

# L'information, les connaissances et l'informatique en 2028

UN SECTEUR QUI NOUS  
SURPREND ENCORE

On considère aujourd'hui, sans passion ni véritable débat, que des milliards d'objets intelligents seront connectés au réseau Internet, dans un avenir proche... Cette perspective peut réjouir, ou effrayer : elle devient chaque jour plus probable...

par **Jean-Pierre CORNIOU\***

**D**ès lors qu'un système connaît une croissance exponentielle, les projections quant à son évolution future conduisent à des scénarios dont on ne peut guère tirer de conclusions plausibles. Il en va ainsi, depuis des décennies, en matière de technologies de l'information, d'informatique et de télécommunications. Ce secteur a fait rêver plus que tous les autres. Les mythes y sont puissants, car, durant les premières étapes de son développement, très peu de gens pouvaient approcher concrètement l'informatique et ils ont nourri à son égard autant d'appréhension que d'espoir. Or, le « cerveau électronique » des années Cinquante – mythique, lointain et coûteux – a laissé place à une myriade d'objets familiers, beaucoup plus performants, connectés en un réseau mondial, et dont les utilisateurs contemporains ignorent désormais qu'ils bénéficient, en les utilisant, des techniques informatiques les plus sophistiquées. L'informatique, la télévision, les télécommunications se fondent, désormais, en un environnement unique.

Oubliant les salles blanches de l'informatique des origines, on considère aujourd'hui, sans passion ni véritable débat, que des milliards d'objets intelligents seront connectés au réseau Internet, dans un avenir proche... Cette perspective peut réjouir, ou effrayer : elle devient chaque jour plus probable, tant les utilisateurs, sur la planète tout entière, plébiscitent, par leurs choix quotidiens, l'usage des deux outils qui ont transformé le monde : le web et le téléphone mobile. Personne ne

pouvait imaginer qu'en ce début d'année 2009 le web aurait conquis 1,5 milliard d'utilisateurs (1), et le téléphone mobile – plus de 4 milliards. La planète est aujourd'hui globale, car elle est devenue numérique et les utilisateurs ont choisi sans difficulté majeure d'adopter ces techniques, autant par intérêt que par plaisir. La création numérique est définitivement sortie du seul univers professionnel : elle est aujourd'hui descendue dans la rue, et, vraisemblablement, pour s'y installer définitivement.

Néanmoins, l'expérience de ce passé très récent, témoin d'un tel bouleversement, ne nous aidera pas à imaginer la suite de l'histoire. On sait que tout ira encore plus vite et que la complexité va, une fois encore, connaître un véritable changement d'échelle. Le futur ne ressemblera pas à ce qui vient de se passer, depuis l'invention de la première machine considérée comme un ordinateur, l'ENIAC (en 1946, avec ses 18 000 tubes et ses 600 m<sup>2</sup> d'emprise au sol) jusqu'aux multiples outils communicants que le marché propose chaque année. Les chemins de l'innovation sont multiples. Mais, plus encore, la capacité des utilisateurs à imaginer de nouveaux usages déroute et défie toute forme de prévision...

---

\* Directeur général adjoint de Sia conseil  
Professeur associé à l'Université de Paris Dauphine.

(1) <http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/world/world.html>

## UN MÉLANGE INSTABLE D'INFLUENCES

L'extravagance des extrapolations est rarement confirmée par les faits. Le faisceau des possibles est, en effet, si vaste et les interrelations entre les disciplines si complexes que la simulation de tous les itinéraires possibles relève d'une mission impossible. Les progrès de l'informatique et des télécommunications ne sont pas alimentés par une source unique : les technologies de l'information sont le produit des évolutions non seulement de sciences dures (comme la physique ou la chimie), mais aussi des sciences de la connaissance et du comportement. Les machines ne seraient rien, sans les logiciels qui les animent, et sans les interfaces homme/machines qui les rendent exploitables. La linguistique, l'étude des comportements, l'ergonomie jouent un rôle déterminant dans la conception des outils. Et les logiques d'usage, mises en œuvre par des utilisateurs imprévisibles et échappant à tout enfermement méthodologique, représentent un terrain de prédilection pour la sociologie, les sciences de l'organisation et la psychologie. Plus que toutes les autres, les techniques du traitement de l'information répondent à un besoin, urgent, de résoudre des problèmes de compréhension du monde et d'action sur notre environnement tant de travail que de loisirs. Ne se limitant pas à un cercle restreint d'inventeurs, elles ont une vocation naturelle à se diffuser et à se transformer au contact des utilisateurs, qui peuvent les façonner à leur guise. L'innovation se situe toujours en ces points de convergence, où le possible rencontre le désir et le besoin.

