles avec lesquels l'homme représente les concepts qu'il manipule peuvent être disposés devant ses yeux, déplacés, enregistrés, rappelés, gérés selon des règles très complexes, tout ceci en fournissant une réponse très rapide à des informations minimales fournies par l'homme, grâce à des dispositifs techniques spécifiques de coopération¹⁷ ». Le fait d'être attentif à ces petits dispositifs matériels amena Engelbart à s'intéresser particulièrement aux interfaces¹⁸.

La question du graphisme intéressait déjà l'Arpa ; Sutherland, qui fût le successeur de Licklider dans l'agence de recherche militaire, réalisa en 1962 le premier logiciel graphique, Sketchpad. Quand il arriva à la tête de l'Arpa, il finança l'équipe de recherche d'Engelbart que ce dernier avait nommé the Augmented Human Intellect Research Center. Le laboratoire mit au point et expérimenta des stations de travail individuelles reliées à un ordinateur en temps partagé. Chacune d'entre elles disposait d'un écran de visualisation et de plusieurs instruments de dialogue : clavier alphanumérique, souris et clavier à accord (*chord keyset*) à cinq touches. D'autres interfaces, comme le *light-pen*, qui avaient été essayées, n'avaient pas été retenues. Le principe du fenêtrage en « découpant un trou » dans l'écran et en regardant l'image dans cet espace fut testé. Mais l'originalité du laboratoire était de ne pas se contenter de produire des outils techniques, mais aussi de les expérimenter. « Ainsi le groupe de recherche est-il aussi le sujet de l'expérimentation. [...] Ce groupe d'amorçage (« *bootstrap* » *group*) a pour rôle de développer des outils et des techniques qui lui permettent de travailler de façon plus efficace¹⁹. » L'un des concepteurs-utilisateurs note, par exemple, après avoir utilisé le traitement de texte : « Je trouve que j'écris plus vite et plus librement. Je jette pensées et mots ordinaires sur l'écran avec beaucoup moins d'inhibition, trouvant facile de repérer les fautes ou les mauvais choix²⁰. » Les utilisations expérimentales ne furent pas seulement

17. *Ibidem*, p. 23.

18. Pour une étude des interfaces imaginés par Engelbart, voir BARDINI, 1998, p. 45-74.

19. ENGELBART et ENGLISH, 1968, p. 2.

20. ENGELBART, 1968, p. 40.

individuelles mais aussi collectives. Ainsi, certains documents étaient accessibles sur le système informatique de façon collective. De même le laboratoire expérimenta la conférence en ligne. Cette dernière fût largement commentée dans un nouveau texte de référence cosigné par Licklider et Taylor, qui était à l'époque le responsable du département informatique de l'Arpa. « Dans quelques années, écrivent nos deux auteurs, les hommes communiqueront de façon plus efficace avec la machine qu'en face à face. C'est plutôt inquiétant à dire mais c'est notre conclusion²¹ ». Ils introduisent aussi l'idée de communautés en ligne. « Ce seront des communautés reposant non pas sur une localisation commune mais sur un *intérêt commun*. [...] L'effet de cet élément sera important, tant sur les individus que sur la société. Tout d'abord les individus en ligne seront plus heureux car les gens avec lesquels ils interagiront le plus fortement auront été choisis selon leurs intérêts et leurs objectifs communs, plutôt qu'en fonction des hasards de la proximité géographique. Ensuite, la communication sera plus effective et productive, et donc plus agréable²² ».

Le réseau informatique

Alors que le « temps partagé » avait permis à un groupe d'une centaine d'informaticiens d'utiliser la même machine, le réseau informatique apparaissait comme l'étape suivante qui permettait de faire partager des ressources à des milliers d'utilisateurs. L'Arpa qui travaillait avec dix-sept centres de recherche souhaitait les connecter les uns aux autres. Comme le remarque Tom Marill, qui réalisa une première expérience de connexion entre deux ordinateurs : il n'y avait aucun « terrain commun pour l'échange des programmes, des hommes, des expériences ou des idées²³ ». En 1966, il lance les premières réflexions sur ce thème. Le rapport conclut que « la principale motivation pour prendre en compte l'installation d'un réseau est que l'utilisateur de n'importe quel dispositif participant à la coopération pourra accéder à des programmes dans la bibliothèque de tous les autres dispositifs²⁴ ». Des projets analogues étaient également développés chez les fabricants d'ordinateurs : IBM et Control Data. Ce dernier a ouvert en 1968 un réseau international connectant un certain nombre de centres de calcul :

21. LICKLIDER et TAYLOR, [1968], 1990, p. 21.

22. *Ibidem*, p. 38.

23. « Letter from Tom Marill to Lawrence Roberts », cité par HAFNER et LYON, 1996, p. 68.

24. MARILL, 1966, cité par NORBERG et O'NEILL, 1996, p. 158.

le Cybernet²⁵. Ces sociétés d'ordinateurs avaient néanmoins une autre vision de l'informatique, elles développaient des logiciels avec des langages propriétaires empêchant donc toute communication entre machines différentes. Elles avaient également choisi une topographie en étoile, c'est-à-dire une structure où il y avait ainsi un centre et une périphérie et où les sites n'étaient donc pas égaux entre eux.

Fin 1966, Taylor fait accepter par la direction de l'Arpa l'idée de construire un réseau informatique. Il justifie ce projet par le fait qu'il permettra d'éviter d'acheter constamment de nouveaux matériels aux départements universitaires travaillant pour le Pentagone. Chaque équipe pourra ainsi avoir accès à des ordinateurs plus puissants mais également à des machines ou à des programmes réalisés par d'autres constructeurs (en effet, à l'époque, les différents ordinateurs sont incompatibles²⁶).

Au-delà de cette volonté d'accroître la productivité des dépenses informatiques, il y a également le souhait de renforcer la coopération entre informaticiens. Robert Fano, l'un des responsables du projet d'informatique en temps partagé MAC, se rappelle qu'à la suite de ce projet « des amitiés sont nées entre des personnes utilisant les programmes des uns et des autres. Des personnes communiquant à travers le système informatique et qui se rencontrent ensuite par hasard s'écrient : 'c'est vous'. Ce fut un phénomène communautaire non reproductible²⁷ ». C'est justement ces communautés que Licklider et Taylor se proposent non pas de reproduire, mais d'étendre. Dans leur article de 1968, ils notent : « Aujourd'hui, les communautés en ligne sont séparées les unes des autres, aussi bien fonctionnellement que géographiquement. Chaque membre ne peut avoir accès qu'aux données traitées et archivées, aux programmes accessibles à sa communauté. Mais maintenant, l'évolution est d'interconnecter des communautés séparées et ainsi de les transformer en ce que nous pouvons appeler une supercommunauté. On peut espérer que cette interconnexion permettra à tous les membres de ces communautés d'avoir accès aux programmes et aux données de l'ensemble de la supercommunauté²⁸. »

25. NORBERG et. O' NEILL, 1996, p. 162.

26. Cité par HAFNER et LYON, 1996, p. 41.

27. *IEEE Annals of the History of Computing*, 1992, Vol. 14 n°2 p. 35, cité par HAUBEN (s.d.), chapitre 6.

28. LICKLIDER et TAYLOR, [1968], 1990, p. 31.

Pour mettre ce projet en œuvre, l'équipe de l'Arpa fait des choix techniques tout à fait novateurs en matière de réseau. Contrairement à la tradition téléphonique où l'on affecte une liaison pendant un certain temps à un utilisateur, Lawrence Roberts, l'animateur du projet, choisit un mode de transmission par paquets qui paraissait mieux adapté à des données informatiques. Chaque message est divisé en petits paquets d'information qui sont transmis pendant une fraction de seconde sur le réseau téléphonique, chaque paquet pouvant utiliser un itinéraire différent. A l'arrivée, le message est reconstitué. Ce dispositif offre plusieurs avantages, il permet tout d'abord à l'utilisateur de ne pas louer une liaison téléphonique spécifique pendant de longues périodes, puisqu'on pourra mélanger des paquets d'origine différente ; il est d'autre part très flexible puisque en cas de difficulté sur une liaison, les messages peuvent être automatiquement reroutés sur une autre. Cette architecture de réseau semble avoir été inspirée par des recherches menées à MIT par Leonard Kleinrock²⁹ et plus secondairement par un rapport réalisé auparavant par Paul Baran de la Rand Corporation pour le Département de la Défense mais qui avait toutefois un tout autre objectif, dans la mesure où il s'agissait d'imaginer un réseau capable de résister à une attaque nucléaire soviétique³⁰.

Roberts a fait un deuxième choix capital, il a décidé de placer un ordinateur spécifique (l'Interface Message Processor, IMP) pour faire l'interface entre le réseau et les ordinateurs à relier (les hôtes). Cette architecture technique laisse une grande autonomie à chaque site informatique qui peut s'organiser comme il l'entend en matière de matériels et de logiciels et éventuellement créer un sous-réseau reliant plusieurs machines, avec comme unique contrainte la nécessité de pouvoir se connecter à l'IMP. Ces choix techniques de décentralisation vont se retrouver dans l'organisation du travail nécessaire à la mise au point du réseau qui va être intitulé Arpanet ou « Resource Sharing Computer Networks ».

29. KLEINROCK, 1964.

30. Certains auteurs en ont déduit un peu hâtivement que le réseau de l'Arpa avait été construit pour permettre à l'armée américaine de maintenir des liaisons de communication en cas d'attaques soviétiques. En fait, comme je l'ai indiqué plus haut, ce réseau a pour objectif essentiel de fédérer les centres informatiques universitaires travaillant pour l'Arpa, ce qui est très différent. Notons néanmoins que le réseau une fois construit sera également utilisé par les militaires. Sur les liens entre l'Arpa et le projet de la Rand voir NORBERG et O'NEILL, 1996, p. 161 et HAFNER et LYON, 1996, p. 76.

