

# BULLETIN D'INFORMATIQUE APPROFONDIE ET APPLICATIONS

COMPUTATION - INFORMATION

COMITE SCIENTIFIQUE

N° 55 - MARS 2000

*Patrick Abellard*  
*Françoise Adreit*  
*Jalal Almhana*  
*France Chappaz*  
*M'hamed Charifi*  
*Roger Cusin*  
*Bernard Goossens*  
*Patrick Isoardi*  
*Robert Jacquier*  
*Jean - Philippe Lehmann*  
*Nadia Mesli*  
*Patrick Sanchez*  
*Rolland Stutzmann*  
*André Tricot*

DIRECTEUR

*Jean - Michel Knippel*

REDACTEUR EN CHEF

*Edmond Bianco*

REDACTEUR ADJOINT

*Sami Hilala*

SECRETARIAT

*Kalassoumi Adjilani*

Université de Provence  
Equipe Hermès. Case 33  
3, place Victor Hugo  
F - 13331 Marseille Cedex 3  
Téléphone: (0)4 91 10 62 30  
Télécopie : (0)4 91 50 91 10

DEPOSITAIRE

Université de Provence  
Bibliothèque Universitaire  
3, place Victor Hugo  
F - 13331 Marseille Cedex 3  
Téléphone: (0)4 91 62 44 16  
Télécopie : (0)4 91 95 15 51

**1 EDITORIAL.**  
Informatique & politique,

*par Edmond Bianco*

**5 L'INVASION INFORMATIQUE,**

*par Jean Cea*

**27 VOZZAVEDIBISAR.**  
P35 DV34,

*par Annagret Taeschner*

<http://scamup.univ-mrs.fr/biaa>

<http://www.up.univ-mrs.fr>

Publication trimestrielle, gratuite, de l'Université de Provence

Edition 2001

ISSN 0291 - 5413



## EDITORIAL,

### Informatique & politique.

Les avancées technologiques n'ont jamais été véritablement maîtrisées, quant à leur impact sur la société ou l'environnement, mais pour ce qui est de l'informatique, la dernière d'importance en date, la tentative de contrôle, s'il y a eu tentative, est plus qu'un naufrage.

Dès les années soixante, les efforts conjugués de jeunes loups aux dents acérées, de beaux crétins diplômés, et de doux rêveurs qui prônaient la "big science" ont livré l'informatique aux mains des margoulins. Il est vrai que si les bateaux n'ont au fond, que deux écueils à redouter, Charibde et Scilla, l'informatique en avait bien davantage, elle pouvait être confisquée par la police, par l'armée, par le fisc, escamotée par les espions de métier, voire fossilisée dans la bureaucratie de l'état, et subir encore bien d'autres avatars. Il faut avoir connu les débuts difficiles de cette branche de la connaissance pour se faire une idée des raisons de ses succès et graves détournements. Il faut avoir vu la quantité d'ordinateurs moisir, inutiles, au fond des armoires; les "micro" comme on les appelait en ces temps là. Simplement parce que des laboratoires aux budgets opulents pouvaient se les offrir, mais n'ont jamais su les utiliser, car ils ne savaient pas leur parler. Pendant ce temps là les "Méga" étaient remplacées par les "méga-mini", lesquels ne tardaient pas à être remplacés par les "méga-méga-mini", qui à leur tour ne parvenaient à survivre que reliés aux mailles de "giga-réseaux". Tous ces monstres restant aux mains de "micro-staffs" d'hyper-spécialistes des systèmes.

Les politiciens, conseillés par des conseillers ignares, dont certains sont encore ministres, n'ont pas compris où devait porter l'effort. Le logiciel, car c'est bien de lui qu'il s'agit, s'est alors répandu aux quatre vents comme une simple marée noire. Et des petits malins ont su en écumer et exploiter l'essentiel, pour cela, je renvoie à la presse quotidienne et aux procès antitrust. La guerre des systèmes n'est rien d'autre qu'un simple avatar des multiples flatulences de l'économie de marché.

Ainsi va la vie de ce qu'on ose encore appeler "l'Économie", l'informatique n'est pas la seule à polluer le monde. On a bien vu comment les pratiques juteuses et malsaines des énormes sociétés pétrolières peuvent saccager des espaces. Mais ces puissants holdings qui n'ont pu se constituer qu'avec l'appui des politiques, ont pris une telle importance, que la politique n'a plus de prise sur eux. Comment vous dites? J'exagère? Croyez vous que si notre soi disant gouvernement de gauche avait eu la moindre bribe de conscience de l'importance du mandat qui lui était confié par ses électeurs, Monsieur Desmarest et tout son staff de super dirigeants, n'aurait pas dû, dès l'annonce de la marée noire se trouver les premiers sur les plages, une pelle et un seau dans les mains, et y rester jusqu'à ce qu'il ne reste plus une seule tâche de goudron? Non, non, soyons sérieux, Monsieur Desmarest, dégagera quelques milliers de francs pour les oeuvres sociales des pompiers, afin de récompenser leur courage et pour ce geste oh combien généreux, Monsieur Desmarest recevra des

mains du président de la république et du premier ministre réunis, la récompense qu'il mérite, au moins Commandeur de la Légion d'Honneur, s'il ne l'a déjà, et ce ne sera que justice.

Il y a d'autres pollutions plus discrètes, pas toujours, mais plus efficaces, et nous aurions pu avoir, nous aussi notre petit Tchernobyl. Une grande nation comme la notre méritait bien ça, et le Blayais aurait pu devenir aussi célèbre que Long Island et cette petite ville ukrainienne inconnue il y a vingt ans. ... "conomie", économie. Oh d'ailleurs, la tempête qui a bien abîmé le jouet d'E.D.F., ne serait elle pas plus ou moins la conséquence d'une autre pollution, plus ancienne, tout aussi grave, et en pleine expansion celle là? Et contre laquelle on a dépêché (rassurez vous avec une sage lenteur) quelques poignées d'experts, plus experts les uns que les autres, dans des sommets on ne peut plus internationaux; et dont il est sorti un vent qui n'a fait que s'ajouter aux tempêtes dues à El Nino. Ne parlons pas non plus de cette pauvre couche d'ozone que nous détruisons avec une efficacité, une application, une méticulosité dignes de tous éloges.

Il existe aussi un autre type de pollution dont on parle vraiment peu et qui, sournoisement achève de retirer aux politiques le peu de pouvoir qui leur restait, je veux dire du pouvoir de décider à contre courant pour faire le véritable travail de régulation de la société, pour lequel nous nous sommes dépouillés de notre scrutin en leur honneur. Certes il leur reste, et ils en usent largement, le pouvoir de faire des impôts. Ce sont des facteurs d'impôts remarquables. Pas des impôts pour les Desmarest ou les Jaffré, non ceux là ramassent des stock options et vont les déposer dans les paradis fiscaux, non, bien sur, ils font des impôts pour ceux qui n'ont aucun moyen d'y échapper, mais alors là quelle maestria! De la C.S.G. qui ne devait jamais dépasser les 0.2%, parole de Rocard, et qui en est à 10 %, à la Poll Tax empruntée à la toute tendre Margaret Thatcher, l'amie de Pinochet, ce qui est une référence socialiste de tout premier plan, sans oublier tous les autres dont le simple énoncé ne tiendrait jamais dans ces quelques pages. Quand une entreprise, une grosse entreprise avec ce qu'il faut de vieux préfets à la retraite dans le conseil d'administration, fait du déficit, l'état intervient pour puiser dans la poche du contribuable afin d'éviter, nous dit-on un drame de l'emploi, cet argent gracieusement tombé du ciel sert immédiatement à faire un "plan social". Mais quand l'entreprise fait du bénéfice, curieusement aucun retour d'argent ne se fait dans la poche du contribuable. Il y a là, me semble-t-il un phénomène extrêmement étrange. Mais à quoi peuvent bien servir tous ces bénéfices? Stock options? Investissements? Oui mais à l'étranger, dans le quart monde ou le tiers monde, où la main d'oeuvre est quasi gratuite. Investissements dans les sociétés financières? Dont le but est de spéculer, c'est à dire de ruiner l'utile et l'indispensable qui n'est pas forcément "rentable", par exemple les services publics, au profit de l'inutile, du nuisible et du dangereux, qui est toujours rentable, inutile alors de citer la pub, les armes, la drogue, les factions qui entretiennent l'insécurité dans les pays "en voie de développement" où se disputent les grandes compagnies internationales.