En tant que secteur économique moteur de l'économie mondiale, les technologies de l'information constituent un creuset d'intelligence marketing et d'initiative entrepreneuriale animé par des visionnaires hors du commun. Mais il faut aussi introduire, dans ce modèle, un autre acteur majeur : le client. Il serait vain de vouloir prévoir l'évolution future de ce secteur en se limitant à une analyse technique, dès lors que les clients, par leurs choix et par leur rapidité d'appropriation d'une nouvelle technique, la plébiscitent ou, au contraire, la condamnent définitivement.

## UNE LONGUE SÉRIE D'ERREURS DE PRÉVISION

C'est ainsi qu'une surabondance de variables rend tout modèle instable et aléatoire. Le moteur de la technique n'a cessé de progresser, alors même qu'on prédisait que les lois immuables de la physique finiraient par avoir raison de la loi de Moore. Nous sommes entrés dans une ère d'abondance, dont nous ne percevons pas les limites. Rappelons que le premier microprocesseur d'Intel (produit en 1971) contenait 2 400 transistors, avec un circuit gravé d'une finesse de 10 microns. En 2009, Intel (2) annonce la sortie de son nouveau processeur, qui contient 1,9 milliard de transistors, avec une finesse de gravure de 32 nanomètres (nm). Chacun

a, dans sa poche, un objet capable de mémoriser 30 000 chansons, 150 heures de vidéo ou 25 000 photos. Les capacités de transmission ont, à chaque fois, excédé les prévisions des modèles. Le cuivre dépassé, la fibre optique a pris le relais, non seulement pour le cœur des réseaux, mais jusqu'à l'utilisateur final. Et les transmissions sans fil ont permis aux pays émergents de sauter l'étape des liaisons filaires et de se doter rapidement d'un réseau de télécommunications à la fois peu coûteux et efficace. La rareté initiale des ressources a conduit la communauté informatique à adopter une vision malthusienne, ou à tout le moins prudente. Aujourd'hui l'abondance, amplifiée par la capacité de rendre virtuelles des ressources, permet de gérer des capacités infinies.

Rien ne se passe comme cela avait été prévu, ni en ce qui concerne la vitesse d'évolution de la technique, ni en matière de capacité des utilisateurs à inventer de nouvelles formes d'usage. Thomas Watson, le président d'IBM, n'aurait-il pas déclaré, en 1943, que cinq ordinateurs, en tout et pour tout, suffiraient à la satisfaction des besoins du monde ? Des études sérieuses avaient même, en 1980, estimé optimal un ratio de 90 ordinateurs pour 100 000 utilisateurs ! En 1981, Bill Gates pensait que 640 k-octets de mémoire suffiraient largement à tout le monde. Qui a détecté, voici seulement vingt ans, l'importance capitale d'une obscure technologie, d'origine universitaire, qui n'était soutenue ni par les fabricants d'ordinateurs, ni par les compagnies de téléphone ? Le Minitel représentait alors la pointe de la technologie. Cette obscure technologie n'était « que » le TCP-IP, ce protocole grâce auquel Internet et le web allaient atteindre, en quinze ans, un quart de l'humanité ! Quelle ambition, en 1992, animait les promoteurs du Bi-Bop, ce système de communication sans fil mort-né, qui ne permettait que d'émettre des appels mobiles à proximité d'une borne (une sorte de cabine téléphonique en plein air), au moment même où le téléphone GSM entamait son essor fulgurant : vingt ans plus tard, il allait couvrir 4 milliards d'abonnés, soit 60 % de la population mondiale, dont un tiers au Brésil, en Russie, en Inde et en Chine (les fameux pays « BRIC ») ? Qui pouvait, également, prévoir le succès planétaire du SMS (*Short Message Services*), dont 2 300 milliards ont été échangés en 2008, représentant un marché de plus de 40 milliards d'euros ?

