

FRANCIS LAPIQUE

# QUEL PROJET POUR INTERNET?

FIGURE 1-A

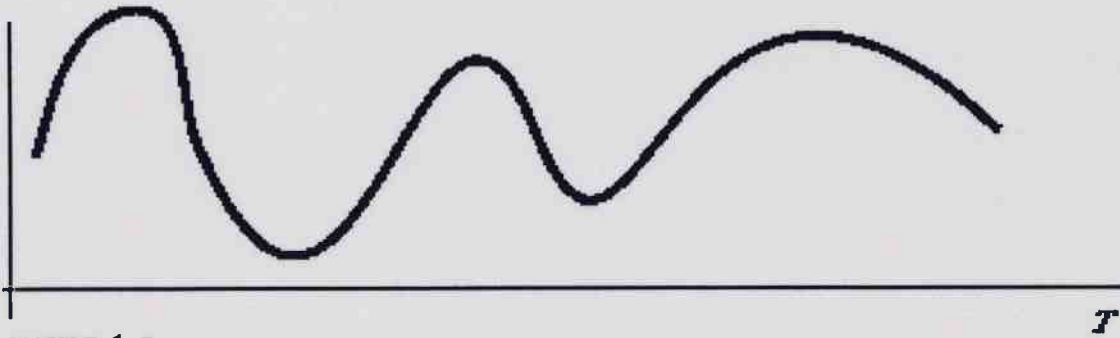


FIGURE 1-B

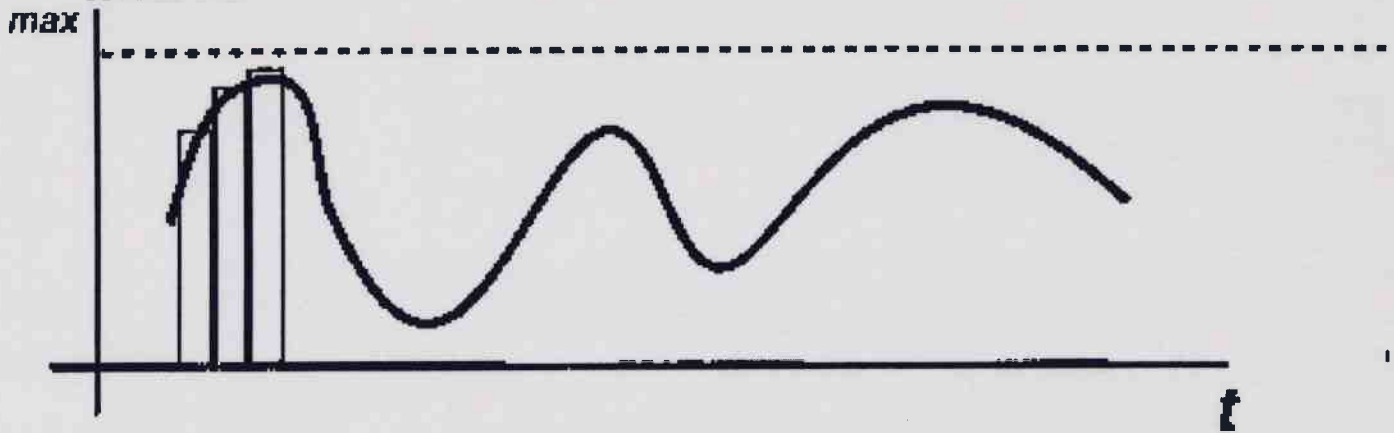
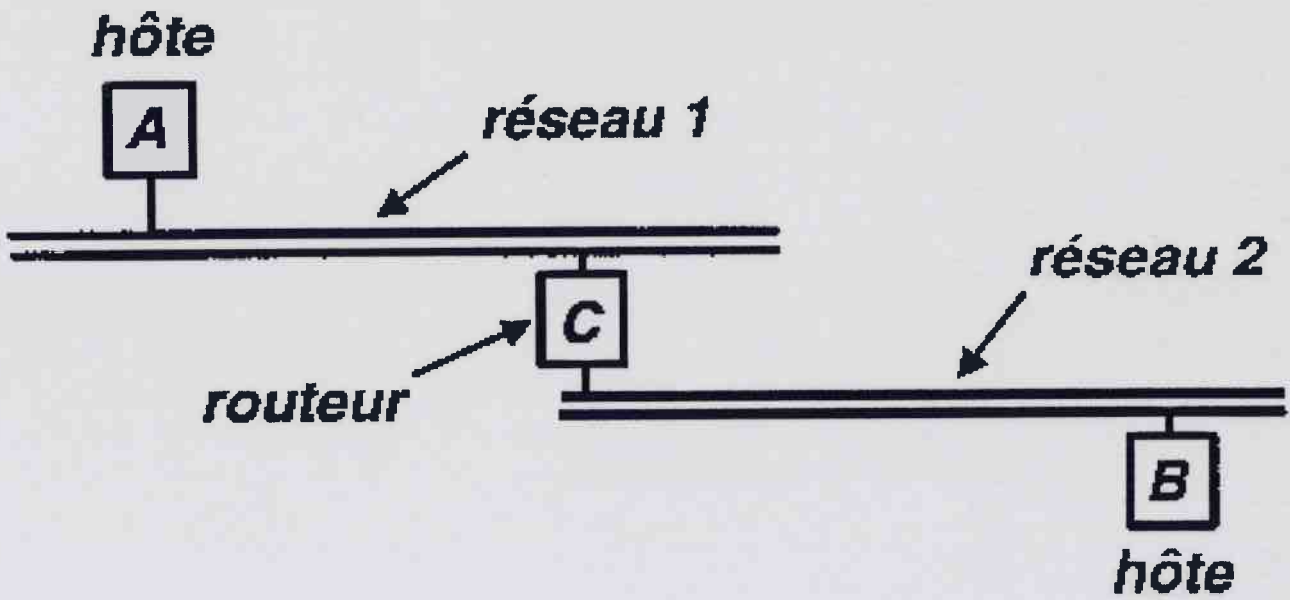