La construction du réseau fut assurée par une petite société de Boston, très liée au MIT, BBN. Celle-ci n'est pas intervenue sur les problèmes techniques posés par les échanges de données au-delà de l'IMP, considérant que ceux-ci étaient de la responsabilité des universités. En effet, contrairement au système en temps partagé où l'ordinateur central est en situation de maître à esclave par rapport aux terminaux, les ordinateurs hôtes, dans Arpanet, entretiennent des rapports d'égalité. Le protocole de dialogue entre les hôtes doit donc être défini de façon coopérative. Les universités confièrent la tâche d'élaborer ces protocoles à de jeunes diplômés ou à des étudiants. Un groupe de travail (le Network Working Group) comprenant des représentants des quatre universités concernées³¹ s'est rapidement réuni. Il était organisé de façon coopérative et égalitaire. Pour mettre en valeur ces principes, les comptes-rendus de réunions ont pris le nom de « *Request for Comments* » (RFCs). Il s'agissait d'un dispositif ouvert (« les notes peuvent être produites sur n'importe quel site par tous ceux qui le veulent³² »). Les règles du jeu sont fixées dès le début. Le contenu est ouvert et il n'y a pas de contrainte de présentation : « des réflexions philosophiques abstraites, ou des descriptions précises, des suggestions spécifiques ou des mises en œuvre de dispositifs techniques sans introduction ou explication du contexte, des questions explicites sans tentative de réponse, tous ces textes sont acceptables³³ ». On est dans un monde scientifique où la compétence l'emporte largement sur la hiérarchie. « Nous espérons promouvoir l'échange et la discussion, au détriment des propositions autoritaires³⁴ » disent les auteurs du texte fondateur.

Vingt ans après, l'un des participants du Network Working Group témoigne de ce mode de travail : « Pour moi, la participation au développement des protocoles d'Arpanet et d'Internet a été très stimulante.[...] Il y avait plein de gens très brillants travaillant tous plus ou moins dans la même direction, dirigés par des personnes très savantes de l'agence qui assurait le leadership. On créa ainsi une communauté de chercheurs en réseau qui croyait profondément que la collaboration a plus d'efficacité que la compétition entre les chercheurs³⁵ ».

31. University of California at Los Angeles (UCLA), Stanford, University of California at Santa Barbara, University of Utah.

32. *Requests for Comments*, 3 April 1969, <http://www.isoc.org/ftp/rfc/0000/rfc3.txt>.

33. *Ibidem*.

34. *Ibidem*.

35. BRADEN, 1991.

LE DEVELOPPEMENT D'UN RESEAU D'INFORMATIENS

Un outil d'échange

Arpanet n'est pas resté longtemps au stade expérimental. Un an après sa création, en janvier 1970, le réseau connectait déjà treize centres de recherche. En avril 1972 ce nombre passait à 23 puis à 57 en juillet 1975. Dès 1971, le chef de projet Roberts jugeait le réseau opérationnel et estimait qu'« un véritable usage pouvait utilement démarrer³⁶ ». La première application proposée par le réseau fut le transfert de fichiers. On pouvait ainsi, conformément au projet initial, utiliser les ressources informatiques d'autres centres de recherche. Peu de temps après, un dispositif de courrier électronique (*electronic mail* ou e-mail) fut mis au point. Un tel programme existait déjà dans les ordinateurs en temps partagé, mais il prend bien sûr une toute autre dimension quand les utilisateurs sont géographiquement distants. Cet usage d'Arpanet eut un succès considérable puisque d'après une étude de l'Arpa, le courrier électronique représentait, en 1973, les trois quart du trafic du réseau³⁷. Des observateurs de l'époque notent qu'« un des aspects surprenant de la messagerie est le côté non planifié, imprévu, sans appui de sa naissance et de son développement. Elle est simplement arrivée. Sa courte histoire ressemble plus à la découverte d'un phénomène naturel qu'au développement délibéré d'une nouvelle technologie³⁸ ». Cette pratique se diffuse d'autant plus naturellement qu'elle permet de court-circuiter ce qu'un utilisateur appelle « les maîtres du téléscripateur qui règnent sur la messagerie électronique traditionnelle ou sur les services de facsimilé³⁹ ». En dépit de ce succès, la messagerie électronique n'est pas évoquée dans les différentes présentations qui étaient faites à l'époque d'Arpanet, comme si ce n'était pas assez sérieux pour un réseau scientifique ou si, au contraire, cet usage était devenu tellement naturel que cela ne valait pas la peine d'en parler.

Ce n'est que par la suite, vers la fin des années soixante-dix, que cette nouvelle pratique fut commentée. Licklider fut ainsi amené à revoir ses analyses. Alors qu'en 1968 (voir plus haut) il prévoyait le développement de communautés en ligne et la communication à travers la machine, dix ans

36. ROBERTS, 1973, cité par NORBERG et O'NEILL, 1996, p. 176.

37. HAFNER et LYON, 1996, p. 194.

38. MYER et DODDS, 1976, p. 145, cité par HARDY, 1996, p. 10.

39. PANKO, 1977, p. 21, cité par HARDY, 1996.

après, dans un nouveau texte écrit avec Albert Vezza, il compare le réseau informatique au téléphone et montre sa supériorité : « il est presque devenu évident qu'Arpanet va devenir un moyen de communication entre les hommes comportant des avantages importants par rapport au courrier classique ou au téléphone. [...] La plupart des gens ne demandent pas à la messagerie électronique cet aspect formel et cette volonté de perfection qu'ils attendent d'une lettre, probablement parce que le réseau électronique est beaucoup plus rapide, qu'il ressemble au téléphone. [...] Mais la messagerie a l'avantage par rapport à ce dernier qu'on peut aborder tout de suite le thème de l'échange sans aucune conversation préalable, qu'on garde en mémoire une copie de l'échange et que l'émetteur et le récepteur n'ont pas besoin d'être là en même temps⁴⁰ ».

Cette communication électronique informelle était d'autant plus intense que l'usage du réseau était gratuit (les IMP n'avaient pas en effet de fonction de facturation⁴¹) et que l'échange était pratiqué par des personnes qui se connaissaient et se rencontraient par ailleurs. Ainsi, en 1975, Arpanet comprenait environ mille adresses électroniques⁴² et une bonne partie du trafic était local. On estime qu'à cette époque 60 à 80 % des messages étaient émis par des personnes appartenant au même site géographique⁴³. Ainsi se créa un collectif Arpanet. Comme le remarque un « arpanaute » : « La clôture de la communauté d'Arpanet et son orientation vers la recherche ont installé une situation différente de celle qu'on pouvait trouver à l'extérieur⁴⁴ ». Certains commencent alors à imaginer que ce nouveau média pourrait peut-être se diffuser dans le monde ordinaire et créer de nouveaux rapports sociaux : « nous, les membres de la communauté de l'Arpa – et sans aucun doute beaucoup d'autres à l'extérieur – en sommes venus à réaliser que nous avons dans les mains une grande chose et peut-être même un dispositif très important. Il est maintenant évident pour nous que la messagerie sur réseau informatique peut changer profondément les modes de communication dans tous les secteurs de notre société, le domaine militaire, celui de l'administration civile, et celui de la vie privée⁴⁵. » Si ce projet mettra plus de dix ans à se réaliser, les arpanautes commencent en

40. LICKLIDER et VEZZA, 1978, p. 1331.

41. Sur ce point, voir ABBATE, 1993, p. 7.

42. NORBERG et O'NEILL, 1996, p. 178.

43. PANKO, 1977, p. 21.

44. MYER et VITTAL, 1977, p. 21.

45. MYER et DODDS, 1976, p. 145.

revanche, dès la deuxième moitié des années soixante-dix, à explorer des usages non académiques. Ainsi deux chercheurs californiens créent le jeu Adventure qui fut la première version informatique de Donjons et Dragons, un jeu de rôle très élaboré⁴⁶.

En définitive, Arpanet n'a pas été utilisé comme ses promoteurs l'avaient imaginé pour fournir des ressources informatiques à distance, mais pour communiquer⁴⁷ ; comme si les concepteurs d'Arpanet voulaient continuer sur le réseau le mode de coopération qu'ils avaient mis au point pour définir le système technique. On trouve là un phénomène tout à fait particulier qui caractérise ce nouveau média. Non seulement, les concepteurs en ont été pendant longtemps les utilisateurs, mais le modèle coopératif qui est à la base de la conception constituait le contenu même de l'usage.

Un outil de coopération

Parallèlement à la construction d'Arpanet, aux réflexions de Licklider, aux essais d'Engelbart, une expérimentation de Conférence Assistée par Ordinateur (CAO) eut lieu dès 1970. Là encore, le dispositif avait été mis au point sur des crédits publics venant non pas des militaires, mais d'une agence gouvernementale chargée de gérer les situations d'urgence. L'Emergency Management Information System And Reference Index (EMISARI) fut utilisé pour gérer le blocage des prix et des salaires décidé par l'administration Nixon. Il s'agissait pour les participants de partager les mêmes données, de faire remonter des informations des régions vers Washington, de les annoter, et de mener un débat à distance et en différé. Quatre-vingt terminaux participèrent à l'opération, les liaisons étant assurées par le réseau téléphonique. Murray Turoff qui fut l'un des principaux concepteurs de ce projet note, quelques années après : « Je pense que la possibilité ultime de la CAO est de fournir à un groupe humain une possibilité d'exercer une intelligence collective⁴⁸. »

46. HAFNER et LYON, 1996, p. 205.

47. Je ne parle ici que de l'usage académique d'Arpanet qui fut le principal et le plus médiatisé. En effet Arpanet servit également aux militaires. A partir de 1975 le réseau fut géré par la Defense Communications Agency. En 1982, 40 % des sites étaient militaires. En 1984, la partie militaire fut séparée pour constituer Milnet (source : Alexander Mc Kenzie et David Walden in FROEHLICH et KENT, 1991, p. 365-367.

48. AMARA, SMITH, TUROFF et VALLÉE, 1976, cité par RHEINGOLD, 1985, p. 308.

On se situe ici dans une tradition de l'informatique que je n'ai pas encore évoquée, celle de l'outil managérial. Turoff y apporte néanmoins une autre dimension, celle d'un dispositif qui, en reliant les hommes, crée une intelligence collective. A cette époque, certains informaticiens développaient pour les entreprises des dispositifs de recherche opérationnelle, c'est-à-dire des modes de calcul qui permettent de choisir des paramètres qui rendent maximale une fonction mathématique, tout en étant liés entre eux par différentes contraintes ; il s'agit d'une situation courante en économie et en gestion. Turoff est lui aussi à la recherche d'un optimum, mais il pense que l'informatique permet de l'atteindre non par des calculs mathématiques, mais en rendant plus efficace la coopération entre les individus. Celle-ci nécessite toutefois un apprentissage de ces outils long et complexe. Le logiciel EIES (Electronic Information Exchange System) qui a succédé à EMISARI nécessite, par exemple, huit heures de formation et vingt heures de pratique pour être bien maîtrisé⁴⁹.