La prodigieuse accélération de la machine technologique apporte régulièrement le démenti des faits aux efforts non seulement des prospectivistes, mais aussi des investisseurs et des experts ès marketing.

Pendant 35 ans, entre l'ENIAC de 1946 et 1981, date de l'apparition du premier micro-ordinateur à vocation professionnelle (l'IBM-PC), l'informatique n'a concerné que quelques dizaines de millions d'utilisateurs,

(2) [http://www.intel.com/consumer/learn/silicon-innovation.htm?iid=learn\\_silicon+technology](http://www.intel.com/consumer/learn/silicon-innovation.htm?iid=learn_silicon+technology)

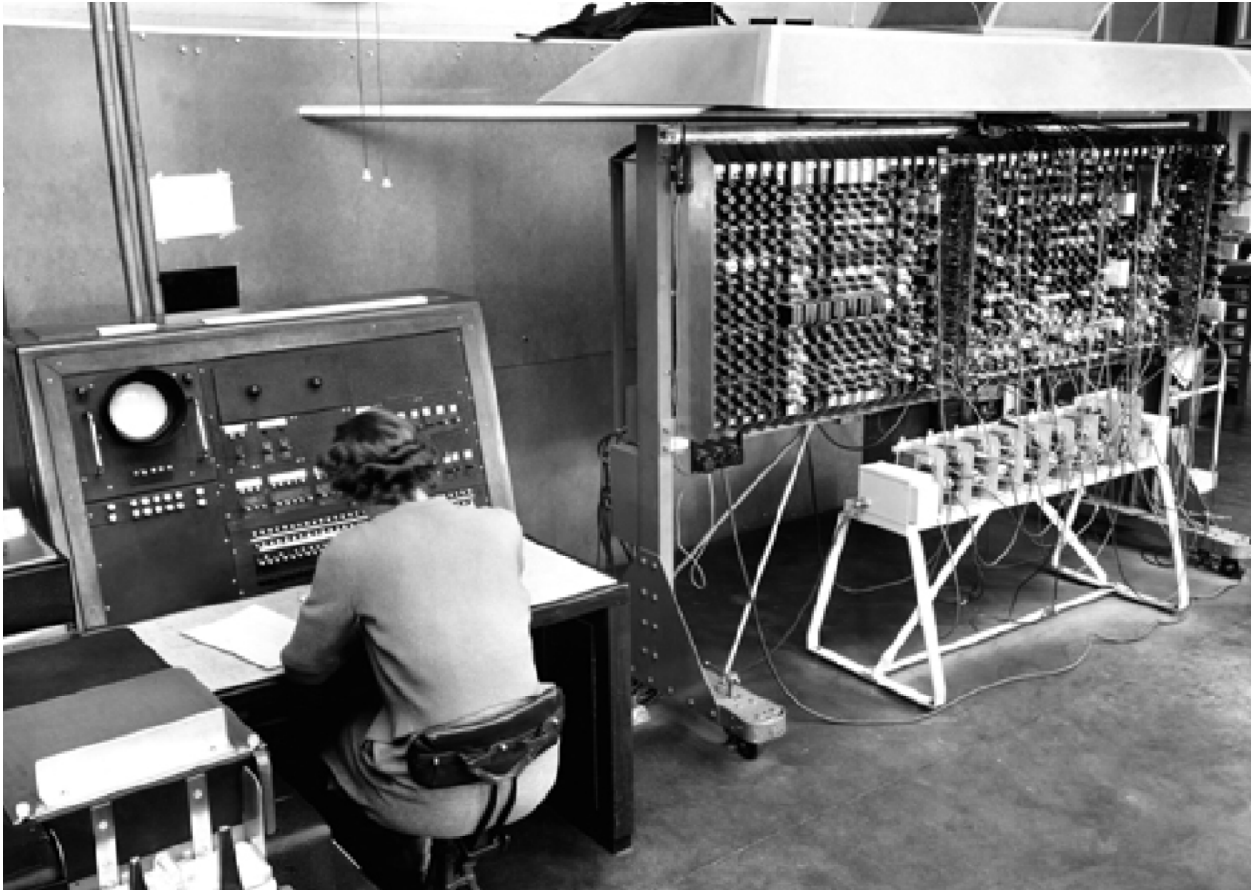
captifs des seuls usages que leur octroyait leur cadre professionnel. De 1981 à 2009 (soit 28 ans), il s'est constitué un parc mondial utile de micro-ordinateurs comptant plus de 1,2 milliard de machines. De 1993 à 2009 (en 16 ans), Internet et le web ont conquis 1,5 milliard d'utilisateurs et le téléphone mobile touche (en 2009) deux Terriens sur trois...