On a dépensé des fortunes pour la Serbie, aux frais des contribuables bien entendu, c'était fantastique: l'intérêt des marchands de bombes coïncidait avec l'esprit humanitaire de la défense du Kosovo. Le contribuable continue à financer les armées d'occupation, mais il n'y a plus d'argent pour aider à relever la Serbie et le Kosovo, l'esprit humanitaire est toujours là mais les marchands de bombes n'ont plus intérêt à la chose. La misère va engendrer la Maffia, et chacun sait qu'il est plus facile de s'entendre avec une Maffia bien organisée, pour faire des sous, qu'avec un régime démocratique qui risque de prendre la défense des intérêts de son peuple. Ce n'est pas un gros risque, mais le marché ne veut prendre aucun risque.

Sommes nous tellement éloignés du moment où cette dernière pollution, devenue de loin la plus grave, car elle achèvera de couper le monde en deux sociétés, les maîtres de la Finance, d'une part, et de l'autre, les pièces de machines, interchangeables, exploitables, jetables, bref les chômeurs, les "érémistes", les "durée déterminée", et tous faux emplois qui vont se généraliser. C'est ainsi qu'à brève échéance, va se constituer l'essentiel d'une population représentée par quelques pitres falots inflexibles, quant aux manifestations de SDF ou de "sans papiers", et parfaitement souples aux appels de la "mondialisation" et de ses concentrations illusoires et destructrices du tissu social. Les vrais maîtres disposent de quelques réseaux informatiques spécialisés, où l'argent transformé en volées de nombres, se déplace à la vitesse de la lumière vers les paradis momentanés où il peut se reproduire en pompant les énergies vitales du monde. Et nos heureux imbéciles diplômés atteints de myopie déformante, favorisent la concentration des holdings qui les ont depuis longtemps transformés en valets.

*Edmond Bianco*



# L'INVASION INFORMATIQUE

*Jean Cea*

cea@unice.fr

*Présentation de Jean - Michel Knippel*

Nous sommes en fin de siècle et de millénaire, le Centre de Culture Scientifique, Technique et Industrielle (CCSTI) Provence - Méditerranée organise des Informations-Débats (ID) tout au long de l'année sur le Bilan du Siècle. Le 8 février, Jean CEA vint nous parler de son parcours de quatre décennies de pédagogie. Il connut la naissance du mot informatique et nous a présenté sa vue du passé, présent et avenir de la jeune science informatique.

Notre bulletin fête ses vingt ans et je remercie Jean CEA d'avoir accepté de voir son exposé oral retranscrit dans notre périodique afin de compléter la marque anniversaire. Le lecteur curieux pourra aussi trouver la version "on-line" sur le site du CCSTI: [agora-sciences.org](http://agora-sciences.org). Au choix, vous consulterez le serveur ou emporterez la revue dans des coins retirés, et sans souci d'énergie, vous lirez calmement cette histoire.

Les débats sont aussi présents, ici, et je tiens à associer Marcel Benarroche à mes remerciements, mon collègue de l'Université et du CCSTI. Il a écouté ma requête. Au prochain millénaire, nous diffuserons les exposés à venir sur le thème informatique.

## "BUGS" ET CASSE

L'informatique est quelque chose d'immature. Il y a des "bugs", parfois cela marche et parfois cela ne marche pas. Il y a plein de bugs. Il y a des bugs célèbres, je vais vous en citer cinq.

Le vol d'Ariane 501 "s'est cassé la figure". C'est un bug banal d'informatique, 100 % d'informatique.

Une fusée américaine s'est détruite aussi, un avion américain, le train sans pilote de Berlin. L'Airbus au mont Sainte-Odile. C'est un défaut d'ergonomie, comme on dit. Il y a quelques grands bugs célèbres, dont certains que je peux expliquer facilement.

Celui de la fusée, par exemple: il y avait dans une ligne "si non" (si non à ceci alors faites cela)."Si non à ceci", cela veut dire "si ceci est faux". Le gars a oublié "non", donc il a traité comme si ceci était vrai et il a fait le contraire de ce qu'il fallait faire. Il a oublié un "non", un "not" en anglais, parce qu'on programme en anglais, et il a fait le contraire de ce qu'il fallait faire. Il a fait un autre branchement et cela suffit pour faire capoter la fusée.

L'avion américain est tombé, parce qu'une virgule était à la place d'un point, et il y avait une variable: faire une boucle pour couvrir les valeurs entre 1 et 10, mais le programmeur a mis un point. 1.10, c'est un dixième en anglais, donc il y a une variable qui a pris la valeur 1/10ème et il n'y avait plus de boucle, évidemment cela a été fatal.

On m'a raconté l'histoire du train de Berlin. Je vais vous la narrer. Cela a coûté des millions, mais c'est quand même amusant. Le jour de l'inauguration, tous les officiels étaient dans le poste de contrôle autour du technicien chargé de faire démarrer le train depuis son tableau de bord; on lui avait dit qu'il fallait taper la vitesse suivie de "retour chariot", mais il a



tapé la vitesse et a oublié le retour chariot . Il ne se passait rien, tout le monde le regardait, que faut-il faire? Là il se rappelle "vitesse, retour chariot", alors il tape "30 retour chariot" et le train s'est cassé la gueule, parce qu'il est allé à 30, suivi de 30, c'est-à-dire à 3030 kilomètres à l'heure. Voilà un défaut d'ergonomie. C'est typique d'un défaut d'ergonomie: ce n'était pas clair, le technicien pouvait oublier qu'il fallait faire "retour chariot", il valait mieux mettre une petite case où on saisisait le 30 et une autre pour valider, c'était beaucoup mieux que "30 retour chariot". Voilà un défaut d'ergonomie.

Il y a ce que l'on appelle des pannes bogues, "bug", c'est l'erreur en informatique. Un programme peut marcher 10, 15, 20 fois et paraître très juste, c'est exactement le cas d'Ariane 5. La partie logicielle qui a fait capoter l'affaire était testée, elle marchait bien avec Ariane 4, impeccablement, mais pas avec Ariane 5 pour des questions un peu plus délicates à raconter.

Je vais vous expliquer pourquoi cela peut marcher 10 fois, 15 fois, 50 fois est pas la fois d'après. Imaginez, on va bientôt faire les déclarations d'impôt, qu'un logiciel calcule les impôts. Il va bien calculer quel que soit le revenu de la personne quand il a 1 enfant, 2 enfants ou 3 enfants; subitement, imaginez que, pour un revenu entre 100 000 et 200 000 francs et 4 enfants, le calcul ait été mal fait. Il y a eu une erreur de programmation de cette partie-là. Lorsque vous allez faire votre calcul d'impôts pour tel revenu et un enfant, cela marche, pour 2 enfants aussi, donc la personne qui a fait le programme se dit "Cela marche bien, mon programme est testé et marche bien", mais non! Quand il va arriver au calcul d'impôt avec le nombre qui ne marche pas et les 4 enfants, cela va capoter. C'est une erreur, cela ressemble à une panne, mais ce n'en est pas une, c'est une erreur.

Cela arrive souvent en informatique, parce que les programmes sont énormes, ce sont des millions de lignes. On m'a même parlé d'un programme de mécanique qui fait un milliard de lignes! Il faut donc que ce soit juste au caractère près sur des millions de lignes. C'est colossal! La question s'est posée: sait-on démontrer qu'un programme est juste? Oui, en mathématique et physique théorique, on sait démontrer qu'un programme est juste. Les informaticiens vous diront: il faut se ramener à un automate d'état fini, donc avec des assertions mathématiques, c'est de la logique, etc... Le problème est que, devant l'immensité d'un gros programme, on ne sait pas le faire, on n'a pas le temps de le faire. Du coup, quand on passe de la théorie à la pratique, ça ne marche pas. En théorie, cela marche, mais pas en pratique, parce qu'on ne peut pas respecter toutes ces assertions.

## PROGRAMMATION ET BAZAR

Développer un grand programme est quelque chose d'énorme aussi. Une loi amusante, la loi de Hofstadter, dit que développer un gros logiciel prend plus de temps que prévu, même en tenant compte de la loi de Hofstadter. Même en sachant que cela va prendre beaucoup de temps, cela prend encore plus de temps.

Le cas de l'OS 360, c'était chez I.B.M., il y a peut-être 20 ans, la grosse série des I.B.M. de l'époque. Pour faire le système, ils avaient mis beaucoup de monde pour rassembler les morceaux et que cela avance, mais cela n'avancait pas. Alors, on a mis encore plus de monde et cela avançait encore moins. C'est un problème très difficile de savoir écrire des programmes, les écrire vite et juste.