Malgré le caractère encore très confidentiel de ce dispositif, Murray Turoff et Starr Hiltz ont publié en 1978 un ouvrage intitulé *La nation réseau, communication humaine à travers l'ordinateur*. Dans la préface, les deux auteurs expriment leur vision de l'avenir : « nous pensons que la CAO pourrait être aussi répandue et aussi révolutionnaire que le téléphone. Comme ce dernier, elle faciliterait l'émergence et le développement de vastes réseaux de personnes géographiquement éloignées qui néanmoins souhaitent communiquer et travailler les unes avec les autres, à un coût identique à celui qu'elles devraient payer si elles habitaient à quelques blocs les unes des autres⁵⁰ ». En effet, parmi les nombreuses technologies de communication inventées au cours de ce siècle, aucune n'est adaptée à la communication de groupe. Au contraire, la conférence assistée par ordinateur permet à chacun d'envoyer et de recevoir de l'information à l'heure et au lieu qu'il veut. « Ces systèmes permettent à une personne d'avoir des communications constructives, fréquentes et régulières avec cinq à dix fois plus d'interlocuteurs que ce que permettent les dispositifs courants actuellement disponibles. [...] Quand de tels systèmes seront largement répandus, [...] nous deviendrons une nation-réseau, échangeant d'importants volumes d'informations, mais également de communications socio-

49. FEENBERG, 1986, p. 7.

50. HILTZ et TUROFF, 1978, p. XXV.

émotionnelles avec des collègues, des amis ou des étrangers qui partagent les mêmes intérêts et sont dispersés dans toute la nation⁵¹. »

L'ouvrage présente ensuite des usages effectifs ou envisagés de la conférence informatique : enseignement, débat politique, relations familiales et amicales, science et technologie, management. Ces derniers usages sont plus particulièrement développés. Dans le domaine des sciences, les petites communautés de chercheurs spécialistes d'un domaine particulier constituent selon le mot de certains sociologues des « collègues invisibles⁵² ». Les chercheurs se rencontrent de temps à autre dans des colloques, échangent des *preprints*, collaborent sur certains travaux. La conférence informatique paraît particulièrement bien adaptée à ce type de coopération. En revanche, dans l'entreprise, la conférence informatique se heurte souvent à des résistances. « En changeant les canaux de communication dans une organisation, remarquent Hiltz and Turoff, nous menaçons aussi le pouvoir de ceux dont la place dans l'organisation dépend du contrôle des canaux à travers lesquels l'information se crée et se diffuse. Une telle innovation est ainsi vue par beaucoup comme une usurpation, comme un média qui pourrait les remplacer⁵³ ». Derrière le projet de conférence informatique apparaît bien une autre ambition, celle de réformer les rapports de travail. C'est sans doute cette volonté réformatrice qui explique le succès que rencontre ce livre. La revue informatique *Byte*, par exemple, présente EMISARI comme le logiciel fondateur : « l'histoire de la conférence assistée par ordinateur après EMISARI peut se lire comme le premier chapitre de l'évangile de Saint Mathieu : EMISARI conçut [...] Discussion. Discussion engendra EIES. EIES engendra Participate⁵⁴ ». La conférence informatique s'est ainsi constitué un mythe des origines !

L'usage de l'informatique en réseau pour le travail scientifique est également théorisé, la même année que *Network Nation*, par Joshua Lederberg. Ce prix Nobel de médecine fort compétent en informatique se présente comme un « utilisateur enthousiaste » d'Arpanet. Il explique comment, grâce à la messagerie électronique et à la circulation de fichiers, l'informatique de réseau permet aux scientifiques de travailler désormais plus efficacement. Il montre qu'elle a de nombreux avantages par rapport au

51. *Ibidem*, p. XXVIII-XXIX.

52. CRANE, 1972.

53. HILTZ et TUROFF, 1978, p. 49.

54. MEEKS, 1985, p. 170.

téléphone. A partir d'une expérience menée dans la recherche médicale, il indique que cette nouvelle technologie « a été indispensable pour organiser le travail de mise au point et de critique de propositions de recherches complexes : vingt personnes ont put collaborer de façon étroite à la production d'un document imprimé de 250 pages⁵⁵ ».

Cette expérience de travail scientifique en commun a également été réalisée à la même époque par Lynn Conway. Cette ingénieure, membre de Xerox Park, a animé une communauté de chercheurs en micro-électronique qui souhaitait définir une nouvelle méthode de design des puces. Le réseau permet de réaliser une diffusion rapide des savoirs vers la communauté concernée, mais également d'intégrer des modifications immédiates. « Le réseau donne l'opportunité d'accumuler rapidement un savoir qui peut être partagé⁵⁶. » Ce dispositif facilite simultanément la collaboration et la forte concurrence : « Les étudiants et les chercheurs de MIT, Stanford, Caltec, Berkeley, etc. peuvent visualiser les grandes lignes de l'architecture des puces des autres équipes. Cette situation stimule la compétition et permet donc de réaliser des projets ambitieux⁵⁷. » Mark Stefik, qui réédite ce texte quinze ans plus tard, estime que c'est un exemple paradigmatique qui illustre les histoires de la tour de Babel et de la Pentecôte. Avant le projet de Lynn Conway, les micro-électroniciens travaillaient chacun de leur côté avec des outils différents. Le point fort de l'opération fut de créer un langage commun pour décrire les puces. Aussi, à l'issue du projet, une communauté scientifique existait. Ce processus de collaboration/compétition rendu possible par Arpanet est également celui qui, comme je l'ai montré plus haut, a permis de constituer le réseau. La coopération scientifique se trouve donc au cœur même d'Arpanet.

Une communauté d'informaticiens, Unix

Dans les années soixante-dix, les informaticiens universitaires utilisèrent très largement un langage informatique mis au point par les laboratoires Bell, Unix⁵⁸. Ce système d'exploitation informatique a été créé pour les

55. LEDERBERG [1978] 1997, p. 168.

56. CONWAY, 1981, p. 155.

57. *Ibidem*, p. 156.

58. Unix est un lointain descendant du projet d'informatique en temps partagé du MIT, MAC (voir *supra*). En 1964, MIT s'associe à General Electric et aux laboratoires Bell pour écrire

besoins propres de Bell qui était, à l'époque, le principal centre de recherche de l'industrie électronique américaine. La réglementation américaine interdisant à ATT, maison mère des laboratoires Bell, de commercialiser des produits informatiques, elle a cédé des licences d'Unix à des tarifs extrêmement bas aux universités qui étaient d'ailleurs des partenaires habituels de Bell. La transaction étant quasiment non commerciale, ATT ne fournissait que le code source, sans documentation. Certains universitaires ont alors publié des manuels Unix, ce qui était donc une façon de s'approprier le nouveau logiciel. Ce principe d'une diffusion ouverte permit au monde académique de proposer, ou mieux de réaliser des modifications du programme qui pouvaient ensuite circuler au sein de ce qui allait devenir la communauté Unix. Ce mode de recherche coopératif faisait d'ailleurs partie des projets des créateurs du logiciel. L'un d'entre eux témoigne quinze ans après : « Ce que nous voulions préserver, ce n'était pas seulement un bon environnement de programmation [...] mais un système autour duquel une communauté pourrait se former. Nous savons par expérience que la nature d'une informatique collective telle qu'elle est offerte par des machines distantes en temps partagé n'est pas seulement d'entrer des programmes avec un clavier plutôt qu'avec des cartes perforées, mais d'encourager une communication étroite⁵⁹. » Un groupe des utilisateurs d'Unix (Usenix) appartenant à différentes universités se met d'ailleurs en place.

En 1978, une nouvelle version d'Unix prévoit la possibilité d'envoyer des fichiers d'une machine à une autre. Le protocole s'appelle UUCP (Unix to Unix Copy Program). Les laboratoires Bell sont les premiers à utiliser cette nouvelle possibilité, mais le réseau s'étend également vers des universités⁶⁰. Contrairement à Arpanet, ce réseau utilise uniquement des lignes téléphoniques.

Usenet, l'Arpanet du pauvre

Au tournant des années soixante-dix et quatre-vingt, des étudiants des universités de Duke et de Caroline du Nord adaptèrent le protocole Uucp pour permettre l'envoi de documents. Ils lançaient ainsi un réseau entre leur

un langage informatique opérationnel : Multics. En 1969, les laboratoires Bell se retirent de ce projet et mettent au point Unix.

59. RICHTIE, 1984, p. 1578, cité par HAUBEN (s.d.), chapitre 5.

60. QUARTERMAN, 1990, p. 253.

deux universités qu'ils appelèrent Usenet, abrégé de « Usenix Network ». Mais ils avaient également envisagé de l'appeler Chaosnet ou Spidernet (le réseau de l'araignée⁶¹). Les concepteurs de ce réseau présentèrent leur projet aux conférences d'Usenix. Dans un de leurs textes, ils indiquent : « un des buts de Usenet est de fournir l'opportunité à chaque système Unix de joindre et tirer avantage d'un réseau informatique (l'Arpanet du pauvre si vous voulez⁶²). » L'objectif de Usenet était donc de faciliter la coopération au sein d'une communauté d'informaticiens qui n'était pas reliée à Arpanet. Les documents échangés furent appelés articles. Ils furent regroupés dans ce qu'ils appelèrent des *newsgroups* par référence aux *newsletters*. Il s'agit en fait de dossiers où le système informatique classe tous les articles envoyés sur un sujet donné et les expédie aux personnes inscrites dans le groupe.

Ce nouveau réseau informatique a eu un développement très rapide. En 1982, trois ans après sa création, 400 sites étaient reliés à Usenet⁶³. A la même époque, Arpanet ne comprenait que 200 sites. Si Usenet a eu une croissance aussi forte, c'est qu'il s'adressait à une communauté potentiellement beaucoup plus large, les utilisateurs d'Unix et par la suite tous les informaticiens, puisque l'acronyme Usenet changea de signification pour devenir « User's Network » (le réseau des usagers). Cette communauté qui était exclue d'Arpanet réussit, malgré tout, à créer en 1982 une passerelle entre les deux réseaux. Les « usenautes » pouvaient ainsi accéder aux *newsgroups* qui existaient déjà sur Arpanet. Après ce rapprochement, le trafic était d'environ 50 textes (articles) par jour⁶⁴.