Par ailleurs, les usages étaient jusqu'alors disjoints et les marchés, étanches. Or, grâce à l'Internet mobile, qui décolle réellement depuis 2006, tout possesseur d'un téléphone mobile pourra bientôt accéder à toutes les ressources du web. Sur les bases actuelles, il est réaliste

laquelle il serait extrêmement dangereux de s'aventurer au risque, en 2028, de ressentir un humiliant dépit à la relecture de cet article. Par conséquent, nous admettons, d'emblée, que ces prévisions s'avèreront sans doute fausses.

## UNE PLONGÉE DANS L'IMAGINAIRE

L'Encyclopédie de 1763 répartit les connaissances humaines en trois catégories : celles qui relèvent de la



© SPL-COSMOS

« Thomas Watson, le président d'IBM, n'aurait-il pas déclaré, en 1943, que cinq ordinateurs, en tout et pour tout, suffiraient à la satisfaction des besoins du monde ? ». *Ordinateur prototype ACE (1952), construit suivant les principes définis par le mathématicien Alan Turing (1912-1954).*

de penser qu'à l'horizon 2028, au minimum 70 % de la population mondiale aura régulièrement accès au web, ce qui représentera plus de 5,5 milliards d'utilisateurs, pour une population mondiale estimée à huit milliards d'individus. La capacité de stockage d'informations représentera, par individu, l'équivalent de celle dont disposait une grande banque en 1990.

Les innovations dépassent leurs promoteurs, les usages bouleversent les prévisions, les techniques émergent et se marient en d'improbables combinaisons. Aussi, vingt années dans l'univers des technologies de l'information constituent une faille spatio-temporelle dans

mémoire, celles qui relèvent de la raison et celles qui relèvent de l'imagination. Ce classement se révèle fort impropre à saisir la complexité des influences qui vont déterminer notre univers futur.

Pour se convaincre de l'immensité de la tâche, il faut étudier le programme de travail du MediaLab (3) du *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Le MediaLab, créé en 1985 par Nicolas Negroponte, est indiscutablement le cœur de la recherche mondiale en matière de technologies de l'information, dans une

(3) <http://www.media.mit.edu/research/>

approche pluridisciplinaire centrée, bien entendu, sur les usages et la résolution des problèmes quotidiens, mais aussi sur l'art et l'imaginaire. Très en avance sur une époque où les disciplines étaient étanches et fragmentées, cette recherche transversale anticipait, et préparait, l'avènement du web 2.0. Comprendre, aujourd'hui, les thèmes que traite le MediaLab est un exercice aussi déconcertant que fascinant. A travers ce document de plus de cinquante pages, on se déplace dans des univers à mille lieues d'une approche compartimentée de la recherche. Les usages des robots domestiques y côtoient la recherche sur l'art de la narration numérique. Les travaux sur les prothèses biomécaniques, l'exosquelette qui renforce la capacité physique, l'ingénierie génétique pour produire de l'ADN... montrent que biologie et informatique vont tendre, à terme, à fusionner. Les interfaces et agents intelligents, la reconnaissance du mouvement explorent toutes les possibilités de dialoguer avec les machines. A la lecture étourdissante de cette liste de thèmes, on comprend aisément que parler, aujourd'hui, d'informatique du futur en tant qu'objet distinct, cela n'a pas de sens en soi : en effet, c'est sur un moteur technologique de plus en plus puissant que vont venir se greffer des usages et des pratiques sociales multiples : l'informatique va finir par se dissoudre dans ses usages.