La réponse est de la méthodologie dans les spécifications que veut faire ce programme, comment décrire les spécifications? Il y a des langages, des méthodes pour décrire ce que doit faire un programme, et il y a des langages, des méthodes dans la programmation. Les informaticiens ont beaucoup avancé et il y a beaucoup de bonnes choses dans la programmation pour "limiter la casse". Cependant, il y a des problèmes, d'autant plus que, la notion de maquette qui existe dans d'autres disciplines, n'est pas réalisable dans ce domaine. Si vous mettez un point à la place d'une virgule, cela capote, donc tout compte, tous les caractères comptent. La notion de maquette n'existe pas dans cette discipline.

On va passer à autre chose. C'est une fable connue des informaticiens, c'est un hommage aux informaticiens: la fable de la cathédrale et du bazar. C'est connu dans le milieu de l'informatique. La cathédrale, cela veut dire qu'on construit de très grands programmes, on enseigne à nos étudiants comment faire pour bien faire des spécifications, comment construire proprement un grand logiciel. On leur enseigne les méthodes et spécifications de programmation et ces messieurs les informaticiens, enseignants et chercheurs font cela. Puis après, entre eux, voilà qu'il y a un monsieur Linus Torvalds qui se dit que Unix est un bon système qui marche bien dans les gros ordinateurs des chercheurs, pourquoi ne pas le faire marcher sur les P.C.? Il se met à écrire un Unix pour les ordinateurs P.C. et l'envoie à des copains et discute comme au bazar. Non, ça ne va pas, tu devrais changer cela... Je vais changer cela... Tout le monde se met à discuter sur Internet pour changer le logiciel, l'améliorer, le critiquer, etc. Finalement, on fait un

petit comité pour valider cette partie de Linux (une contraction de Linus et d'Unix, le fameux logiciel système). Tout ce monde discute et de temps en temps valide des versions, cela marche bien.

Aujourd'hui, un système comme Linux tombe en panne peut-être tous les 3 mois, et encore! Si vous comparez à Windows ou Mac OS, vous verrez la différence. Cela marche parfaitement. Les informaticiens ont construit la "Free Software Foundation" avec Richard Stalman du M.I.T. et des licences où les logiciels sont libres de droit. Il n'y a pas un franc en jeu là-dedans, vous pouvez en faire ce que vous voulez, mais si vous changez, cela reste libre de droit, et c'est modifiable, vous pouvez changer tout ce que vous voulez, vous proposez et le bazar va répondre "C'est bon" ou "C'est mauvais". C'est intéressant.

## **PLUIE DE DOLLARS ET HUMAINS**

Les grandes capitalisations boursières sont quoi aujourd'hui? Cela change tous les jours. Disons que, hier, c'était Microsoft aux Etats-Unis, la plus grande, et Nokia en Europe. Le téléphone portable et Windows, Office. Il n'y a aucun doute que l'on entend à la radio que les investisseurs soutiennent le NASDAQ (la bourse des nouvelles technologies aux États-Unis) et des sociétés qui perdent beaucoup d'argent, comme Amazone. Amazone, c'est la librairie par correspondance où vous pouvez acheter des choses sur le Net. Cela perd beaucoup d'argent, mais cela a beaucoup de valeur. Les investisseurs soutiennent, parce qu'ils pensent qu'ils sont en train d'investir sur des méthodes pour vendre. Il y a une comparaison très intéressante pour vous faire toucher du doigt la différence entre le matériel et le logiciel. Microsoft avait, en 1997, 27 000 employés, I.B.M. 10 fois plus. Regardez le chiffre d'affaires en 1997: 11 000 millions de dollars pour Microsoft contre 78 000 millions de dollars pour I.B.M., donc I.B.M. 7 fois plus pour 10 fois plus de personnel. Un employé de Microsoft rapporte comme 5 employés d'I.B.M. Vous savez que, pour la bourse, l'homme à abattre, c'est l'homme, plus il y a d'hommes dans une société, moins cela vaut pour la bourse, donc I.B.M. est à abattre par rapport à Microsoft. Vous voyez un petit peu les différences qu'il y a entre le logiciel et le matériel. Surtout regardez le coefficient de croissance des bénéficiaires: 57 et 25. Yahoo! (société de moteur de recherche) a dépassé les 200 de croissance.

## LA VICTOIRE DE L'IMMATERIEL SUR LE MATERIEL, L'INTERNET

Dans l'Internet, qu'est-ce qu'il y a? Les constituants : il y a des ordinateurs un peu partout, des réseaux et des signaux qui se baladent avec des routeurs pour envoyer les signaux, les raffermir, etc... Cela va dans quelle direction? Comment fonctionne Internet? Internet, c'est simplement un vaste échange de fichiers, on passe son temps à échanger des fichiers numérisés. Quand vous avez un grand fichier à envoyer, on le coupe, on fait des paquets, par exemple des paquets de 1000 bits, environ 100 caractères 0 ou 1. On met en-dessous un paquet d'informations de service aussi, où doit aller ce paquet, d'où il vient, quel protocole est utilisé, etc., et on envoie cela sur le réseau. Les routeurs vont déterminer au fur et à mesure le chemin que va prendre le premier paquet en fonction de la charge du réseau. Le deuxième paquet s'en va, les routeurs disent : "Celui-là va passer par là". Le troisième passe par Aubagne, le quatrième par Salon, etc. A l'arrivée, on met tous les paquets ensemble et on fabrique le fichier. S'il manque un paquet, on rappelle l'émetteur pour demander le paquet.

Je suis passé rapidement sur les informations de service que l'on met sur les paquets, nous verrons tout à l'heure que l'espionnage de ce que vous avez chez vous passe par là.

Il se trouve que j'étais en 1968 à U.C.L.A. quand Winton Cerf a fait la première jonction entre deux universités de Californie, donc c'est récent. Cela date d'une trentaine d'années, la jonction entre des sites distants. De 1968 à 1972, ils ont commencé à faire la jonction entre deux universités, trois, etc... Puis, ils ont établi les protocoles de communication, parce que, pour communiquer, il faut savoir comment on envoie de l'information, comment elle est structurée. Ils ont défini en particulier le fameux T.C.P./I.P., qui tient la route. En général, le T, Transmission ou transfert, C pour Communication, P pour Protocole, I pour Internet. Ce sont toujours les mêmes lettres qui reviennent. S.M.T.P., ce sont les simples messages du courrier électronique.

Pendant quelques années, ils se sont cherchés, ils ont mis au point les protocoles, cela a marché. Après on a fait la réunion de tous les réseaux qu'il y avait un peu partout, on a fait le réseau des réseaux en 83. Maintenant, on utilise cela. Depuis très longtemps, j'utilise le courrier électronique, c'est quelque chose de fabuleux. Tous les gens qui l'utilisent ne peuvent être que satisfaits, c'est très facile. C'est banal d'envoyer du

courrier à quelqu'un, c'est banal de l'accompagner d'un fichier, deux ou trois. De chez moi, j'ai envoyé le fichier de ce qui devait être projeté aujourd'hui. Cela n'a pas marché, mais c'est comme cela! C'est quelque chose de banal. Quelque chose de très intéressant aussi est le F.T.P., le protocole de transfert de fichiers. C'est une invention des informaticiens. Imaginez que les informaticiens de l'Université de Saint-Charles disent: "Nous avons des programmes très intéressants, il faudrait les mettre à la disposition de beaucoup de personnes, on va mettre à la disposition des autres des programmes très intéressants. On va créer un site F.T.P. . Je me connecte, on me demande mon nom et mon mot de passe pour la partie du site protégé. Si j'y ai droit, je donne mon nom et mon mot de passe et j'ai accès à la partie protégée, mais il y a une partie qui n'est pas protégée, qui est ouverte à tout le monde, à tous les anonymes de la Terre. Quand on me demande mon nom, je mets "Anonymous", parce qu'on travaille anglais. Dans le mot de passe, je vais mettre mon adresse électronique, pour qu'il sache où m'envoyer les fichiers. Je rentre dans le site F.T.P., je vois la quantité impressionnante de logiciels qu'il y a dedans, d'images, de rapports, et je les récupère. Je pense que tout ce que je dis là sera sur un site F.T.P. de l'université. Ce sera disponible. Tout ce que je vais vous raconter, qui est écrit, etc..., ce sera sur un site pour ceux qui y ont accès. Le F.T.P. est quelque chose de très fort.

Le principe du Web (world wide web) est aussi une invention qui a eu lieu en Europe. C'est très surprenant, mais de temps en temps, les découvertes se font en Europe aussi et cela mérite d'être signalé! C'est Tim Berners-Lee qui a inventé cela avec Robert Caillau. C'est quelque chose de très simple basé sur deux idées.