FIGURE 2



**U**n paradoxe en guise de préambule  
Un internaute peut-il décrire ce qu' est  
Internet?

Voici l'avis de René Berger :

“alors qu'on attendrait «tout naturellement» que les scientifiques, les ingénieurs en particulier, qui sont non seulement à l'origine de ces nouvelles technologies, mais qui en ont conçu et assuré le fonctionnement, soient les premiers à nous éclairer, tout au moins les premiers à s'éclairer eux-mêmes sur les oeuvres qui en naissent, force est de constater que la plupart d'entre eux, ingénieurs et scientifiques, sont ceux qui se montrent les plus réticents en la matière, voire les plus réfractaires, quand ils ne font pas de leur ignorance vertu!”

Parler d'Internet, quand vous le vivez tous les jours est effectivement un exercice que l'on n'aime pas faire. Son vécu peut s'assimiler à une chute qu'on ne voudrait ou ne pourrait raconter. Ce colloque du VideoArt Festival de Locarno est, de ce point de vue, une espèce d'expérience d'état d'apesanteur très intéressante.

Quelles perceptions peut-on avoir d'Internet? Une perception technique, économique, artistique, philosophique, métaphorique, elles se valent toutes.

La perception technique, en ce qui me concerne, est la plus facile à définir. Je commencerai donc par elle.

#### PERCEPTION TECHNIQUE

L'Internet est une interconnexion *anarchique* de réseaux locaux, régionaux et nationaux. Cet ensemble raccorde des dizaines de millions de machines à travers le monde et constitue le *premier système numérique d'information globale*. Ce monde numérique est radicalement différent du monde *analogique*. Pour ce dernier, l'espace des valeurs est continu et la dynamique infinie (figure 1-a). Pour le premier, l'espace des valeurs y est discret et la dynamique finie (figure 1-b).