### Quelques hypothèses

Néanmoins, pour tisser l'écheveau des possibles, on peut partir de trois hypothèses de travail :

- les sciences et les technologies de l'information vont bénéficier de la poursuite de l'augmentation des capacités de calcul, de stockage et de transport de données, autorisée par les progrès dans la conception et la fabrication des composants et dans les logiciels techniques ;
- l'individu sera au cœur des préoccupations des chercheurs et des industriels, grâce aux progrès des sciences de la connaissance, des neurosciences et de la bio-mécatronique ;
- la conservation de la planète mobilisera les réflexions visant à préserver sur le long terme un environnement, qui soit acceptable pour l'espèce humaine, la maîtrise de l'énergie et la conservation de la biodiversité devant des préoccupations transversales à toutes les disciplines.

Il faut aussi ajouter une nouvelle hypothèse au modèle : qui va assurer le leadership technique en matière de sciences et de techniques de l'information ? Les Etats-Unis remplissent cette mission depuis plus d'un siècle. Dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, ils ont su accumuler une expérience sans aucun équivalent, grâce à un système universitaire capable d'attirer les meilleurs étudiants issus de tous les pays et d'essaimer, grâce à la création de *start-up* viables sur le long terme. Avec leur appareil de recherche et leur système perfectionné d'industriali-

sation des innovations, on peut penser que les Etats-Unis conserveront leur place de leader de la transformation, même si la Chine devient un acteur clef de la recherche-développement. Il ne faut pas, enfin, sous-estimer la capacité contributive du Japon, qui a joui d'une avance considérable en matière de robots et de mécatronique.

Enfin, il faut envisager deux scénarios se déroulant sur une période de vingt ans : le premier se situe dans la continuité des évolutions actuelles, à savoir l'accélération exponentielle des capacités dans un monde organisé, marqué par la liberté des échanges et le dynamisme entrepreneurial.

Un second scénario, plus sombre, prend en compte l'exacerbation des tensions politiques entre grandes puissances (Inde, Chine, Etats-Unis, Russie), la fragmentation du marché mondial, le repli sur les zones régionales (voire les Etats), l'intensification des fractures socio-économiques, une crise climatique : autant de menaces sociopolitiques défavorables à l'essor des sciences et techniques de la communication. Ce scénario remet clairement en question l'universalité du web.

Les esprits curieux, et joueurs, sont invités à parier sur le futur par la Fondation (4) *The Long Now*, dont la mission est de penser le futur avec des méthodes créatives, notamment par l'intermédiaire de son site *The long bet project*.

Enfin, dans les deux scénarios, il convient de s'interroger sur le degré de tolérance des opinions publiques envers les intrusions du contrôle dans leur vie privée qu'entraîneront inmanquablement le développement d'outils sophistiqués de compréhension non seulement des idées, mais aussi des sentiments, et celui d'éventuelles « prothèses cérébrales ». L'extrapolation des tendances actuelles aboutit mécaniquement à une *big-brotherisation* croissante de la société, non sans certaines contreparties positives (mais un monde tel que celui-là peut être rejeté, soit par des groupes sociaux influents, soit par certains Etats...).

Dans ces scénarios, il faut aussi introduire des variantes économiques : les technologies de l'information vont-elles continuer à générer un flux financier, considérable, de même nature que de nos jours ? Le modèle de la gratuité, qui se dessine actuellement, va-t-il s'amplifier ? L'existence d'empires technologiques dotés de trésors de guerre gigantesques, un appétit toujours très présent pour l'investissement en capital-risque dans les technologies de l'information et, surtout, le basculement progressif des recettes publicitaires (aujourd'hui réparties entre plusieurs supports) vers le seul web peuvent transformer la logique d'innovation. La technique s'incarne toujours dans des acteurs industriels. L'informatique a toujours été dominée par des acteurs puissants et, si Internet et le web offrent encore le potentiel d'une répartition plus équilibrée des influences, rien ne permet d'écarter le risque qu'un acteur industriel (ou – plus probablement – un oligopole),

(4) <http://www.longnow.org/>

fort d'une rente monopolistique démesurée, ne ralentisse l'innovation et n'écrase les mécanismes mis en place par les autorités de régulation de la concurrence.