Grâce aux archives qui ont été constituées⁶⁵, on peut consulter les messages, examiner la liste des groupes et donc avoir une idée des usages de ce réseau. Plus de la moitié des groupes concernent l'informatique ou l'organisation du réseau lui-même. Les auteurs de nouveaux logiciels peuvent faire connaître leur production. Chacun peut demander des renseignements ou des conseils. La demande étant collective, le demandeur augmente ses chances d'avoir une réponse. Par ailleurs cette réponse étant archivée, elle peut ainsi satisfaire d'autres utilisateurs. Mais les *newsgroups* sont aussi des lieux de débat sur les avantages respectifs d'un nouveau dispositif ou d'un nouveau

61. *Ibidem*, p. 244.

62. DANIEL, ELLIS et TRUSCOTT 1980, cité par QUARTERMAN, 1990, p. 243.

63. SPAFFORD, 1988.

64. *Ibidem*.

65. JONES, SPENCER et WISEMAN (s.d.).

protocole. On trouve, par exemple, des groupes sur les bugs des différentes versions d'Unix ou sur les difficultés de la connexion entre Usenet et Arpanet. De son côté, un groupe débat au sein d'Arpanet d'un nouveau protocole Tcp/Ip qui deviendra central dans la définition d'Internet. Mais les usages non professionnels apparaissent également sur le réseau. Ils sont plus fréquents sur Usenet que sur Arpanet sur lequel plane l'ombre des militaires. Les thèmes débattus concernent d'abord les sciences et les techniques, ce qui n'est pas étonnant pour des ingénieurs en mathématiques, astronomie, techniques de transport. Les loisirs sont également abordés sous l'angle technique : radios amateurs, jeux utilisant l'informatique (logiciels d'échecs, jeux vidéo), musique électroacoustique. Mais on trouve, également, dans les deux réseaux, un groupe d'amoureux de la science fiction et des groupes sur des thèmes plus divers : petites annonces, recherche d'emplois, histoires drôles... mais aussi des débats sur des sujets d'intérêt général (les impôts, le suicide...). Ces usages ne diffèrent pas fondamentalement de ceux des *mailing lists* d'Arpanet⁶⁶. Ray Tomlison qui a mis au point le premier logiciel de messagerie de ce réseau note que « la plupart de ceux qui avaient accès à l'e-mail, inscrivaient le mot informatique dans les résumés de leurs textes. Les sujets indiqués concernaient aussi bien des notes sur des bugs, des annonces de réunions, que des recettes de bretzels⁶⁷. »

Répartition en pourcentage des *newsgroups** par thème en 1982

	Usenet	Arpanet
Informatique	40	56
Organisation des newsgroups	12	9
Sciences et techniques	14	13
Loisirs	15	9
Sports	8	-
Débat, divers	11	13

* Nombre de newsgroups Usenet : 92 ; Arpanet : 23.

Les *mailing lists* d'Arpanet, comme les *newsgroups* d'Usenet, vont également permettre de publier des revues électroniques. Le responsable d'une conférence sur les réseaux informatiques qui se tient en 1976 remarque : « il est intéressant de noter que beaucoup de résumés et quelques

66. Arpanet avait lancé des « *Messages services Groups* » (MsgGroups) en 1975.

67. Ray Tomlinson, interview, 10 April 1996 cité par HARDY, 1996, p. 29.

papiers intégraux furent envoyés par messagerie électronique. [...] Cette pratique est presque devenue courante pour certaines revues ou certaines lettres d'information. Le nouveau média se révèle bien adapté à cet usage⁶⁸ ». En effet, l'idée de journaux électroniques commence à circuler dans le monde informatique. On commence à parler de journal virtuel⁶⁹ ; de même l'un des thèmes du *newsgroup* « *net.usenix* » est de débattre de la création d'une *newsletter* électronique sur Unix⁷⁰. Les informaticiens d'Unix ont en effet l'habitude de coopérer entre eux : « les gens regardent souvent les programmes écrits par les uns et les autres, font des commentaires envoyés individuellement ou à travers les dispositifs de communication de groupe. Chacun utilise ces informations pour son propre usage. L'idée d'équipes de programmation et le refus d'un travail purement individuel correspondent bien à l'environnement Unix. Tout ceci encourage le partage, plutôt que l'isolement⁷¹ ». Dans cette situation de partage et d'écriture collective, « quelques programmes sont toujours 'l'œuvre' d'une ou deux personnes, mais beaucoup d'autres sont passés entre tellement de mains qu'il est difficile de dire par qui ils ont été écrits⁷² ».

Dans les groupes qui ne traitent pas d'informatique, celle-ci n'est jamais très loin. Ainsi dans « *human-nets* », les « *netters* » parlent de leur propre pratique du réseau. « je pense/ressens que la communication par ordinateur (celle qui relie des humains à travers des ordinateurs) se situe quelque part entre la communication écrite et la communication orale autant en ce qui concerne le style que la saveur. Il y a un climat d'absence de formalité, une circulation rapide des informations qui se combinent avec une des réflexions généralement pesées et plus perspicaces que la moyenne des communications verbales⁷³ ».

Usenet est non seulement le média de l'échange intellectuel entre informaticiens, mais également le résultat d'une coopération technique permanente. Alors qu'Arpanet a été financé et développé par Arpa, avec l'appui d'un groupe d'informaticiens, Usenet est une initiative autonome. C'est une structure coopérative qui n'a pas de financement propre. Les

68. AUSTIN, 1976, cité par HARDY, 1996, p. 31.

69. ROISTACHER, 1978.

70. Article du 8 avril 1982 (*Usenet Oldnews Archives*).

71. KERNIGHAN et MASHEY, 1981, p. 20, cité par HAUBEN (s.d.), chapitre 9.

72. *Ibidem*.

73. SENDS, 1981.

administrateurs du système sont des informaticiens volontaires qui ont dégagé de la place sur les disques durs de leurs ordinateurs pour enregistrer les messages (*news*) et ont organisé le transfert par téléphone. Quelques machines sont devenues l'ossature du système (*backbone*). C'est sur ces machines que les utilisateurs des petits sites peuvent se brancher pour récupérer les *news* auxquels ils sont abonnés. Les pôles importants du *backbone*⁷⁴ soit sont universitaires, soit dépendent de deux entreprises qui ont joué un rôle central dans le développement d'Unix : ATT et DEC⁷⁵. Mais l'activité du site est très largement dépendante de la personne qui prend en charge l'opération. Parfois le site perd son rôle quand elle part ailleurs⁷⁶. L'institution laisse faire plus qu'elle n'initie l'opération. « une bonne partie de la distribution des *newsgroups* au sein des laboratoires Bell est faite sans aucun accord explicite⁷⁷ », note un *netter*. Parfois, l'animateur de l'opération doit même payer de sa personne : « quand j'étais à l'université de Cincinnati, explique-t-il, nous avons eu une FORTE bagarre avec l'administration pour lui faire payer la note⁷⁸ ».

Usenet, du débat informatique au débat public non contrôlé

La croissance du nombre de groupes nécessita de réorganiser la hiérarchie des appellations des groupes, en 1986-87. Six thèmes principaux furent retenus. Les deux premiers items correspondent à des thèmes académiques : *computer*, domaine fondateur de Usenet, et *science*. Les trois suivants concernent des thèmes non professionnels : *society* (débats sociaux éventuellement politiques), *recreation* (loisirs, hobbies) et enfin *miscellaneous* qui correspond à la catégorie divers où l'on trouve notamment des petites annonces. Enfin *news* concerne les débats organisationnels sur Usenet lui-même. Un septième domaine fut créé : *talk*, pour abriter les débats sur des sujets controversés. Les administrateurs des serveurs voyaient là une possibilité de regrouper les forums litigieux qu'ils pourraient éventuellement

74. Il s'agit d'un *backbone* « organisationnel », puisque dans Usenet on n'utilise pas, comme dans Arpanet, des liaisons spécialisées mais le réseau téléphonique standard.

75. Digital Equipment Corporation (DEC) fut créé par deux informaticiens de MIT. Elle mit en place une politique de vente à très bas prix pour les universités de ses mini-ordinateurs. Ceux-ci constituaient une partie importante du parc de machines tournant sous Unix.

76. [Http://www.vrx.net/usenet/history/bjones.net-explodes.txt](http://www.vrx.net/usenet/history/bjones.net-explodes.txt) p. 6 (message de Gene Spafford).

77. HAUBEN (s.d.), chapitre 10, p. 16.

78. *Ibidem*.

ne pas distribuer. Malgré l'existence de cet espace de liberté, les administrateurs des serveurs refusèrent de distribuer certains forums. Un système de distribution parallèle se mit alors en place. C'est ainsi que naquit le huitième domaine appelé *alternative*. Brian Reid qui joua un rôle essentiel dans la création de ce dispositif parallèle, justifie ainsi ce choix : « rétrospectivement, le plaisir du *alt network* est que vous créez un groupe et que personne ne peut le tuer. Il peut simplement mourir quand plus personne ne le lit. [...] Je ne veux pas définir une position sur la façon dont le réseau doit être organisé ; [...] personne ne doit pouvoir contrôler les opinions qui s'y expriment⁷⁹ ». Cette position libertarienne qui joue un rôle clé dans le nouveau développement d'Usenet est toutefois tempérée par le fait que l'activité de sélection des *newsgroups* opérée par les administrateurs de sites est globalement acceptée. « Dans le passé, chaque site de Usenet a effectué une sélection de ce qu'il proposait. Cela a rendu Usenet moins unifié et plus différent au long du temps, mais cela fait partie de l'anarchie, de la liberté pour lesquelles Usenet s'est toujours battu⁸⁰ ».