L'interconnexion de ces réseaux passe par une imposition consensuelle d'un langage commun. Plus précisément on adopte un ensemble de règles ou protocoles qui vont permettre la remise, sans

perte ni erreur, de paquets d'information d'un point de la planète à l'autre. C'est ici qu'apparaît la notion de *datagramme* et l'*analogie postale* (figure 2). La lettre (les données) est placée dans une enveloppe. Sur cette enveloppe sont indiquées les adresses de l'expéditeur, du destinataire et des consignes d'acheminement (appelés bits d'en-tête). Cet ensemble à savoir les données plus les informations sur les données constitue un datagramme. L'enveloppe (le datagramme) postée est acheminée au destinataire via des centres de tri (*les routeurs*). A l'arrivée déballage de la lettre et vérification de l'intégrité du message. Cette analogie postale a ses limites. On risque des malentendus si elle est prise au pied de la lettre.

Les routeurs sont des agents fondamentaux. La figure 3 illustre le raccordement, à travers un routeur, de deux machines A et B appartenant respectivement au réseau 1 et réseau 2. C'est ce schéma qui répliqué des milliers de fois, constitue l'architecture d'Internet.

En A, une application qui fait partie de la famille de programmes d'Internet, fabrique un en-tête qui spécifie les adresses Internet source et destination de A et B et choisit le relais C. Le paquet emballé au format du réseau 1 est posté vers C.

C examine l'en-tête, découvre que la source est A et la destination B. Il trouve dans ses tables de routage que le paquet doit être relayé sur le réseau 2 vers B. Il découvre ensuite l'adresse de B et poste le paquet.

Les routeurs qui vont se relayer de proche en proche connaissent localement les meilleurs chemins à travers des tables de routage. Voici un exemple de chemin suivi pour atteindre la machine *www.netscape.com* depuis l'EPFL:

- 1 edf-sic-e23.epfl.ch (128.178.1.1)
- 2 edo-swi-f.epfl.ch (128.178.100.12)
- 3 swiel2.epfl.ch (128.178.47.3)
- 4 swiBT2.switch.ch (130.59.92.2)
- 5 swiBT1.switch.ch (130.59.37.1)
- 6 CH-s0.dante.bt.net (194.72.26.129)
- 7 CH-f0-0.eurocore.bt.net (194.72.24.65)
- 8 194.72.24.241 (194.72.24.241)
- 9 UK-f0.dante.bt.net (194.72.7.5)

- 10 New-York2.dante.net (194.72.26.210)
- 11 f1-0.t32-0.New-York.t3.ans.net  
(204.149.4.9)
- 12 enss219.t3.ans.net (140.223.33.130)
- 13 sprintnap.mci.net (192.157.69.11)
- 14 border2-hssi1-0.NewYork.mci.net  
(204.70.45.5)
- 15 core-fddi-1.NewYork.mci.net  
(204.70.3.17)
- 16 core2-hssi-3.WestOrange.mci.net  
(204.70.1.98)
- 17 core-hssi-3.Denver.mci.net  
(204.70.1.109)
- 18 core-hssi-3.SanFrancisco.mci.net  
(204.70.1.38)
- 19 border2-fddi0-0.SanFrancisco.mci.net  
(204.70.3.162)
- 20 netscape.SanFrancisco.mci.net  
(204.70.33.10)
- 21 www1.netscape.com (198.95.251.30)

Ces tables sont continuellement mises à jour par des protocoles dits de routage.

La route la plus appropriée pouvant changer à tout moment, le chemin suivi par un datagramme peut varier de l'un à l'autre.

Les contrôles ont lieu "de bout en bout" (acquiescement, sinon l'émetteur répète le paquet). Le réseau prend en charge l'**acheminement** des datagrammes avec comme mission celle de les transmettre le plus vite possible.