Premièrement, toutes les machines connectées à l'Internet ont une adresse. Je vous donne un exemple avec l'adresse postale. Ici, nous sommes au 13006.fr et le monde entier sait que 13006.fr, c'est ce quartier. Ce système est mondial. La machine, par exemple "agora-sciences.org", c'est une autre machine, qui sert leur courrier et toutes leurs affaires. Toutes les machines ont un nom, toutes les machines qui sont sur l'Internet ont un nom. A l'intérieur de la machine, à l'intérieur du quartier, il y a la rue Paradis et au 125 de la rue Paradis habite M. Dupont, donc c'est l'adresse locale à l'intérieur du quartier. Dans votre machine, vous avez aussi une adresse locale. Il y a le disque dur Untel, là dedans, un répertoire Untel, encore un deuxième répertoire et on arrive aux fichiers, donc il y a une adresse locale. Vous avez donc l'adresse globale et l'adresse locale, vous les mettez à la queue leu leu avec des "slashes" pour les séparer et cela vous donne l'adresse générale de toutes les pages que l'on peut afficher de tous les fichiers des ordinateurs qui permettent l'affichage sur le Web. La première chose, c'est donc que toutes les pages que l'on peut voir sur le Web ont une adresse.

Deuxièmement, l'hypertexte. Dans une page, un écran ou un fichier, il y a des mots qui sont soit en couleur, soit soulignés. Cela veut dire que de ces mots partent des liens vers d'autres pages. Par exemple, ici il pourrait y avoir Yahoo! souligné. Cela veut dire que, dans cette page-là, si je clique sur Yahoo!, cela va aller à l'adresse associée à Yahoo! On peut s'amuser à ce jeu-là dans une classe avec des petits pour réfléchir comment fonctionne le Web. On leur donne 3 millions de pages, une page est coupée en 3 parties. La première partie, c'est l'adresse de la page, il n'y a qu'une seule adresse, il n'y a pas deux pages qui ont la même adresse, la deuxième partie, c'est le texte de la page, ce qui est affiché. La troisième partie, c'est la liste... Ici, on va mettre tous les mots qui sont soulignés, Yahoo! est souligné, Telnet est souligné. En face on va mettre les adresses vers quoi cela renvoie. Comme cela, on se fabrique notre système et c'est comme cela que fonctionne le Web. Vous avez donc unicité de l'adresse des pages et le principe de l'hypertexte.

A partir de là, on se rend compte que l'on peut fabriquer facilement un moteur de recherche. Je vais prendre toutes mes pages, je vais les parcourir et, chaque fois que je vois un mot qui a une signification, je vais mettre dans une première colonne le nom du mot, dans la deuxième colonne, le numéro de la page. J'ai donc une espèce de correspondance entre les mots et les numéros de page. Quand quelqu'un va demander "Trouvez-moi toutes les pages du monde qui contiennent protocole", on va balayer cette grande table, ce sont des giga-octets sur Alta-Vista, des milliards de caractères stockés, comme les lettres A, B, C, D, pour construire ces tables. Je vais donc parcourir ma table à gauche; dès que je rencontre "protocole", je regarde l'adresse à droite. Je continue encore protocole et adresse, protocole et adresse. Je vais ensuite vous présenter 10 par 10 ou 20 par 20 toutes les adresses que j'ai trouvées. En cliquant dessus, vous allez sur l'adresse. C'est comme cela que fonctionne un moteur de recherche.

Heureusement qu'il y a ces outils, autrement on succomberait sous le poids de l'information. On ne peut pas se promener, il y a trop d'information, on ne saurait pas où aller, donc il y a des moteurs de recherche pour cela.

Les grands logiciels du Net sont les navigateurs qui vous permettent de naviguer entre toutes ces pages, les premiers étaient Gopher, Mosaic. Après il y a eu Netscape et Internet Explorer. Il y a eu d'autres logiciels, des moteurs de recherche (Yahoo!, Altavista) Yahoo! a été le premier, je parlerai tout à l'heure des personnes qui ont fait Yahoo!. Après, il y a d'autres logiciels "audio-vidéo", ceux qui permettent de voir une séquence

vidéo, d'écouter de la musique, de voir la télévision sur le Net. Ceci est côté utilisateur, mais côté site, il y a d'autres logiciels que vous ne voyez pas. Il y a aussi des logiciels pour gérer ce travail-là, mais que vous ne les voyez pas.

Il y a un danger, ce que l'on appelle les "cookies". Quand vous vous promenez sur le Web, le site que vous avez interrogé va écrire de l'information dans un dossier à vous, un fichier à vous qui s'appelle "cookies", beaucoup d'informations, parce que, quand vous allez lui demander quelque chose, il faut qu'il ait de l'information pour le retour de ce que vous avez demandé. Vous êtes obligé de lui envoyer de l'information. En général, vous lui envoyez ce que vous avez comme configuration, comme système... Beaucoup d'informations; du coup il récupère un paquet d'information sur votre compte. Du coup, les sites savent énormément de choses sur les gens qui les ont contactés. Cela peut être un danger à la longue. On peut essayer de s'en prémunir, mais pas toujours.

Il existe une autre façon de travailler: la librairie Amazone.com. Amazone est en train d'affiner ses outils. Si Marcel a acheté tel livre, après tel autre livre. Moi, Jean, j'achète le premier livre que Marcel a acheté. Que fait Amazone? Ils vont constater que Jean a acheté ce livre-là, mais Marcel l'a déjà acheté, puis a acheté tel autre livre. Alors on va proposer à Jean tel autre livre, parce qu'il y a des chances que cela marche. On me fait de la publicité pour un livre en se basant sur ce que les autres ont fait; autrui qui était à peu près dans ma configuration. En se basant sur ce que les autres ont fait, on va me proposer une publicité adaptée à ma personne. C'est déjà en marche. Voilà donc le genre d'information que l'on peut avoir. Il faut rester vigilant, il faut essayer de ne pas perdre le contrôle de l'Internet au profit des gens qui vont contrôler les protocoles, les contrôles d'accès, les A.O.L., les Wanadoo. Il ne faut absolument pas que l'on perde le contrôle de l'Internet sinon on va être fichu, ils vont nous imposer ce qu'ils vont vouloir. Donc, comme Windows, s'est imposé avec tous ses changements sans arrêt en train de pousser vers le haut, il y a là un réel danger.

## **PLACE AUX JEUNES**

Je ne vais pas parler de tous les jeunes qui ont travaillé sur Internet, mais il y a quand même quelque chose de passionnant là-dedans: il y a beaucoup de jeunes qui ont fait des choses extraordinaires.

Bill Gates et Windows, Microsoft, et Steve Jobs, Apple. Ces gens-là sont nés en 1955. A 20 ans, ils avaient déjà créé leur entreprise. Apple est sorti en 1976 grâce à Steve Jobs et son collègue Steve Wozniak. Bill Gates avait déjà créé son entreprise, il n'avait pas 20 ans. Il a fabriqué un logiciel appelé Basic pour les micro-ordinateurs. Il a 26 ans, en 1981, I.B.M. décide d'essayer de contrer Apple, parce qu'I.B.M. ne travaillait pas sur les petites machines, ils n'y croyaient pas. Même sur les grosses, Watson, le patron d'I.B.M., a écrit, du temps de la splendeur d'I.B.M., qu'il y avait de la place dans le monde pour 5 ordinateurs, c'est tout. Le grand patron d'I.B.M.! Vous voyez les loupés que l'on a pu faire dans l'histoire!

En 1981, I.B.M. s'adresse à Bill Gates pour lui dire: "On va faire un P.C. confidentiellement, est-ce que vous nous faites le basic adapté à notre P.C.?" D'accord. Puis I.B.M. s'était adressé à quelqu'un d'autre qui avait fait un D.O.S. et ce quelqu'un d'autre a refusé de négocier avec I.B.M. . Vous imaginez l'erreur! Alors Bill Gates, malin comme tout, a négocié et a dit "D'accord, nous allons le faire", et il a acheté un D.O.S. fait par encore un autre. En revanche, il a négocié avec I.B.M., il restait propriétaire du D.O.S. pour tous les P.C. compatibles, parce que, malin comme tout, il avait proposé à I.B.M. de faire des systèmes ouverts que n'importe qui pouvait copier, les P.C. compatibles. Les systèmes sont ouverts, tout le monde peut les copier et, quand on vend un D.O.S. à I.B.M., c'est un D.O.S., point. Mais quand on vend un D.O.S. à un autre, c'est M.S.-D.O.S., alors à chaque fois qu'un P.C. se vendait dans le monde, lui touchait ses royalties. Il est resté propriétaire et avait 21 ans quand il a décidé cela.