---

## LES CAPACITÉS DES MACHINES

Le développement des technologies de l'information a été alimenté, depuis les années quatre-vingts, par trois puissants moteurs :

- la capacité des processeurs, dont la puissance double tous les deux ans (c'est la célèbre loi de Moore, énoncée par Gordon Moore dès 1965, qui devrait continuer à être vérifiée dans les technologies du silicium au-delà de 2020) ;
- la capacité de stockage, qui ne cesse de croître, doublant tous les neuf mois et se miniaturisant, ce qui donne de puissantes performances à tous les objets mobiles ;
- la capacité de transmission tant filaire que sans fil double tous les dix-huit mois (loi d'Edholm) et ces deux modes de transmission tendent à converger à l'horizon 2030...

Ces performances continueront à progresser. Il est probable que les technologies fondées sur l'utilisation du silicium laisseront la place à d'autres procédés issus des nanotechnologies (avec par exemple l'exploitation des propriétés du graphène, un nano-cristal de carbone identifié en 2004, d'une épaisseur de 0,6 nm, capable de se comporter en semi-conducteur), ou de certaines biotechnologies exploitant les capacités de stockage d'information de l'ADN. Plusieurs hypothèses sont actuellement explorées dans les laboratoires et, étant donné qu'il faut compter une dizaine d'années avant de passer du laboratoire au stade industriel, les innovations technologiques seront disponibles en temps voulu pour prendre le relais du silicium autour de 2025. Puissance et rapidité sont donc vouées à connaître une poursuite de leur croissance exponentielle.

---

## LA DISSOLUTION DE L'ORDINATEUR

La forme aujourd'hui familière de l'ordinateur, qui s'est imposée avec le micro-ordinateur, est désormais dépassée. La communication avec les machines et les réseaux changera totalement de forme. L'ordinateur, tel que nous le connaissons, va se fondre dans un processeur très peu consommateur d'énergie, lui-même dissimulé dans une multiplicité d'objets, avec lesquels nous communiquerons *via* des interfaces diversifiées et spécialisées. La plupart des objets qui nous sont familiers seront ainsi dotés de capacités autonomes de traitement de l'information.

Au classique dialogue clavier-écran vont se substituer de multiples canaux d'échanges homme-machines. La recherche dans ce domaine s'est développée avec ténacité,

depuis des décennies, afin de tenter de s'affranchir de cette malédiction que représente le passage obligé par un clavier de machine-à-écrire, qui nous impose, encore aujourd'hui, une disposition des caractères non dépourvue d'un certain exotisme. Il y a eu de multiples tentatives pour rationaliser ce clavier, désormais libéré de ses contraintes mécaniques, mais surtout pour développer la communication la plus naturelle qui soit : les échanges vocaux. Toutes ces tentatives se sont heurtées non seulement aux contraintes des habitudes et aux résistances du marché, mais aussi à la complexité des langues, que les algorithmes les plus sophistiqués sont impuissants à modéliser.