Le nouveau découpage des thèmes accompagne une évolution d'Usenet. Le nombre de *newsgroups* va croître très rapidement et les thèmes scientifiques vont voir leur importance diminuer. En 1987, il y avait 250 *newsgroups*, en juin 1992 on en trouvait 3 260⁸¹. Parmi les différents domaines, *recreation* arrive en tête en nombre d'articles reçus (25 %). Les forums qui ont le plus de lecteurs proposent des listes de blagues : *rec.humor.funny* (220 000 lecteurs) et *rec.humor*. Le thème informatique arrive en second avec 21 % des articles envoyés. *Alternative* réunit 16,5 % des documents émis⁸², les forums les plus fréquentés sont *alt.sex* (220 000 lecteurs) et *alt.sex.stories*, mais aussi certains sujets académiques hétérodoxes comme l'hypertexte. Les domaines *society*, *talk* et *science* font respectivement 10 %, 5 %, et 4 % des articles reçus. Enfin les thèmes *miscellaneous* et *talk* reçoivent peu d'articles mais sont très lus. Les deux groupes qui ont le plus de lecteurs sont des forums de petites annonces (*misc.jobs.offered* et *misc.forsale*) qui avec respectivement 280 000 et 250 000 lecteurs, arrivent en tête du hit parade global. Les groupes *news.announce.newusers* et *news.answers* qui apportent

79. REID (1993) cité par HARDY, 1996, p. 13.

80. Post from tower@bu-it.bu.edu October 26, 1990.

<http://www.vrx.net/usenet/history/bjones.net-explodes.txt> p. 17.

81. Source ZAKON (s.d.).

82. Mais 30 % des fichiers émis. Cette différence vient probablement du fait qu'il y a beaucoup de fichiers avec des images.

des conseils aux nouveaux utilisateurs ont chacun plus de 100 000 lecteurs⁸³. Ainsi, les forums scientifiques qui représentaient la majeure partie de l'activité d'Usenet en 1982 n'en représentent plus qu'entre un quart et un tiers dix ans plus tard. Usenet devient avant tout un lieu de débat ouvert. Les échanges sont néanmoins fort inégaux. D'après un pointage réalisée en 1994 sur six *newsgroups*, seuls 1 à 2 % des personnes inscrites envoient un message au cours du mois. Parmi ces messages, environ la moitié sont des réponses. Quant aux messages initiaux, seuls un tiers sont à l'origine d'un échange, les autres restent sans réponse⁸⁴.

Malgré tout, Usenet, à cause de son organisation très ouverte et de la diversité des thèmes abordés, sera le premier réseau informatique du monde universitaire à s'ouvrir à l'extérieur. Dès 1988, des premières interconnexions auront lieu.

VERS UN RESEAU MONDIAL DE LA RECHERCHE

De Csnet à Nsfnet

Arpanet, nous l'avons vu, ne réunissait qu'une petite partie des départements informatiques universitaires (un huitième, en 1979). Le succès amena les autorités académiques à envisager la construction d'un réseau pour l'ensemble des universités concernées. Déjà, en 1974, le comité consultatif de la National Science Foundation (NSF) avait conclu un rapport sur ce sujet en indiquant « que la mise au point d'un service créerait un environnement de pionniers afin d'offrir de nouvelles technologies, des coopérations et des partages de ressources pour des équipes éloignées géographiquement ou des chercheurs isolés⁸⁵ ». Mais cette proposition ne fut pas retenue. En 1977, l'université du Wisconsin mit au point un petit réseau Theorynet qui fournissait la messagerie électronique à une centaine d'informaticiens. Deux ans plus tard, la même université, en liaison avec d'autres, proposa à la NSF de construire un « Computer Science Research Network » (Csnet). Après discussion, un projet fut retenu en 1981 et devint opérationnel l'année suivante. Différents niveaux de services étaient proposés, depuis le courrier électronique jusqu'au transfert de données. Le

83. Source REID, 1992.

84. Source SPROULL et FARAJ in KAHIN et KELLER, 1995, p. 71.

85. Cité par HAFNER et LYON, 1996, p. 240.

réseau reliait en 1983 plus de la moitié des départements informatiques universitaires, et la totalité en 1986.

De leur côté, deux universités de la côte est lancèrent, en 1981, en liaison avec IBM, le réseau Bitnet. L'acronyme signifie *Because It's There* (« parce qu'il est là ») ce qui renvoie au fait que le protocole était déjà présent sur les ordinateurs IBM. Par la suite, la signification de l'acronyme aurait été changé pour devenir *Because It's Time*⁸⁶ (« parce qu'il est temps »). Ce projet fut fortement soutenu par l'association Educom. Bitnet, comme Csnnet mirent au point des passerelles d'interconnexion avec Arpanet.

Au milieu des années quatre-vingt, le désir d'être connecté à un réseau informatique se manifesta dans d'autres départements universitaires. Ce nouveau mode de communication commençait à se diffuser à l'extérieur des laboratoires informatiques. La NSF imagina un nouveau réseau Nsfnet qui fut ouvert en 1985. Il était organisé en trois niveaux. Une épine dorsale (*backbone*) nationale, financée par la NSF, reliait notamment cinq supercalculateurs dont les moyens de calcul pouvaient ainsi être mis à disposition des autres universités, et une douzaine de points d'interconnexion. Ceux-ci assuraient l'interface avec des réseaux régionaux qui devaient trouver leur propre financement. Enfin, chaque université construisait un réseau local sur son propre site, grâce notamment à des subventions de la NSF. Celle-ci qui veut promouvoir l'usage du réseau dans toutes les disciplines impose que « des connexions soient disponibles pour TOUS les utilisateurs qualifiés présents sur le campus⁸⁷ ».

Internet ou le métaréseau

Le développement d'Arpanet nécessitait la mise au point de protocoles plus robustes et plus universels que ceux qui avaient été définis au démarrage. Robert Kahn, l'un des principaux membres de l'équipe de BBN qui a élaboré Arpanet, avait par la suite pris la responsabilité d'un autre projet de l'Arpa qui consistait à construire un réseau de données par paquets utilisant des liaisons radio au sol ou par satellite. Rapidement il apparut que chacun de ces réseaux avait ses propres spécificités et que le protocole d'Arpanet ne pouvait être appliqué à tous. Kahn en liaison avec Vint Cerf qui fut l'un des

86. QUARTERMAN, 1990, p. 364.

87. Cité par LEINER, CERF, *et alii* (s.d.), p. 8.

principaux concepteurs du précédent protocole imagina alors une « architecture interréseau », c'est-à-dire un métaprotocole qui ferait interfonctionner des réseaux conçus selon des principes différents. L'idée d'architecture ouverte laisse une totale autonomie à chaque réseau qui n'a pas à changer son fonctionnement précédent, le métaprotocole ne s'occupant que des échanges entre les réseaux. Les premiers principes furent définis dans un texte publié en 1974⁸⁸. L'idée de base est analogue à celle qui a été retenue pour le transport des marchandises par container. Toutes les boîtes sont identiques et peuvent contenir des objets très différents, elles circulent ensuite sur différents réseaux (train, cargo, camion). Dans le cas présent, les données informatiques (textes, sons ou images) sont encapsulées dans des paquets ou datagrammes.

L'élaboration détaillée du protocole fut assez longue et mobilisa largement les arpanautes. Le système retenu comporte deux parties. Le Transmission Control Protocol (TCP) est chargé de morceler les messages en paquets au départ, de les reconstituer à l'arrivée, de détecter les erreurs de transmission et de renvoyer les éléments manquants. L'Internet[working] Protocol (IP) est chargé d'organiser la circulation des paquets, il fournit à chaque machine hôte une adresse qui permet d'organiser le routage. Le protocole TCP/IP fut testé en 1977. En 1980, il était choisi par le ministère de la Défense, et le 1^{er} janvier 1983 Arpanet basculait sur le nouveau système⁸⁹ qui était désormais appelé Internet⁹⁰. Le département informatique de Berkeley qui avait joué un rôle important dans la diffusion d'Unix dans la communauté universitaire réalisa, la même année, une version Unix de TCP/IP. D'un seul coup, le nouveau protocole devenait accessible à 90 % des laboratoires informatiques universitaires⁹¹. De leur côté, des chercheurs du MIT mirent au point, par la suite une version pour le PC.

L'année 1983 vit également la coupure d'Arpanet en deux réseaux : Milnet pour les usages militaires et un nouvel Arpanet pour la recherche qui s'interconnecta avec Csnnet. De son côté, Nsfnet choisit dès le démarrage d'utiliser le protocole TCP/IP. Ainsi, en ce milieu des années quatre-vingt,

88. CERF et KAHN, 1974, p. 627-641.

89. Voir LEINER, CERF *et alii* (s.d.).

90. QUARTERMAN en donne la définition suivante : « *The Internet is an internetwork of many networks all running the TCP/IP protocol* » (*op.cit.*, p. 278).

91. NORBERG et O'NEILL, 1996, p. 185.

Internet réussissait à fédérer une bonne partie des réseaux informatiques aux Etats-Unis.

Mais les liaisons avaient également sauté la frontière américaine pour rejoindre des universités étrangères et constituer ainsi un réseau international. Dès 1975, Arpanet avait établi une liaison par satellite avec l'Angleterre. Usenet se connectait avec le Canada en 1981 puis avec l'Europe l'année suivante. Les auteurs d'un des premiers livres sur Usenet pouvaient alors dire en 1986 : « votre lien avec le réseau Unix devient votre lien avec le monde et le lien du monde avec vous⁹². » Au milieu des années quatre-vingt, Bitnet et Csnet établissaient des liaisons avec l'Europe et avec le Japon. Ainsi, la communauté informatique internationale disposait des connexions qui lui permettaient d'être reliée aux universités américaines. Tout cet ensemble formait ce que John Quarterman appelait dans le premier livre de référence publié, en 1990, sur les réseaux informatiques : la matrice. « La matrice est un métaréseau mondial de réseau d'ordinateurs interconnectés et de systèmes de téléconférence qui fournissent des services unifiés qui ressemblent, bien qu'étant différents, à ceux du téléphone, de la poste et des bibliothèques. C'est un outil majeur pour la recherche universitaire et industrielle, en informatique, physique et astronomie, et de plus en plus en biologie, en sciences sociales et dans d'autres sciences⁹³. »

L'ACCES AU SAVOIR

Les pères fondateurs d'Internet n'imaginaient pas seulement un réseau de coopération et d'échange entre les machines (transfert de fichiers) et entre les hommes (messageries, *newsgroups*), mais aussi l'accès à un savoir universel. Ainsi Licklider, au moment où il rentrait à l'Arpa, écrivait un texte sur les bibliothèques du futur. Dans l'avant-propos, il cite un article de Vannevar Bush, publié en 1945 mais qui, près de vingt ans après, a orienté sa réflexion. Bush qui avait mis au point un calculateur analogique, avait dirigé l'administration chargée de diriger l'effort de guerre des scientifiques. Une fois la guerre achevée, il se demanda comment maintenir les efforts de coopération scientifique développés pendant le conflit, le grand problème étant que « les publications s'étaient développées bien au-delà des capacités

92. TOLIDO et DOUGHERTY, 1986, p. 11.

93. QUARTERMAN, p. XXIII.

des chercheurs à les utiliser⁹⁴ ». Bush estime que l'organisation hiérarchique de l'information dans nos bibliothèques ne correspond pas du tout au fonctionnement de l'esprit humain. La pensée est avant tout associative, elle chemine dans un « maillage de traces⁹⁵ » (*web of trails*). Il propose alors d'organiser des associations de documents et de mécaniser leur recherche. Il imagine un poste de travail individuel qu'il nomme Memex, lequel permet de consulter toutes sortes d'informations enregistrées sur microfilms. L'utilisateur saisit les références du document qu'il veut consulter à l'aide d'un clavier. Un bouton lui permet de circuler dans le texte (sauter des pages, revenir au sommaire...) et de passer à d'autres documents associés. Le lecteur peut créer ses propres index et indiquer des liens entre les documents. Mais tout ceci est purement spéculatif.