Marc Andreessen est aussi quelqu'un de fabuleux, même s'il n'est pas riche comme les autres, ce sont les hasards de la vie. A 10 ans, il était réputé comme programmeur génial. A 21 ans, on vient le chercher pour dire faire Netscape. Le patron de Silicon Graphics l'a appelé pour lui demander de faire Netscape, le navigateur très connu sur l'Internet.

David Filo et Jerry Yang étaient deux jeunes rigolos de Stanford University, qui étaient en train de préparer leur thèse là-bas et ils avaient des fichiers. Ils ont tellement bien travaillé qu'ils ont créé Yahoo! en 1994. En 1995, à la Bourse, 2.5 millions d'actions à 13 dollars pièce, deux ans après. C'est vous dire s'ils sont allés vite, ces jeunes gens! En 1996, le N.A.S.D.A.Q., 2.5 millions d'actions à 13 dollars pièces. Et les Français?

Un jeune français a fait quelque chose de bien, il s'appelle Laurent Ribardièrre, il a fait un générateur de base de données 4D pour Apple et maintenant sur P.C. . C'est un système très bien fait, très convivial. Il



travaillait avec une agrégée de philosophie qui avait besoin qu'on lui gère ses dossiers.

Pour les autres jeunes français, je me pose des questions. Que se passe-t-il? Pourquoi nos jeunes gens français n'ont pas produit des choses comme celles-là? Est-ce qu'il y a un défaut dans l'information? Est-ce qu'on manque d'idées? Est-ce l'éducation, la part de l'argent que nous n'avons pas par rapport aux jeunes américains, qu'est-ce qui se passe? Pourquoi nos jeunes français? J' ai cité six jeunes, mais il y en a à la pelle, de moins grande réussite que celle-ci, mais d'autres jeunes ont réussi. Quel est le problème de la France avec nos formations et nos mentalités?

J'ai l'impression que, dans toutes ces questions d'informatique, les grosses boîtes ne marchent pas, l'innovation et les grosses boîtes, je les vois mal ensemble. Pour l'innovation, il faut aller vite, il faut bousculer le système en place. A la limite, une grosse boîte qui veut innover, il vaut mieux qu'elle crée une petite boîte à côté avec des gens totalement séparés, cela marchera beaucoup mieux que négocier à l'intérieur de la grosse boîte. Regardez le raté phénoménal d'I.B.M. . I.B.M. savait faire des programmes haut de gamme, de grands systèmes, etc..., mais ils ont raté le D.O.S. . C'est invraisemblable!

Il y a donc un problème, mais c'est en train de changer énormément avec les jeunes. A Sophia-Antipolis, j'ai créé l'école supérieure des sciences informatiques, où on forme des ingénieurs. Je connais plusieurs cas de jeunes qui, trois ans après la sortie de l'école, sont millionnaires. Les gens qui ont fait Voilà, le moteur de recherche de Wanadoo. les gens qui ont fait Aucland, le système d'enchères par Internet. Trois ans après la sortie de l'école, ils sont millionnaires en francs. Il y a donc un changement.

## **LA ROBOTIQUE, L'AUTOMATIQUE, ETC...**

Là, je vais faire des choses très terre à terre. La robotique, c'est un système extraordinaire pour les chercheurs, cela touche aux mathématiques, à l'automatique, à la mécanique, cela touche à tout. Pour les chercheurs, c'est quelque chose de passionnant. Les gens qui travaillent dans ce sujet ont beaucoup de chance, c'est passionnant et varié.

Le principe de la robotique, c'est quoi? Un signal arrive quelque part dans une unité, par exemple le traitement ici, c'est l'ordinateur qui va le faire, cela va traiter ce signal et le résultat du traitement est : "Il faut faire telle action". Parfois, il y a un retour, une rétroaction pour modifier le signal. Cela existe. Le principe est très simple. Vous avez des capteurs et des actionneurs. Ici, cela va capter le signal et, là, vous entrez en action. Parmi les capteurs, vous avez les capteurs de température, de pression, de poids, de lumière, de son, de voix, de couleur, de caméra, d'odeurs et biométriques pour toutes les caractéristiques intrinsèques de l'homme. Les empreintes digitales sont miennes, l'iris est à moi, la paume de la main, c'est à moi; on peut m'identifier avec tout cela. Ce sont les contrôles biométriques. Cela touche à l'homme. Les capteurs diminuent de dimensions, c'est de moins en moins cher, cela se démocratise. Les actionneurs, c'est tout ce qui va créer des actions. Le plus simple est un interrupteur. On met en marche et on éteint. Si on met en marche, il y a quelque chose qui se passe, un moteur, une émission de texte, d'images, etc... On va assembler cela en objet dit "intelligent", parce qu'on va mettre un capteur, un ordinateur et un actionneur, on rassemble tout cela et on va fabriquer des objets dits "intelligents". Vous avez vu à la télévision une émission présentant un réfrigérateur avec un écran tactile, un lecteur de code à barres?

Mon fils qui travaille sur la biométrie m'a dit "Il y a un objet intelligent à faire, c'est une serrure intelligente". C'est quoi? Chez vous, au lieu de mettre une serrure normale devant la porte d'entrée, vous mettez une serrure connectée à un ordinateur et à un lecteur d'empreintes digitales. Vous arrivez, vous mettez votre doigt sur le lecteur d'empreintes digitales, le signal s'en va à l'ordinateur, vous êtes identifié, parce que vous avez déjà déposé vos empreintes dans l'ordinateur, l'ordinateur dit : "D'accord, il a le droit d'entrée, j'actionne la serrure" et cela ouvre. La femme de ménage vient travailler le lundi de 10 à 12 heures, elle a le droit, j'ai déposé ses empreintes (2 ou 3 au cas où il y ait une rayure ou qu'elle se serait blessée à un doigt) et elle a le droit de rentrer chez moi, donc elle met son doigt le lundi de 10 heures à 12 heures, elle a le droit, j'ouvre la porte. On a mis un peu d'intelligence dans une serrure. On peut imaginer de telles applications à la pelle. Tout ce que vous vous pouvez imaginer, c'est faisable. Le problème est que, au début, cela coûte. Tant qu'il n'y a pas un marché, cela coûte. C'est simplement une question de marché. C'est de l'assemblage de choses, mais est-ce que le marché est là ou pas? Le marché qui a capoté, qui n'a pas eu beaucoup de succès, mais qui va revenir, c'est la domotique. Cela c'est mal passé en France. On pensait que l'on allait tout contrôler depuis un seul endroit dans la maison, lever les rideaux, mettre en marche ceci ou cela. Cela n'a pas bien marché, mais cela risque de recommencer avec tout ce qui arrive comme capteurs, comme actionneurs et comme réseaux sans fil. Il y a maintenant des réseaux sans fil.

L'homme, c'est le super robot, c'est le plus grand des robots, il est robot de mille et une façons. Par exemple, mon œil capte que, sur cette table, il y a un verre de pastis et mon cerveau va dire: "C'est très intéressant, je vais boire ce verre de pastis". Alors je vais donner l'ordre, mon cerveau va donner l'ordre à mon bras de prendre le verre de pastis et de l'amener à la bouche, pour boire. Voilà le capteur, le traitement et l'action. Imaginez que je n'aie pas de bras ou que je sois paralysé. Je vois le verre de pastis et je voudrais bien le consommer. Il faudrait savoir quelles sont les ondes qu'émet le cerveau pour aller dans les nerfs qui vont commander au bras. Eh bien on commence à savoir. On a implanté dans le cerveau des micro capteurs et des micro émetteurs. L'ordinateur avec des micro capteurs va capter ce que le cerveau envoie comme ondes et cela va commander un robot pour prendre le pastis, avancer un chariot ou faire quelque chose. On a donc remplacé le bras par un robot qui va faire ce que l'on voulait faire, grâce à des micro capteurs. Maintenant je ne vois pas, je suis aveugle. En revanche, je peux avoir des caméras devant moi... On a enseigné à une caméra pour détecter les contours. Elle a détecté les contours classiques de la vie, une table, etc. Il faudrait que la caméra envoie au cerveau le signal qui passe par le nerf optique. Là aussi, on commence à savoir le faire et il y a des choses qui se font maintenant. La caméra, à travers un micro émetteur qui est dans le cerveau, envoie des ondes et le cerveau comprend qu'il y a un objet qui ressemble à une table, donc on va réagir pour se déplacer à droite et à gauche, etc. Cela commence à venir. Ce n'est pas encore parfait, mais cela vient.