L'Internet et les "PTT" ont des visions très différentes pour ne pas dire opposées. Comme l'indique Christian Huitema dans son livre "Le routage dans l'Internet", "L'ordinateur qui veut communiquer doit d'abord envoyer un paquet d'appel qui sera acheminé jusqu'à l'appelé. Un circuit virtuel sera établi pendant cet acheminement initial, le long duquel des ressources seront réservées par le réseau. Après l'établissement de la connexion, les paquets de données suivront simplement ce chemin préétabli". A la notion de datagrammes d'Internet les PTT opposent celui de circuits virtuels. A la notion de gestion distribuée

(les routeurs) s'oppose celle de gestion centralisée de centres nerveux, à la notion de contrôle de "bout en bout" s'oppose celle de contrôle de "point à point", à la notion de tarification de type de bit s'oppose celle de temps et de vitesse de communication.

L'image d'Internet réservé aux chercheurs et financé comme un service public est révolue. La fourniture de connexions au réseau est une industrie à l'échelle de la planète. Les fournisseurs sont en compétition, mais ils *doivent s'interconnecter*. Les applications de l'Internet s'inscrivent dans une stratégie "client/serveur" où serveur et client s'accordent sur une prestation:

- World Wide Web (W3): ensemble de serveurs pointant les uns vers les autres à travers des liens hypertextes.
- Java: applications ayant la capacité de voyager sur le réseau et de s'exécuter chez un client
- news: serveurs de messages classés par centre d'intérêt.
- e-mail: courrier électronique

Le développement de l'architecture d'Internet est pris en main par une association, l'Internet Society, qui fonctionne sans but lucratif de la façon suivante:

- un conseil d'architecture de l'Internet (IAB)
- un groupement de bénévoles responsable de l'évolution des protocoles, supervisé par l'IAB
- les RFC, publications électroniques qui sont des "appels aux commentaires" regroupant les standards et la **documentation** technique de l'Internet
- les BOF, "birds of the feature meet together"
- une règle d'or:  
"Nous rejetons les rois, les présidents et mêmes les votes; nous croyons au consensus approché et aux codes qui marchent"

David D. Clark, président de l'IAB de 1981 à 1990

#### AUTO-ORGANISATION

Jacques Monod dans son célèbre essai "Le hasard et la nécessité" isolait trois notions pour



caractériser le monde du vivant: téléonomie, morphogenèse autonome, et invariance reproductrice. L'invariance reproductrice y est définie qualitativement comme «la quantité d'information qui, transmise d'une génération à la suivante, assure la conservation de la norme structurale spécifique». La notion de téléonomie implique l'idée d'une finalité. Une activité sera dite téléonomique si elle contribue à la réalisation d'un projet général qui pourrait être par exemple celui d'une reproduction invariante. La notion de morphogenèse autonome est une notion clef du vivant. Elle s'inscrit dans une théorie générale, celle de l'auto-organisation. La structure d'un être vivant n'est «le produit d'aucune organisation extérieure à elle-même», elle témoigne «d'un déterminisme autonome, précis, rigoureux, impliquant une liberté quasi totale à l'égard d'agents ou conditions extérieures, capables certes d'entraver ce développement, mais non de le diriger, non d'imposer à l'objet vivant son organisation».

Internet présente des comportements qui ont certaines analogies avec ce monde du vivant. La plus troublante, de mon point de vue, semble être celle d'auto-organisation à l'image de celle qui se développe dans des systèmes physico-chimique loin de l'équilibre. Ce passage tiré de "Entre le temps et l'Éternité" d'Ilya Prigogine et Isabelle Stengers explique remarquablement cette problématique: "Un système physico-chimique peut donc devenir sensible, loin de l'équilibre, à des facteurs négligeables près de l'équilibre... Les systèmes loin de l'équilibre ne subissent pas la force de gravitation à la manière d'un corps pesant, leur comportement n'est pas soumis à une relation générale de cause à effet. La relation causale est ici réciproque: c'est l'activité du système qui « donne sens » à la gravitation, qui l'intègre de manière spécifique à son propre régime de fonctionnement, et la gravité rend alors ce système capable de nouvelles structures, de nouvelles différenciations..."