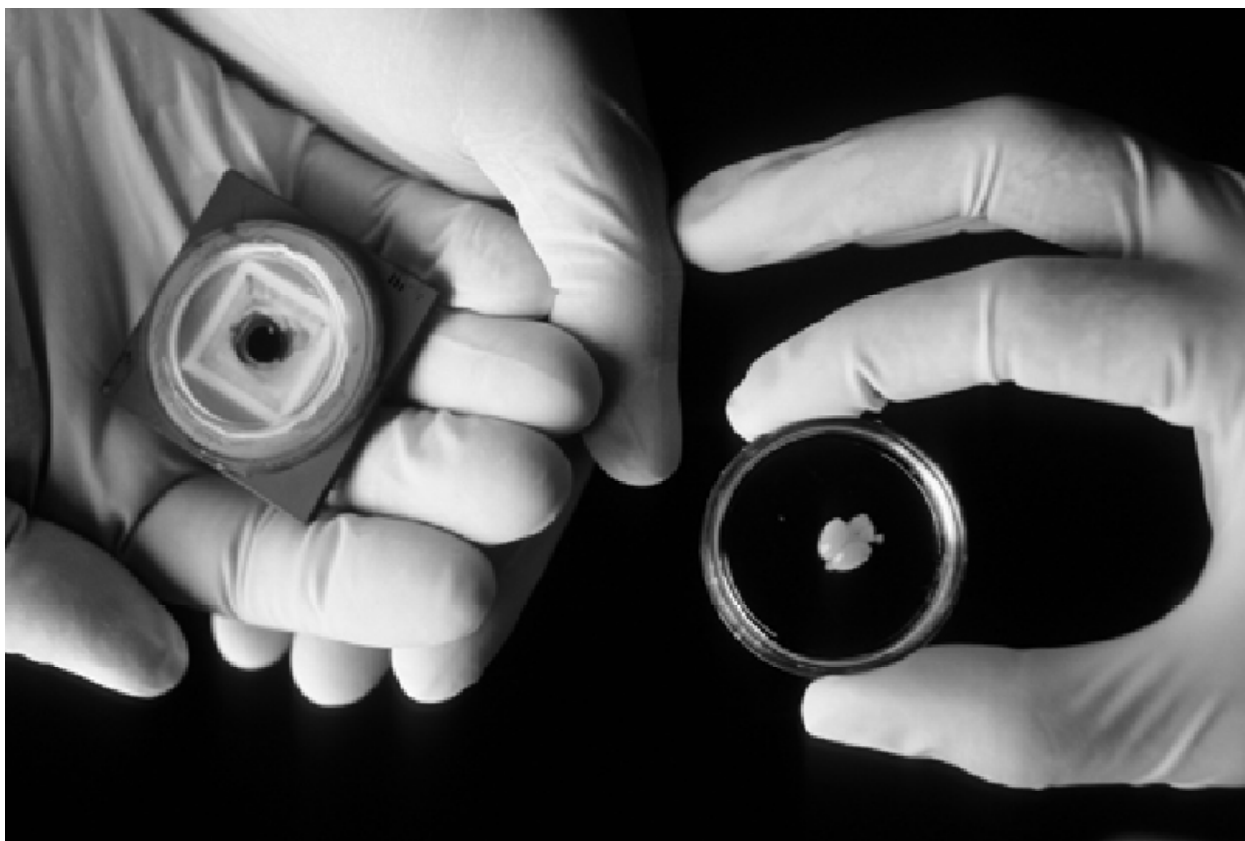
Le temps du changement est arrivé. Et, cette fois-ci, les produits actuels permettent de concevoir de façon réaliste un futur où la communication entre l'homme et la machine ne sera plus freinée par la nécessité d'acquiescer une certaine agilité manuelle, ou encore par d'incalculables périodes d'apprentissage.

Par ailleurs, la communication nous fera définitivement oublier le mode caractère, par trop restrictif. Ce sont donc tous nos sens qui seront sollicités. Cette évolution (déjà largement entamée, notamment dans les jeux vidéo, qui jouent un rôle pionnier) va se généraliser et concerner tous les objets. L'image, la voix, le toucher vont permettre de donner des instructions aux machines qui nous environneront, et aussi d'en recevoir des informations. Les écrans seront omniprésents ; ils seront ultraminces et consommeront très peu d'énergie, grâce à la technologie des OLED (*Organic Light-Emitting Diodes* – diodes électroluminescentes organiques). Écrans tactiles multipoints, reconnaissance vocale, 3-D, reconnaissance des gestes et du toucher (interfaces haptiques), mais aussi détection de présence, de la variation de l'attention, des mouvements des yeux, interprétation des signaux cérébraux (*Brain Computer Interfaces*) (5) seront autant de canaux de communication qu'exploiteront les machines pour capter nos comportements, les interpréter et nous aider à agir. Nous pourrions également exploiter les ressources de la réalité augmentée, qui ajoute des informations à la réalité observée (par exemple, en matière de conduite automobile nocturne, cette technique permettra de simuler les conditions de la conduite de jour). La transmission et l'utilisation d'images en 3-D seront largement répandues dans moins d'une dizaine d'années – avec le formidable marché que représente la diffusion d'événements sportifs –, en attendant les hologrammes, qui ne manqueront pas de suivre.