## INFORMATIQUE ET TELEVISION

Il y a déjà aux Etats-Unis deux machines où on a mis un disque dur dans la télévision et vous enregistrez votre programme à raison d'une heure de programme de télévision soit un "giga". Aujourd'hui, on sait enregistrer 30 heures de très bonne qualité sur votre disque dur et, à la vitesse où cela va, bientôt vous pourrez enregistrer une centaine de films sur votre disque dur. Vous allez vous faire votre télévision personnelle. Cela existe. Aux Etats-Unis, ces deux télévisions sont sur le marché, vous choisissez le programme de la semaine, vous le stockez et votre programme va s'enregistrer au fur et à mesure, comme cela vous regardez la télévision à l'heure qui vous plaît.

Quand je clique ici, deux personnes avancent. Cette recherche est née dans un laboratoire à Sophia-Antipolis. On voulait comprimer les images. Vous savez que, si vous avez une séquence de 10 secondes, il faut envoyer 24 fois

10 secondes, soit 240 images sur le réseau. C'est énorme. On essaie donc de comprimer. S'il y a 2 personnes qui marchent ici, c'est fixe, donc il suffit de le prendre une fois puis d'envoyer le décor et il suffit que je prenne les bonshommes qui marchent. Dans un souci de compression de données pour économiser tout ce que l'on envoie sur le réseau pour ne pas surcharger le réseau, cette équipe de chercheurs, sous la direction de Barlaud à Sophia-Antipolis, a séparé le fond de la partie active. Résultat des courses: on s'est mis à tricher. Ici on a pris le fond et les deux gars, on les a séparés en deux, parce que c'était le même fichier séparé et on a fait passer simplement un gars. Vous pouvez donc ajouter ou supprimer des personnes dans une image, même mobile. Cela se fait automatiquement par des programmes qui le font tout seuls. Il faut décider qui vous mettez ou qui vous supprimez.

Dans le film "La guerre des étoiles", ils ont utilisé un petit peu cela, mais à la main parce que la même action est faite avec des décors différents. A la main, ils ont pris tous les détails autour des points, autour de certaines choses qui allaient bouger, ils les ont après extrapolés de façon mathématique et ils ont reproduit ces mêmes images dans des décors différents. Cela existe déjà dans les films "La guerre des étoiles" passés. Pour "La guerre des étoiles" n° 1, qui va sortir, ils vont utiliser un logiciel pour faire ce travail-là.

On envisage très facilement de tourner un film à Los Angeles devant un écran blanc et le fond qui va apparaître après dans le film peut être en Tunisie ou ailleurs. Cela va changer même la façon de faire du cinéma. Quand vous allez voir quelque chose, les bonshommes qui bougent vont tourner à Los Angeles dans les studios et le fond sera pris ailleurs. C'est invraisemblable, mais c'est comme cela que cela marche.

J'allais parler des réseaux, mais je crois que je vais les sauter pour laisser place aux questions, parce qu'il y a beaucoup de choses à dire. Deux mots quand même sur les réseaux, car il y a quelque chose qui va exploser. Vous voyez que le téléphone portable explose. Or, la technologie pour le téléphone portable nous permet de communiquer sans rien changer à la superstructure, aux structures au sol, à 384 milliers de bits par seconde. C'est plus que suffisant, c'est beaucoup plus que le téléphone, pour avoir de la vidéo sur le portable. Aujourd'hui, on sait faire de la vidéo sur le portable. Si on sait faire aujourd'hui, demain vous l'avez, donc demain vous aurez du cinéma sur vos portables. C'est tout ce que j'ai à dire pour le moment sur les réseaux.

On va arrêter. Vous allez trouver tout cela sur un site quand cela marchera. Je peux répondre à des questions.

(Applaudissements)

**Marcel Benarroche** - Je suis réellement désolé que la technique n'ait pas pu bien marcher, parce que je sais que le programme était très bon, mais vous pourrez le trouver sur le site du centre de culture scientifique. Franck le connaît par cœur!

**Franck Domenge** - "[www.agora-sciences.org](http://www.agora-sciences.org)". Vous pouvez également consulter ce site au CCSTI si vous n'avez pas de connexion Internet.

**Marcel Benarroche** - Vous pouvez venir chez nous au 55, rue Sylvabelle. Dans notre kiosque "Sciences actualités", il y a entre autres notre site, il n'y a pas que cela quand même.

**Jean Cea** - Vous pourrez prendre le programme et le fichier pour le regarder chez vous. Si vous avez Office, c'est lisible sous PowerPoint.

**Marcel Benarroche** - On peut consacrer un peu de temps à des questions éventuelles. Je vous remercie de poser des questions brèves et de vous présenter dans la mesure où c'est enregistré pour que l'on puisse vous identifier.

**Une intervenante** - Je voudrais parler des réseaux par satellite.

**Jean Cea** - Les réseaux par satellite, c'est quelque chose de très intéressant. Je ne sais pas s'il y a des enseignants ici, mais pour l'enseignement, c'est fabuleux parce que, quand on utilise le Net, en général on pose une question. Une question, c'est un tout petit fichier qui va partir et on va recevoir en échange un gros écran avec des dessins animés, des images de ceci, de cela. On envoie un tout petit peu d'information et on reçoit beaucoup d'informations. La correspondance est asymétrique dans ce cas. C'est totalement dissymétrique. Il y a des choses qui se font, à l'INRIA à Sophia, ils sont passés maîtres des règles dans ce domaine-là. Vous pouvez travailler sur votre réseau dans une école, vous allez poser des questions, elles s'en vont par le câble vers le satellite, elles sont après acheminées par un émetteur vers le satellite, elles reviennent par l'antenne de télévision et du coup c'est dispatché à une vitesse fantastique sur l'écran des ordinateurs des petits à l'école. Cela marche déjà, on sait faire, on le fait.

**Un intervenant** - Pourriez-vous nous parler des problèmes de la CNIL? Sans être ni trop pour, ni trop contre, je pense que l'informatique vis-à-vis des fichiers n'amène qu'un gain de temps et pratiquement c'est tout. Le

fichier des cartes d'identité à la préfecture est composé de petites fiches en carton classées par ordre alphabétique; parfois on mélange les fiches, on ne les replace pas là où il faut. Quand on cherche M. Untel et que l'on veut savoir si quelqu'un est né le même jour ou dans la même ville, on met x personnes pour manipuler des fiches. L'informatique ne fait que faire le même travail en quelques millisecondes. Sans être un agresseur de liberté, qu'y a-t-il de mal à tenir des fichiers et pourquoi est-on obligé de les déclarer à la CNIL?

**Jean Cea** - Plusieurs réponses possibles. Je connais une histoire amusante: c'est une société qui vendait de l'eau. Elle a voulu faire un test et elle s'est mise à espionner ses clients pour voir comment ils consommaient l'eau. Ils ont été effrayés de la quantité d'information que l'on pouvait extraire du fichier "consommation de l'eau". Vous ne pouvez pas savoir ce qu'ils avaient comme informations, simplement avec la consommation d'eau. A quelle heure vous prenez une douche, à quelle heure vous tirez la chasse d'eau, à quelle heure vous allez vous coucher, vous vous levez, etc... A partir de cette petite information, on sait beaucoup de choses sur votre mode de vie. C'est épouvantable! Ensuite, si vous voulez tout mettre sur le Net, quand les problèmes de santé vont venir, un employeur va regarder le Net, va dire "M. Untel a ceci, ou cela, je ne l'embauche pas". C'est effrayant quand on y pense. Je suis confiant, c'est mon domaine, je suis dans le coup, mais il faut faire très attention à ce que l'on fait. Il faut se protéger.

**Une intervenante** - Comment se protéger?

**Jean Cea** - Il ne faut pas baisser la garde. En tout cas, les informaticiens font attention. Evidemment, ce sont quand même des informaticiens qui font les programmes pour aller tricher, surveiller, etc..., mais l'ensemble des informaticiens ne veulent pas que l'on triche. Evidemment, une société peut toujours acheter les informaticiens, il suffit de bien les payer! La communauté informatique refuse des tricheries comme celle-là. Regardez l'esprit des informaticiens... Aujourd'hui, c'est l'économie qui triomphe. Si on laisse faire les gens de l'économie, les AOL, Wanadoo et autres, ils vont nous imposer des standards à eux et on ne pourra pas communiquer comme on veut. Ils vont en savoir beaucoup plus encore sur nous, parce qu'ils vont nous espionner encore plus quand on va vouloir chercher l'information dans telle et telle machine, ils vont venir piquer encore plus d'informations dans notre machine. Je considère que c'est un problème politique et on ne sort pas de là. En tant qu'individu tout seul, je ne peux rien faire, mais c'est un problème politique. Les politiques sont assez conscients quand même, cela vient. Au Sénat, plusieurs sénateurs sont très conscients de ces problèmes.

**Un intervenant** - Je souhaiterais nuancer le constat du déficit de création d'entreprises dans le domaine des nouvelles technologies que vous avez porté concernant le cas de la France en rappelant que la France crée dans le domaine des jeux vidéo...