Dès lors, on ne peut plus parler, comme c'était le cas pour l'équilibre, d'un système « manipulable » parce que entièrement déterminé par ses « conditions aux limites », c'est-à-dire par les rapports

qu'il entretient avec son milieu et que nous pouvons modifier à volonté. C'est l'activité intrinsèque du système qui détermine comment nous devons décrire son rapport à l'environnement, qui engendre donc le type d'intelligibilité qui sera pertinente pour comprendre ses histoires possibles".

Internet est profondément marqué par des problèmes d'instabilité. "Que se passera-t-il si...? Que se serait-il passé si...? ... Ces questions ne renvoient pas à une ignorance contingente et surmontable, mais définissent la singularité des points de bifurcation. En ces points, le comportement du système devient instable et peut évoluer vers plusieurs régimes de fonctionnement stables. En de tels points, une « meilleure connaissance » ne nous permettrait pas de déduire ce qui arrivera, de substituer la certitude aux probabilités."

On trouve également des processus qui s'apparentent à des fonctionnements d'un système adaptatif complexe qui selon Murray Gell-Mann "acquiert de l'information sur son environnement et sur son interaction avec cet environnement, identifiant les régularités dans cette information, condensant ces régularités en une sorte de schéma ou modèle, pour agir dans le monde sur la base de ce schéma. Dans chaque cas il existe plusieurs schémas en compétition, et les résultats de l'action dans le monde réel exercent une influence rétroactive sur cette compétition".

Internet, à l'image d'un enfant qui apprend une langue, se construit sa grammaire interne qui n'est autre que la compression d'un ensemble de règles acquises au fil des ans à partir d'exemples de "phrases grammaticales et agrammaticales".

## INTERFACE

Dans l'histoire du vivant la formation des premières frontières cellulaires est un événement *capital*. La cellule se dotait d'une interface qui allait être l'espace de *tous* les échanges entre l'extérieur et l'intérieur. La vie s'organisait en termes d'échanges entre entités. Au cours du temps ces frontières et ces échanges se sont complexifiés, prouvant par là l'incroyable richesse que l'on

pouvait tirer de ce simple concept d'échanges de messages via des interfaces.

Dans un tout autre domaine, celui des langages de programmation par objets, on retrouve, à un niveau de complexité infiniment moins grand, cette notion fondamentale d'interface. Ces langages dits orientés "objet" comptent des entités dans lesquelles sont encapsulés des données et des actions. Ces données et ces actions ne seront connues du monde extérieur qu'à travers une interface. La programmation par objets consiste alors à stimuler des objets via leur interface.

Dans ce contexte, les interfaces des nouveaux objets dans des domaines comme celui du Savoir, de l'Enseignement, de la Culture, de la Politique, Économique... pourraient bien compter des traits commun avec l'Internet.

#### NAVIGUER DANS L'OUTREDISCIPLINAIRE

L'Outrediscipline, voilà l'approche qu'en donne René Berger:

"L'outredisciplinaire se distingue radicalement du disciplinaire, fondé sur le découpage et la spécialisation; il se distingue également du pluri-multi-disciplinaire ainsi que de l'interdisciplinaire. Il met au jour une dimension qu'on ne peut, ni délimiter, ni supprimer, et qui pourtant existe, et dans laquelle toutes les autres se trouvent en quelque sorte enveloppées"

Avec ces trois caravelles Christophe Colomb partait à la découverte des Indes. Il a découvert l'Amérique.

Avec Internet, caravelles d'un nouveau genre, que cherchons nous, et qu'allons nous découvrir dans ce nouvel espace de l'Outredisciplinaire?

#### BIBLIOGRAPHIE

René Berger, *Télévision, le nouveau Golem*, éd. Idérive, Lausanne 1991

Jacques Monod, *Le hasard et la nécessité*, éd. du Seuil, Paris 1970

Christian Huitema, *Le routage dans l'Internet*, éd. Eyrolles, Paris 1994

Ilya Prigogine et Isabelle Stengers, *Entre le temps et l'éternité*, collection Champs, éd. Flammarion, Paris 1992

Murray Gell-Mann, *Le quark et le jaguar*, éd. Albin Michel, Paris 1995