Si la réflexion de Licklider se situe dans la même ligne, l'environnement technologique a changé, c'est désormais celui de l'informatique naissante. Il estime qu'il faut substituer au livre un dispositif qui évite le transport physique de l'information et permette de la traiter, L'informatique est donc bien la technologie qui convient. Il imagine qu'en l'an 2000, un individu moyen « puisse investir dans un 'intermedium' ou une 'console' – sa Ford ou sa Cadillac intellectuelle – investissement comparable à celui qu'il réalise aujourd'hui en achetant une auto. Il pourra aussi en louer une à un service public qui fournira du traitement de l'information comme Consolidated Edison fournit de la puissance électrique. Dans l'entreprise, l'administration ou l'éducation, le concept de bureau pourrait passer d'une acception passive à une acception active : un bureau pourrait être avant tout un terminal de contrôle et d'affichage au sein d'un système de télécommunications et de téléinformatique et la partie la plus essentielle : le câble ('le cordon ombilical') qui assure la connexion, à travers une prise murale avec le réseau public de connaissance⁹⁶. »

Cette utopie fut partiellement expérimentée, à la fin des années soixante, dans l'Augmented Human Intellect Research Center d'Engelbart (voir supra). Laissons un jeune illuminé fou d'informatique décrire, dans le passage d'un livre nommé *Dream machines* (« machines de rêve »), l'apport d'Engelbart en matière d'expérimentation de recherche d'informations. « Tout ce que vous cherchez est là instantanément, immédiatement connecté

94. BUSH, 1945, section 1.

95. *Ibidem*, section 6.

96. LICKLIDER, 1965.

avec plein d'autres choses. Des connexions sont offertes avec les sources, les notes, les commentaires, etc. [...] Tout le papier qu'on manipule est éliminé ». Il conclut ainsi : « En bâtissant son système grandiose, il indique une voie nouvelle à l'humanité⁹⁷. » Cette fascination pour le maître de Stanford ne l'empêche pas pour autant de le critiquer. Il met en cause l'organisation hiérarchique rigoureuse qu'Engelbart établit entre les textes. Nelson depuis une bonne dizaine d'années réfléchit à une organisation non séquentielle du texte qu'il appelle hypertexte⁹⁸. Un auteur peut ainsi écrire de façon non linéaire en proposant des embranchements ou des alternatives. Nelson imagine avant tout un grand hypertexte : « consistant en tout ce qui a été écrit sur un sujet ou en relève vaguement, lié ensemble par des logiciels qui vous permettent de lire dans toutes les directions dans lesquelles vous souhaitaient poursuivre vos recherches. Il peut y avoir des cheminements alternatifs pour ceux qui pensent d'une autre façon » et il ajoute un peu plus loin : « Le véritable rêve est que tout soit dans l'hypertexte⁹⁹. » Il baptise son projet Xanadu. Ce nom fait référence à un poème de Coleridge où l'auteur parle d'un lieu magique de la mémoire où rien n'est jamais oublié, mais c'est aussi le nom de la maison du Citizen Kane d'Orson Welles. L'objectif est de fournir à chacun « un écran à domicile à partir duquel on pourra consulter toutes les bibliothèques hypertextes du monde¹⁰⁰ ». Nelson et ses collaborateurs chercheront à produire un puissant logiciel qui permettra au lecteur de créer ses propres liens avec des extraits ou des textes entiers. Le dispositif doit fonctionner dans les deux sens : le lecteur peut non seulement suivre les liens qui accompagnent le texte mais également retrouver tous les textes qui possèdent des liens avec le texte qu'il est en train de lire. Il s'agit en quelque sorte de mettre à plat toutes les connexions du savoir. Nelson fera deux tentatives d'élaboration de son logiciel au cours de la décennie quatre-vingt qui échoueront toutes deux. Gary Wolf conclut ainsi un article très documenté sur cette aventure : « aujourd'hui, avec l'arrivée de dispositifs de mémoire beaucoup plus puissants, Xanadu, le plus grand projet encyclopédique de notre époque semble non seulement un échec mais aussi un symptôme contemporain de folie¹⁰¹. »

97. NELSON, 1974, p. DM 46-47.

98. La première présentation publique de ce concept a lieu au congrès de l'Association for Computing Machinery en 1965.

99. NELSON, 1974, p. DM45.

100. *Ibidem*, p. DM56.

101. WOLF, 1995 p. 202.

En 1988, alors que Nelson lançait sa deuxième tentative d'écriture du logiciel de Xanadu, Robert Kahn et Vinton Cerf, les pères du protocole TCP/IP, publient un document sur la bibliothèque numérique¹⁰². Ils proposent la création d'un réseau de bibliothèques interconnectées. Quand l'utilisateur ne trouve pas dans la base de documentation locale l'information qu'il cherche, ses demandes sont orientées vers des bibliothèques numériques distantes. L'un des éléments-clés du projet est la notion d'agent intelligent nommé *knowbot*. Celui-ci doit aller chercher l'information dans un grand réseau complexe et hétérogène de bibliothèques. Ces agents ne se contentent pas de localiser et de rapatrier l'information mais ils peuvent aussi constituer une sorte de filtre cognitif qui ne laisse passer qu'une information comprenant un certain degré de précision.

Le web

C'est à Genève, au Centre européen de recherche nucléaire (CERN), que va être développé en 1990 un système de documentation hypertextuel. L'objectif de Tim Berners-Lee, le principal auteur du projet était de répondre aux besoins de documentation d'un grand centre de recherche où l'information est éclatée et décentralisée et où les équipes se renouvellent rapidement. Il s'agissait de produire un logiciel opérationnel adapté aux besoins des chercheurs. « Le problème de l'information perdue est particulièrement aigu au CERN. Mais dans ce cas (comme dans un certain nombre d'autres), le CERN est un modèle en miniature de ce que sera le restant du monde dans quelques années. Le CERN rencontre aujourd'hui quelques problèmes auxquels le reste du monde sera bientôt confronté. Dans dix ans, il y aura des solutions commerciales à ces problèmes, il nous faut néanmoins faire quelque chose pour pouvoir maintenant continuer à travailler¹⁰³. »

Cette vision est précisée dans un autre texte de Tim Berners-Lee et Robert Cailliau. Leur projet ne consiste pas à intervenir sur les informations, ni à les organiser hiérarchiquement mais à établir quelques liens entre elles : « les textes sont liés ensemble de telle façon qu'on puisse aller d'un concept à un autre pour trouver les informations qu'on veut. Le réseau des liens est

102. KAHN et CERF (1988). Extrait réédité dans. STEFIK (ed) p. 33-38.

103. BERNERS-LEE, 1989.

appelé toile (*web*). La toile n'a pas besoin d'être organisée selon un mode hiérarchique, et, par conséquent, il n'est pas nécessaire de 'cheminer dans l'arbre' à l'envers pour atteindre un sujet différent ayant des liens avec la question étudiée. La toile également n'est pas complète, puisqu'on peut difficilement imaginer que les auteurs puissent définir tous les liens possibles. D'ailleurs un petit nombre de liens est d'habitude suffisant pour aller de n'importe quel point à n'importe quel autre en un petit nombre de sauts. Les textes sont considérés comme des nœuds. La façon de cheminer d'un nœud à l'autre est appelé navigation. Les nœuds n'ont pas besoin d'être sur la même machine : les liens peuvent être orientés vers d'autres machines. Pour obtenir une toile mondiale (*world wide web*), il faut pouvoir faire fonctionner un dispositif avec différents protocoles d'accès, et des formats de présentation du contenu différents selon les nœuds. [...] En principe, les nœuds peuvent également contenir de l'information non textuelle telle que des diagrammes, des images, du son, de l'animation etc. Le terme hypermédia qu'on utilise alors est simplement l'expansion de l'idée d'hypertexte aux autres médias¹⁰⁴. »

Pour organiser cette navigation, l'utilisateur a besoin d'un *browser* ou navigateur qui permet de sélectionner l'information et de la faire apparaître sur l'écran. Ce logiciel que son auteur appela World Wide Web fut prêt fin 1991. Il comprenait un langage de description des documents (HyperText Markup Language ou HTML) et un autre permettant la gestion et leur acheminement (HyperText Transfert Protocol ou HTTP). Les documents sont placés dans des serveurs qui ont une adresse URL (Uniform Resource Locator). Le logiciel du World Wide Web commença à circuler très rapidement sur Internet. La communauté internationale des physiciens nucléaires commença à l'utiliser pour partager sa documentation. Les spécialistes d'hypertexte qui avaient eu l'information au sein du *newsgroup* « *alt.hypertext* » débattirent et réalisèrent d'autres navigateurs. Le plus connu fut Mosaic, écrit par Marc Andreessen au National Center for Supercomputing Application (NCSA) de l'université d'Illinois.

LA REPUBLIQUE DES INFORMATIENS

De l'ouverture d'Arpanet à l'invention du web, soit pendant plus de vingt ans, un processus d'innovation très particulier s'est mis en place.