**Jean Cea** - Infogrames!

**Le même intervenant** - Infogrames crée un certain nombre de "start-up" qui sont bien placées. Cela tient à mon sens à la culture nationale qui, bien qu'elle ne soit pas forcément majoritairement placée dans le domaine des arts plastiques (l'Italie a certainement une plus grande tradition en arts plastiques), mais quand même la France, a une tradition culturelle qui peut lui servir dans ce processus de création.

Il me semble par ailleurs que la création d'entreprises aux Etats-Unis est facilitée, parce qu'il existe une cellule portant vocation à la création d'entreprises directement rattachée au Président des Etats-Unis d'Amérique. Bien évidemment, la promotion de ce type d'initiatives est très différente des processus que l'on trouve en France. Si vous lisez des comptes-rendus des conseils de chambres de commerce américaines, on vous dit "Déposer votre bilan, si vous avez des difficultés". En France, il y a toujours la notion héritée de Balzac du failli, de la honte morale liée à l'échec commercial ou industriel.

Mis à part ceci, il me semble qu'il faut, dans le domaine du savoir et des savoir-faire, établir éventuellement un lien entre la galaxie Gutenberg et la galaxie Mac Luhan, puisqu'aujourd'hui Joseph Jacobson du M.I.T. a inventé une encre électronique. Que pensez-vous du pont qui peut être jeté entre l'édition classique et l'édition électronique?

Concernant ce que Paul Virillo appelle la pollution grise, ne pensez-vous pas que l'immersion massive dans un espace et dans un temps différents de l'espace et du temps classiques de l'histoire et de la géographie crée des phénomènes que Paul Virillo considère comme théologiques? Apparemment, pour Breton, il y a 2 déficits en termes de fonctionnement. Il y a eu une panne de "Yahoo!" cette nuit, mais disons que l'on pourrait contrecarrer mon argument avec la prophétie de Borgès sur la bibliothèque de Babel, qui n'est pas opératoire à ce jour.

**Jean Cea** - J'ai dit tout à l'heure qu'il y avait un changement récent chez les hommes: les start-up en France, l'INRIA en a créé beaucoup, cela vient, mais c'est un phénomène récent en France, alors qu'aux Etats-Unis il y a longtemps qu'ils sont dans le coup. Je pense que c'est lié à la culture française. L'argent est mal vu en France, il faut le dire, donc c'est mal vu de gagner beaucoup d'argent, etc... On n'a pas encouragé les jeunes à créer des "start-up". Les "start-up" sont de petites sociétés qui démarrent et à forte croissance. Vous partez d'une idée, par exemple celle de Michel Barlaud et son équipe. Michel Barlaud et son équipe ont fait un travail remarquable pour compacter; finalement, on se rend compte qu'il y a des applications cinéma, etc... Aux Etats-Unis, que se passe-t-il? Michel Barlaud va rencontrer X, Y, Z, qui sont dynamiques, il y en a un qui va apporter de l'argent ou qui va aller le chercher, un autre va gérer l'affaire et ils vont monter une "start-up", une société à croissance rapide. Barlaud est un

chercheur très très bon, il va terminer entre 20 000 et 30 000 francs par mois en fin de carrière, en France. Aux Etats-Unis, il ne va pas gagner à 20 000 ou 30 000 "francs", parce qu'il va créer une "start-up" avec quelqu'un d'autre. Deux ans après, ils vont passer au NASDAQ. Trois ans après, on va leur dire: "Vous étiez bon pour les idées, maintenant, laissez-nous gérer les affaires"; quatre ans après, on va les mettre dehors avec un paquet d'argent.

Les gens qui ont créé SISCO, les routeurs, sont partis à deux, un homme et une femme de Stanford, avec 10 milliards de francs. On les a mis dehors au bout de quelques années, peut-être 9 ans, parce que pour la croissance, il faut des capitaux. Quand les capitaux arrivent, ils exigent de changer l'équipe de management, de gestion; après, on croît encore et il y a de nouvelles arrivées de capitaux, toute l'équipe de direction en place change à nouveau, parce que, pour les très grosses sociétés à croissance très rapide, il faut une gestion spéciale. Les gens qui ont créé cela, à part Bill Gates et quelques autres, se font déposséder de leur pouvoir, parce qu'ils ont créé, mais ne savent pas gérer. Ce sont des chercheurs. On les met dehors avec un paquet de millions de dollars. C'est comme cela que cela se passe en général. Voilà pour les "start-up".

Au niveau de l'encre électronique, au mois de mars va sortir en France le livre Sital. C'est une ardoise électronique qui contient 15 000 pages. 30 multipliés par 500, regardez combien de livres cela fait! Cela va coûter 4 000 francs. Les gens qui ne voient pas très bien peuvent changer et agrandir les caractères. La mise en page va demeurer, parce que cela a été très bien fait pour que la mise en page demeure. Vous vous rendez compte de ce que cela va apporter pour ceux qui ne voient pas très bien, et puis pour les autres! Petit à petit, les gamins vont aller à l'école avec un cartable réduit à une ardoise. Autant voir les choses, cela ne contiendra pas 30 livres, mais beaucoup plus. Tous les ans, cela va augmenter. Celui-ci ressemble à un livre. "Everybook" va sortir bientôt, mais il existe déjà. Il ressemble à un livre. Il a deux écrans, la page de gauche et la page de droite. C'est intéressant, parce qu'on peut rechercher des mots, par exemple le paragraphe qui contient le mot "amour". Vous pouvez chercher dans tous ces livres, vous pouvez vous balader de façon très rapide et vous positionner quelque part.

Voilà pour les livres, mais il y a encore d'autres solutions plus amusantes que les feuilles électroniques, l'encre électronique, etc... En fait, ce sont deux feuilles de plastique, donc c'est souple, vous pouvez les plier, les mettre dans la poche. A l'intérieur, il y a des microbilles qui changent de couleur à tel endroit, il y a une puce dedans. C'est un livre de la même capacité que les autres. Deux sont en train de sortir. Cela marche déjà.

J'ai oublié la troisième question.

**L'intervenant** - (Hors micro)



**Jean Cea** - Je ne sais pas si vous êtes dans l'enseignement, mais il s'est tenu cette année dans la ville du Mans un colloque sur l'intelligence artificielle et la formation pédagogique. On y a montré quelque chose d'inouï: on est en train d'inventer des êtres virtuels qui peuvent jouer le rôle que vous voulez. Des fois, cela joue le rôle de professeur, le rôle de vous-même, d'un élève... Vous pouvez, vous, étudiant, jouer le rôle de "prof" pour l'élève et vous lui apprenez telle partie du cours. Quand l'élève réussit ses examens, parce qu'il y a des tests, du coup, vous êtes validé. S'il passe mal ses examens, on vous dit à vous que vous ne possédez pas telle partie du programme, allez l'apprendre. Si vous hésitez à un certain endroit, on sait qu'il y a une difficulté avec telle méthode, le logiciel change de méthode pour vous apprendre des choses d'un autre côté. Il y a donc là des progrès colossaux et il y a déjà au moins 8 endroits où on enseigne comme cela.

L'autre truc intéressant, c'est la formation à distance. Je pense à un site là, et je vous invite à aller voir en particulier le premier site à Athabasca, Canada, l'Open University du Canada. Il y a déjà 20 000 inscrits et pas un seul sur le site, ils sont tous chez eux. Il y a, je ne sais pas combien de profs et c'est payant. Il y a plusieurs mastères et ce n'est pas donné, c'est 100 000 francs le mastère, mais il y a des milliers d'inscrits. Vous imaginez où il en sont! C'est un danger pour l'enseignement classique, il n'y a aucun doute que les enseignants doivent faire attention.

Le ministère de l'éducation nationale soutient ce genre de projets. L'université Pierre et Marie Curie a créé des cours qui se trouvent sur leur site d'université en ligne. C'est très beau, ce qu'ils ont fait. L'environnement a été fait par une entreprise privée. L'université de Grenoble Joseph Fourier fait aussi de très belles choses. On est en train de développer des universités, des collèges virtuels avec des enseignements virtuels, c'est quelque chose de faramineux à long terme. Cela veut dire qu'une entreprise qui a beaucoup d'argent va venir voir l'expert mondial de l'optimisation, on va lui dire: "Fais-moi un bon cours d'optimisation, moi je vais fournir tous les informaticiens pour que ce soit joli, tu ne vas t'occuper que de la partie création, optimisation, et les autres informaticiens vont faire l'habillage pour que ce soit présentable". On va faire venir des spécialistes de l'ergonomie, etc... Cela va avancer. Je crains que l'on ait un combat entre l'enseignement privé et l'enseignement public, cette fois-ci non pas sur le terrain de la religion, mais sur le terrain économique. C'est ce qui nous pend au nez!

**Marcel Benarroche** - Je voudrais intervenir personnellement là-dessus, je pense que tu n'a pas répondu complètement, car je crois que l'on ne remplacera pas le contact entre les enseignants et l'élève. Quand je discute avec mes étudiants, ce n'est pas un échange virtuel. L'université de Provence à Marseille a aussi l'enseignement à distance, ce n'est pas la peine d'aller très loin. Je connais celui de l'université Pierre et Marie Curie, mais pas celui du Canada. Je pense que rien ne remplacera avant longtemps (pas

définitivement) le contact humain entre un individu et un autre. Cela me semble à peu près irremplaçable pour le moment.

**Jean Cea** - C'est vrai, mais il y a toute une partie technique où on répète les mêmes choses. Cette partie technique va se faire avec des ordinateurs et le professeur va jouer le rôle qu'il jouait il y a longtemps quand il donnait les grandes idées. Il met en place, il structure le cerveau, et toute la partie technique va être sous-traitée. Je vois cela ainsi. Une table de multiplication, autant l'apprendre avec un bon programme qui va faire cela proprement, "Répétez, répétez, répétez", mais les grandes idées, c'est au "prof" à les mettre en place.

**Marcel Benarroche** - D'accord.

**Un intervenant** - Je voudrais revenir sur les lois concernant le doublement de puissance du matériel tous les 18 mois ou tous les deux ans. Ce sont des lois qui résultent de l'observation... Il faudra bien que cela s'arrête un jour.

**Jean Cea** - C'est programmé pour dans moins de 10 ans, parce que l'espacement entre les fils, les transistors, etc... va arriver à 3 ou 4 microns; du coup, il n'y a plus de résistance, il n'y a plus rien, il n'y a plus d'isolant. Cette technologie actuelle n'en a pas pour 10 ans. Après, on pense à des ordinateurs biologiques.

**Le même intervenant** - La deuxième partie de ma question est relative aux réseaux. Quand seront-ils saturés?

**Jean Cea** - Saturés, c'est difficile à dire. Regardez la technologie ADSL. Avec votre ligne de téléphone, vous pouvez envoyer entre 10 et 20 fois plus d'informations aujourd'hui. Vous contactez France Télécom, vous lui dites "Installez-moi ADSL chez moi, parce que pour mon entreprise j'ai besoin de communiquer et je ne veux pas changer de ligne". Avec la même ligne de téléphone, je peux envoyer de 10 à 20 fois plus d'informations. C'est donc loin d'être saturé. En fait, on va tout doucement vers le gigabit, c'est-à-dire le milliard de bits par seconde. Actuellement, la grande dorsale qui traverse la France, Paris-Marseille-Nice fait 155 millions de bits par seconde (caractères 0 ou 1) pour échanger nos informations entre Paris et le sud. Cela avance très vite, donc un jour ou l'autre, on arrivera au milliard, au giga.

**Une intervenante** - Je suis enseignante et j'adore enseigner. Qu'est-ce que vous me conseilleriez pour le futur? Dois-je faire du théâtre par exemple, pour que je puisse passer le mieux possible sur l'écran d'ordinateur? D'autre part, je considère que je suis une analphabète de l'informatique et je n'arrive absolument pas à apprendre seule. Existe-t-il un programme, un professeur virtuel justement, pour me convaincre que je peux apprendre avec lui et que je puisse par la suite moi-même aider mes étudiants virtuels à apprendre plus tard? Bref, c'est un véritable cauchemar pour après-demain, digne de la science-fiction!

**Jean Cea** - D'abord, vous faites déjà du théâtre: je suis enseignant et je fais déjà mon cinéma quand je fais cours! On se donne en spectacle. Il faut savoir que les enseignants se donnent en spectacle. J'ai fait cela pendant 40 ans, donc je suis bien placé pour le savoir. Maintenant n'apprenez pas encore l'informatique pour enseigner, attendez que cela mûrisse. Vous allez vous lancer dans quelque chose qui n'est pas encore très mûr, cela va être compliqué, cela ne va pas être ergonomique, convivial, etc... Attendez quelques années et cela va mûrir. Laissez les experts faire. Quand ce sera mûr, allez-y, mais n'y allez pas pour le moment.

**Marcel Benarroche** - Un jour, Jean, tu m'as donné un excellent exemple: un vrai ordinateur serait équivalent à une voiture, où il n'y aurait pas besoin de connaître l'informatique pour l'utiliser. Personne qui conduit une voiture ne se préoccupe du principe de la thermodynamique! Un vrai ordinateur serait utilisable sans rien connaître et rien comprendre à l'informatique. On n'en est, hélas, pas encore tout à fait là!

**Jean Cea** - On n'en est pas là.

**François Boutier** - Je voudrais simplement vous demander ce qu'il en est des perspectives d'avenir de l'informatique ultra-rapide qu'apporterait une informatique quantique.

**Jean Cea** - Je ne sais pas. De temps en temps, il y a des articles là-dessus. Je n'ai pas l'impression que l'on va vers cette voie, j'ai l'impression que l'on va plutôt vers le biologique, parce qu'on sait déjà faire des choses. Sur le quantique, je ne sais pas. Ma réponse n'est pas fiable.

**Un intervenant** - Avez-vous entendu parler des estimations de la capacité de stockage d'un cerveau humain en termes de gigas, de kilos, de mégas ou autres?

**Jean Cea** - Je n'en sais pas plus que vous, mais, si on dit 100 milliards, c'est fantaisiste, mais c'est un minimum. Quand vous imaginez tout ce que l'on est capable de se rappeler, c'est fabuleux! On se rappelle des livres et des livres, on a des images. Simplement les images que l'on a en tête, quand on pense à ce qu'est une image... Une image, c'est très lourd et on a en tête des images et des images. Rien que la capacité, c'est des gigas et des gigas. Là on arrive au téra, c'est-à-dire 1 suivi de 12 zéros, et il n'y en a pas assez!

**Un intervenant** - Ma question porte sur la fracture sociale, quant à l'accès à ces technologies et, deuxièmement, pour faire très vite, concernant le test des programmes, l'informatique n'est pas qu'une technique, c'est une science du traitement rationnel de l'information, notamment par machine automatique (définition du Journal officiel de 1980). Qu'en est-il du développement, tests de façon à ne pas tomber dans une civilisation de la panne?

**Jean Cea** - Aujourd'hui, on ne sait pas faire. (Rires) Un exemple a été donné par Gilles Kahn, à mon avis un des meilleurs informaticiens, peut-être

le deuxième ou le troisième meilleur français. Supposons que quelqu'un construise un additionneur. Je lui donne deux nombres, il me répond,  $1 + 3 = 4$ . Comment vérifier qu'il ne s'est pas trompé, qu'il ne se trompera pas un jour, quand il va faire ses additions? Est-ce que vous allez lui faire additionner tous les couples de nombres? Vous en avez jusqu'à l'éternité! On arrive dans la loi des grands nombres, on ne sait pas démontrer ce genre de choses. Dans ce cas-là, je triche un peu, parce qu'on sait former un automate... pour employer le jargon officiel, mais on ne sait pas démontrer qu'un programme pratique est juste. On sait le démontrer en théorie, mais pas en pratique.

**Autre question** - Sur la fracture sociale. C'est sûr que le monde occidental a un gros avantage sur d'autres mondes, regardez où sont les 20 millions d'abonnés d'AOL. Ils sont aux Etats-Unis et en Europe. Il y en a un petit peu en Afrique et en Asie

**Marcel Benarroche** - Il y en a au Pérou!

**Jean Cea** - Il y en a au Pérou, mais, si cela se trouve, c'est grâce à l'Internet que ces pays vont s'en sortir, parce que ce n'est pas très cher de communiquer par l'Internet et n'importe qui pourra créer un site dans n'importe quel trou perdu des Indes ou de l'Afrique et avoir immédiatement une visibilité internationale. C'est extraordinaire.

Regardez l'échec de Seattle: des groupes de pression se sont créés sur Internet et ces gens-là communiquaient à bon marché. Ils ne se connaissaient pas et ils ont communiqué dans le monde entier. C'est extraordinaire! Pour organiser cela, pour l'organiser en payant, il faudrait avoir des capitaux extraordinaires, tandis que là, ces gens communiquaient et ils sont allés à Seattle se battre contre les gros riches, si j'ose dire.

**Marcel Benarroche** - Bien. Je crois que nous pouvons remercier Jean Cea. Merci.

(Applaudissements)



*Roberto*