104. BERNERS-LEE et CAILLIAU, 1990.

Contrairement à bien d'autres technologies, Internet a été mis au point avec ses différentes composantes, quasi exclusivement dans le monde académique. Cette recherche universitaire a débouché directement sur des dispositifs opérationnels, en court-circuitant en quelque sorte l'étape classique du transfert à l'industrie. Un processus aussi exceptionnel n'était possible que parce que les informaticiens étaient les premiers usagers de leurs inventions, et que celles-ci reposaient essentiellement sur des logiciels, c'est-à-dire sur du travail intellectuel, ce que des universitaires peuvent fournir. Pour eux, il ne s'agissait pas seulement d'orienter l'informatique dans une nouvelle voie, celle des réseaux, mais aussi de se doter de nouveaux instruments de travail (messageries, dispositifs de coopération, documentations collectives), dont ils avaient besoin et que le marché ne pouvait pas leur fournir.

Ce raccourci entre recherche et usage qui fait fusionner les deux positions est renforcé par le fait que le développement des outils et leurs usages renforcent la productivité du travail scientifique. Ainsi, les informaticiens mettent des ordinateurs en réseau, pour pouvoir échanger entre eux et le contenu même de leur dialogue concerne la construction de ce réseau. Un tel cercle vertueux n'est possible que par ce qu'on est en dehors du monde ordinaire, celui de la société marchande où production et consommation sont totalement distinctes.

Mais si ces universités, richement dotées par l'Arpa et la NSF, ont pu constituer cet environnement favorable à la réalisation de ce projet, elles l'ont aussi modelé en fonction de leurs propres pratiques et de leurs représentations des modes de sociabilité. Cette opération a été réalisée par un groupe de jeunes chercheurs qui concevaient l'université comme un groupe de pairs. L'organisation sociale de référence d'Internet a ainsi quatre caractéristiques :

– *L'échange et la coopération se fait d'abord entre spécialistes.* Ceux-ci ne se rencontrent pas forcément dans leur laboratoire ou dans leur université. Ce sont souvent des collègues distants qui constituent un « collègue invisible », publient dans les mêmes revues, se rencontrent dans les mêmes colloques, circulent éventuellement d'un laboratoire à l'autre. Ce collègue invisible qui inclut en dehors de l'université quelques laboratoires industriels comme les laboratoires Bell ou Xerox Park, va concevoir Internet selon ce modèle et va également y trouver de quoi satisfaire ses envies. Les

pionniers comme Licklider¹⁰⁵ appelleront cette organisation sociale « communauté d'intérêt », d'autres comme Turoff¹⁰⁶ parleront de « *network nation* ».

– *C'est une communauté d'égaux* où le statut de chacun repose essentiellement sur le mérite, évalué par les pairs. Mais contrairement à la tradition universitaire classique, cette évaluation n'est pas faite seulement par les instances légitimes (commissions, revues...), mais par des collègues ordinaires qui vont tester, commenter, améliorer vos propositions. Le débat est donc largement ouvert et ne peut être clos par un argument d'autorité. L'information circule librement. Les *Requests for Comments* d'Arpanet ou les *newsgroups* sont la manifestation de cette « adhocratie ».

– *La coopération est centrale et au cœur de cette activité scientifique*. Un logiciel est quelque chose de trop complexe pour être réalisé par un seul individu, il faut donc travailler en équipe. Cette collaboration est encore plus forte quand on veut mettre en réseau des ordinateurs qui ont été délibérément conçus pour être différents les uns des autres. Corbato et Fano¹⁰⁷ avaient déjà observé l'existence d'une telle coopération dans l'informatique en temps partagé ; Richtie, l'un des créateurs d'Unix note également¹⁰⁸ ce principe de travail collaboratif. De leur côté, Turoff¹⁰⁹ et Lederberg¹¹⁰ montrent l'efficacité des collectifs d'arpanautes. La rapide circulation de l'information permet une grande transparence qui facilite la coopération. Mais, comme le note Lynn Conway¹¹¹, la transparence permet aussi d'intensifier la compétition entre les équipes.

– *C'est un monde à part, séparé du reste de la société*. Le campus est un lieu à part, lieu de passage pour les étudiants entre l'adolescence et le monde des adultes, entre le lycée et le monde professionnel ; lieu d'innovation et d'expérimentation pour les universitaires où l'informatique serait reine. Richard Cyert, président de l'université de Carnegie Mellon déclare ainsi en 1984 que « la grande université du futur sera celle qui disposera d'un grand

105. Voir LICKLIDER et TAYLOR, [1968], 1990.

106. Voir HILTZ et TUROFF, 1978.

107. Voir CORBATO et FANO, 1966.

108. RICHTIE, 1984.

109. AMARA, SMITH, TUROFF et VALLÉE, 1976.

110. LEDERBERG, 1978.

111. CONWAY, 1981.

système informatique¹¹² » et effectivement il engage, avec l'appui d'IBM, la construction d'un réseau comprenant 7 500 terminaux¹¹³.

Ces réseaux informatiques universitaires, et plus particulièrement Arpanet, apparaissent à certains participants¹¹⁴ comme une communauté particulièrement close et séparée du restant du monde. Dans leur histoire d'Arpanet, John King, Rebecca Grinter, et Jeanne Pickering¹¹⁵ utilisent la métaphore d'une cité champignon qu'il nomme Netville et qui fut longtemps protégée par la Grande Cordillère (*Great Divide*). Dans la mythologie de la conquête de l'Ouest, elle séparait l'Est conservateur de l'Ouest riche de libertés et d'opportunités nouvelles. Pour conquérir la nouvelle frontière technologique, les pionniers informaticiens avaient besoin d'être protégés de l'ancien monde par la Cordillère. Cette coupure était codifiée par des règles qui réservaient l'usage du réseau à certains laboratoires pour Arpanet, puis, par la suite, au monde académique. Nsfnet a ainsi mis au point une *Acceptable Use Policy* qui précisait que le réseau était destiné exclusivement aux institutions américaines de recherche et d'enseignement. Par extension, le réseau était ouvert aux universités étrangères (à condition qu'elles ouvrent leurs sites aux universitaires américains), aux centres de recherche d'entreprises privées qui collaborent avec le monde académique et aux institutions para-universitaires. Les autres usages commerciaux n'étaient pas acceptés¹¹⁶. La république des informaticiens pouvait ainsi fonctionner à l'abri du monde extérieur.

CONCLUSION

Si certains regrettent la décadence de Netville qui se dessine à l'horizon et finalement le risque de disparition de la république des informaticiens, d'autres sont au contraire persuadés qu'ils ont mis au point de nouveaux outils qui sont destinés non seulement à tous les universitaires mais également à toute la société. Ainsi Ed Krol qui avait écrit un premier texte d'initiation à Internet destiné à ses jeunes collègues¹¹⁷ en publie une version élargie, en 1992, destinée à un plus large public. « Il y a dix ans, écrit-il, les

112. *Wall Street Journal*, November 30, 1984, p. 18, cité par ROSZAK, 1986, p. 60.

113. ROSZAK, 1986, p. 58.

114. MYER et VITTAL, 1977.

115. KING, GRINTER, PICKERING, 1996, n°77, p. 9-35.

116. HAUBEN (s.d.), chapitre 12.

117. KROL, 1989.

ordinateurs personnels ont fait passer l'usage de l'informatique du royaume des gourous techniques au grand public. [...] L'Internet est sur le point d'effectuer la même transition¹¹⁸ ». Dans un autre guide, Adam Gaffin et Mitchell Kapor reprennent le discours de Licklider sur les communautés d'intérêt et ajoutent : « la plus ancienne de ces communautés est celle des scientifiques qui ont précédé tout le monde dans le domaine de l'informatique. Les scientifiques se voient depuis longtemps comme une communauté internationale où la qualité des idées est plus importante que leur nationalité. Aussi, il n'est pas surprenant qu'ils aient été les premiers à adopter le nouveau média électronique comme leur principal moyen de communication quotidien. Nous attendons le jour où chacun – au-delà des scientifiques – pourra jouir des avantages de la communauté globale¹¹⁹ ».

Les ouvrages grand public qui vont paraître au début des années 1990 et dont ces deux guides ne sont que les premiers exemples défendent très largement l'idée que le modèle de sociabilité qui s'est développé dans le monde universitaire autour et par l'intermédiaire d'Internet peut être aussi mis en place dans le monde ordinaire. Les principes d'échange égalitaire et de circulation libre et gratuite de l'information dans le cadre d'un réseau coopératif géré par ses utilisateurs qui constituent le cœur du cadre sociotechnique de l'Internet universitaire vont, pensent-ils, se diffuser avec la nouvelle technologie. Il y a, en quelque sorte, une nature d'Internet qui n'a pas de raison de se modifier quand on change l'espace social d'utilisation.

Ces discours sont très importants pour l'avenir d'Internet. Ils proposent, en effet, un cadre d'interprétation et d'action pour l'informatique communicante. Ils indiquent ce que l'on peut faire avec Internet et comment le faire. Ce cadre est d'autant plus puissant qu'il décrit des pratiques de communication qui fonctionnent effectivement à l'université et auxquels on peut éventuellement accéder. En devenant un nouvel internaute, on ne devient pas seulement un utilisateur d'informatique de réseau, d'outils de communication ou de recherche d'informations, mais on pénètre aussi dans un autre monde social où les rapports entre les individus sont égalitaires et coopératifs, où l'information est gratuite.

118. KROL, 1995, p. 2 (édition américaine 1992).

119. GAFFIN et KAPOR, 1991, p. 8-9. Ce guide a été publié sous forme de livre sous le titre de *Everybody's Guide to the Internet* MIT Press, 1994.

Certes, cette vision est en partie mystificatrice, la société n'est pas un cybercampus. Des inégalités de compétence (dans le maniement de l'informatique et la production des discours) vont apparaître qui seront beaucoup plus fortes que dans le monde académique. Le principe de la gratuité va s'estomper, un certain nombre de ressources devront trouver un financement de type médiatique (abonnement, publicité...). Mais le modèle initial va aussi perdurer. Des forums grand public vont se mettre en place, des informations collationnées par les universités vont être consultées par des utilisateurs variés, des individus ordinaires vont créer des sites où ils présenteront des contenus qui peuvent parfois être de grande valeur. Ainsi le modèle de la communication au sein de la communauté scientifique constitue, malgré tout, un cadre d'interprétation et d'action qui n'est que partiellement inadapté à la nouvelle réalité d'Internet. Il va fournir, pendant la décennie 1990, un répertoire des usages et des comportements sur Internet. En définitive, hier comme aujourd'hui, la force de l'imagination sociale a été l'une des composantes-clés de la naissance et du développement du cyberspace.

REFERENCES

ABBATE J. (1993), « An Archeology of the Arpanet », paper presented at MIT, 14 avril 1993.

Disponible à l'adresse : <http://www.rci.rutgers.edu/~jea/papers/Artch.html>.

AMARA R., SMITH J., TUROFF M., VALLEE J. (1976), « Computerized Conferencing, a new Medium », *Mosaic*, janvier-février 1976.

AUSTIN D. (1976), *Introduction to the Berkeley Workshop on Distributed Management and Computer Networks*, Lawrence Berkeley Laboratories 5315.

BARDINI T. (1998), « Le clavier avec ou sans accord, retour sur une controverse oubliée », *Réseaux* n° 87, CNET.

BERNERS-LEE T. (1989), *Information Management: A Proposal*, CERN, Genève, mars 1989.

BERNERS-LEE T., CAILLAU R. (1990), *World Wide Web: Proposal for a HyperText Project*, CERN, Genève, novembre 1990.

BRADEN R. (1991), *Who's Who in the Internet*, Request for Comments 1251, août 1991.

BRETON P. (1995), *A l'image de l'homme. Du Golem aux créatures virtuelles*, Le Seuil, Paris.

BUSH V. (1945), « As We May Think », *The Atlantic Monthly*, July 1945.

Disponible à l'adresse : <http://www.w3.org/History/1945/vbush>.

CERF V., KAHN R. (1974), « A protocol for packet network interconnection », *IEEE Trans. Comm. Tech.*, vol. COM-22, V5, mai 1974.

CONWAY L. (1981), « The Multi Project Chip Adventures: Experiences with the Generation of VLSI Design and Implementation Methodologies », *Second Caltech Conference on Very Large Scale Integration*, janvier 1981. Réédité dans STEFIK (1997).

CORBATO F., FANO R. (1966), « Time-sharing on Computers » in *Information, a Scientific American Book*, San Francisco.

DANIZEL S., ELLIS J., TRUSCOTT T., *Usenet, a general Access UNIX NETWORK*, Duke University, 1980.

CRANE D. (1972), *Invisible Colleges: diffusion of knowledge in scientific communities*, University of Chicago Press, Chicago.

ENGELBART D.C. (1962), *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*, Stanford Research Institute, Menlo Park, California, Octobre 1962.

Disponible à l'adresse : <http://histech.rwth-aachen.de/www/quellen/engelbart/ahi62>.

ENGELBART D.C., ENGLISH W. (1968), « A Research center for Augmenting Human Intellect », *AFIPS Conference Proceedings of the 1968 Fall Joint Computer Conference*, San Francisco CA.

Disponible à l'adresse :

<http://www.histech.rtw-aachen.de/www/quellen/engelbart/ResearchCenter1968.html>.

FEENBERG A. (1986), « L'organisation de réseaux et l'animation de conférence », *Gestion et Communication*, Paris, janvier 1986.

FROEHLICH F., KENT A. (1991), *Encyclopedia of Telecommunications*, Marcel Decker, New York.

GAFFIN A., KAPOR M. (1991), *Big Dummy's Guide to the Internet*.

Disponible à l'adresse : <http://thegulf.com/InternetGuide.html>.

GREENBERGER M. (ed.) (1962), *Management and the Computer of the Future*, MIT Press, Cambridge MA.

HAFNER K., LYON M. (1996), *Where Wizards stay up late. The Origins of the Internet*, Simon et Schuster, New York.

Traduction française : *Les sorciers du Net*, Calman Lévy, 1999.

HARDY I. (1996), *The Evolution of ARPANET email History Thesis paper*, Berkeley.

Disponible à l'adresse : <http://www.ifla.org/documents/internet/hari1.txt>.

HAUBEN M., RHONDA (s.d.), *Netizens: an Anthology*.

Disponible à l'adresse : <http://www.columbia.edu/~rh120>.

HILTZ S.R., TUROFF M. (1978), *The Network Nation. Human Communication via computer*, MIT Press, Cambridge (Massachusetts).

JONES B., SPENCER H., WISEMAN D. (s.d.) *The Usenet Oldnews Archives*.

Disponible à l'adresse : <http://communication.ucsd.edu/A-News>.

KAHIN B., KELLER J. (1995), *Public Access to the Internet*, MIT Press, Cambridge MA.

KAHN R., CERF V. (1988), « The Digital Library Project », Volume 1, *The World of Knowbots*, Corporation for National Research Initiatives, réédité in STEFIK (1997).

KERNIGHAN B.W., MASHEY J.R. (1981), « The Unix Programming Environment », *Computer*, avril 1981.

KING J., GRINTER R., PICKERING J. (1996), « Grandeur et décadence d'Arpanet. La saga de Netville, cité champignon du cyberspace », *Réseaux* n° 77, CNET.

KLEINROCK L. (1964), *Communication Nets: Stochastic Message Flow and Delay*, McGraw Hill, New York.

- KROL E. (1989), *The Hitchhikers Guide to the Internet*, publié dans le cadre des Request for Comments (n° 1118) d'Internet.
- KROL E. (1995), *Le monde internet. Guide et ressources*, Editions O'Reilly International Thomson, Paris (édition américaine 1992).
- LEDERBERG J. (1978), « Digital Communications and the Conduct of Science », *Proceedings of the IEEE*, novembre 1978, réédité dans STEFIK (1997).
- LEINER B.M., CERF V.G., CLARK D.D., KAHN R.E., KLEINROCK L., LYNCH D.C., POSTEL J., ROBERTS L.G, WOLFF S. (s.d.), *A Brief History of the Internet*. Disponible à l'adresse : <http://www.isoc.org/internnet-history/brief.html>.
- LICKLIDER J.C.R. [1960] (1990), « Man-Computer Symbiosis », *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, mars 1960, réédité in In Memoriam: J.C.R. Licklider 1915-1990, Digital Systems Research Center, Palo Alto, California.
- LICKLIDER J.C.R. (1963), Memorandum for Members and affiliates of the Intergalactic Computer Network, Arpa, 23 avril 1963.
Disponible à l'adresse : <http://www.fixe.com/wizards/memo.html>.
- LICKLIDER J.C.R. (1965), *Libraries of the future*, MIT Press, Cambridge MA, rapport produit en 1963, extrait réédité in STEFIK (1997).
- LICKLIDER J.C.R. (1970), « Position Paper on the Future of Project MAC », octobre 1970.
- LICKLIDER J., TAYLOR R. (1990), « The Computer as a Communication Device », *Science and Technology*, avril 1968, réédité dans In Memoriam, 1990.
- LICKLIDER J., VEZZA A. (1978), « Applications of Information Networks », *Proceedings of the IEEE*, 66 (11), novembre 1978.
- MARILL T. (1966), « A Cooperative Network of Time-Sharing Computers: Preliminary Study », juin 1966.
- McKENZIE A., WALDEN D. (s.d.), « Arpanet, the Defense Data Network, and Internet », in FROEHLICH (1991).
- MEEKS B. (1985), « An overview of conferencing systems », *Byte*, décembre 1985.
- MIT Computation Center (1958), Progress Report Number 4 of the Research and educational activities in Machine Computation by the Cooperating Colleges of New England.
- MYER T.H., DODDS D.W. (1976), « Notes on the Development of Message Technology », Berkeley Workshop on Distributed Data Management and Computer Networks, LBL-5315, Lawrence Berkeley Laboratories.
- MYER T.H, VITTAL J. (1977), « Message Technology in the Arpanet », *NTC'77 Conference Record, IEEE*, New York.

- NELSON T. (1974), *Dream Machines*, réédité par Microsoft Press, Redmond (Washington), 1988.
- NORBERG A., O'NEILL J. (1996), « Transforming Computer Technology », *Information Processing for the Pentagon (1962-1986)*, The John Hopkins University Press, Baltimore.
- PANKO R. (1977), « An Introduction to Computers for Human Communication », *NTC'77 Conference Record, IEEE*, New York.
- QUARTERMAN J. (1990), *The Matrix. Computer Networks and Conferencing Systems Worldwide*, Digital Press, Bedford (MA).
- RAMO S. (1961), « The scientific Extension of the Human Intellect », in *Computers and Automation*, février 1961.
- REID B. (1992), Usenet Readership Reports for June 92, articles 3653 and 3724 of news.lists.
- REID B. (1993), « Corregida to the History of the Net », 23.09.1993.
- RHEINGOLD H. (1985), *Tools for Thoughts, The People and Ideas behind the Next Computer Revolution*, Simon et Schuster, New York.
- RICHTIE D.M. (1984), « The evolution of the Unix Time-Sharing System », *ATT, Bell Labs Technical Journal*, volume 63, octobre 1984.
- ROBERTS L. (1973), « Network Rationale: A five year reevaluation », *IEEE Computer Society*.
- ROISTACHER R. (1978), « The virtual Journal », *Computer Networks*, 2.
- ROSZAK T. (1986), *The Cult of Information*, Pantheon Books, New York.
- SENDS S. (1981), « English Murdering and Flame about Human Telecommuting », mai 1981, *Human-nets*, Usenet Oldnews Archives.
- SPAFFORD G. (1988), « Usenet History », *IETF Meeting*, 01/10/1988.
- SPROULL L., FARAJ S. (1995), « Atheism, Sex and Databases: the Net as a Social Technology » in KAHIN (1995).
- STARR R.H., TURROFF M. (1978), *The Network Nation. Human Communication via Computer*, MIT Press, Cambridge MA.
- STEFIK M. (1997), *Internet Dreams*, MIT Press, Cambridge MA.
- SPEPHEN D., ELLIS J., TRUSCOO T. (1980), *USENET, a General ACCESS Unix Network*, Duke University, 1980.
- TOLIDO G., DOUGHERTY D. (1986), *Using UUCP and Usenet News*, O'Reilly and Associates, Sebastopol, California.

ULAM S. (1960), *A Collection of Mathematical Problems*, Interscience Publishers, New York.

WILKES M. [1959] (1960), « Introductory Speech », *Proceedings of the International Conference on Information Processing*, Paris, UNESCO.

WOLF G. (1995), « The Curse of Xanadu », *Wired*, juin 1995.

ZAKON R.H (s.d.), Hobbes'Internet Timeline.

Disponible à l'adresse : <http://www.info.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/HIT.html>.