Parallèlement à la relation homme-machine va s'instaurer un autre dialogue, entre les machines elles-mêmes. Tous les objets de la vie quotidienne seront interconnectés : ils échangeront des informations, tant *via* le réseau d'alimentation électrique que grâce à des liaisons sans fil. Ils pourront ainsi mieux gérer leurs interactions, une des applications attendues, pour le domicile, étant l'optimisation de la consommation électrique en

---

(5) <http://www.lce.hut.fi/research/css/bci/>



© Massimo Brega/LookatSciences

« [...] variation de l'attention, mouvements des yeux, interprétation des signaux cérébraux seront autant de canaux de communication qu'exploiteront les machines pour capter nos comportements, les interpréter et nous aider à agir ». *Puce neuro-biologique* (01 septembre 2005). *Projet visant à créer une interface entre un réseau de neurones et une puce de silicium.*

fonction des différents tarifs, de la puissance appelée et de lois d'usage. Mais cette interconnexion permettra aussi, par exemple, le monitoring médical à distance...

---

## VERS DES MACHINES INTELLIGENTES

L'intelligence artificielle fait partie des grandes utopies de l'histoire de l'informatique. Un homme s'est particulièrement illustré dans cette quête : Ray Kurzweil (6), dont les conceptions visionnaires sur l'avènement inévitable d'un âge des machines intelligentes auraient largement suffi à le faire passer pour un doux rêveur, n'eût-il eu, à son actif, de robustes références techniques et industrielles, dont la conception du système de reconnaissance de caractères (OCR) et les synthétiseurs musicaux.

Kurzweil, et quelques autres, pensent que les machines vont devenir aussi intelligentes que les hommes. Dans son livre *L'Âge des machines intelligentes*, publié en 1990, il va même jusqu'à dire à quel moment précis cela se produira : ce sera en 2029, date à laquelle un ordinateur

---

(6) « The Age of Spiritual Machines », Ray Kurzweil, Penguin Books, 1999.

(7) [http://en.wikipedia.org/wiki/Turing\\_test](http://en.wikipedia.org/wiki/Turing_test)

sera vraisemblablement capable de passer avec succès le test imaginé par Turing (7) en 1950, c'est-à-dire de donner, à une question qu'on lui posera, la même réponse qu'un être humain... Le modèle de von Neumann, élaboré en 1944 et qui a établi les bases de l'informatique, traite l'information de façon séquentielle, sur le modèle « *if > then > else* ». Les algorithmes permettent de résoudre des problèmes dans un espace identifié. Il s'agit maintenant d'aller beaucoup plus loin, afin de se rapprocher le plus près possible de l'expérience humaine, savant dosage d'intuition, d'expérience, de savoir... Les recherches actuelles portent sur la possibilité de confier à des machines des capacités de jugement et d'interprétation leur conférant la capacité de traiter de multiples éléments d'information de manière globale, en parallèle, de façon analogique.

---

## L'AVENIR DU WEB

Depuis les premières esquisses d'Arpanet, dans les années Soixante-dix, la construction de l'Internet (et, plus tard, des applications du web) est un chantier ininterrompu. Par essence, le web n'est pas un ensemble fini et balisé, dont l'évolution obéirait à un plan central. Le web a déjà beaucoup muté, depuis sa naissance, avec l'apparition du premier navigateur, en 1993. De simple

outil de publication, il est devenu une plateforme d'échanges interactifs et multimédias. S'il y a consensus, au sein de la communauté du web, pour qualifier l'état actuel du web de web 2.0, on ne connaît de celui-ci aucune définition précise...

Toutefois, on peut considérer que cette étape se caractérise par le développement simultané d'usages interactifs, tels que l'échange de médias riches – musique, vidéos – par l'élaboration de contenus composites, par le développement de réseaux sociaux et d'usages communautaires, par la généralisation des échanges en temps réel sous toutes leurs formes (visioconférence, messagerie instantanée)... Comme toutes ces technologies peuvent s'agréger sous des formes multiples, ce qui a donné le concept de *mash-up*, le nombre de combinaisons est infini et la créativité des éditeurs et des utilisateurs exploite à l'envi cet univers.

La prochaine étape va être de donner plus de cohérence à cet ensemble encore hétéroclite, constitué en silos. La prochaine génération du web a déjà un nom, le web 3.0 (8) ou « web sémantique », qui se caractérise par l'utilisation d'outils de recherche infiniment plus puissants et une capacité de compréhension et d'interprétation de l'information basée sur l'intelligence artificielle, permettant ainsi à des « robots » de trouver, classer, traiter des informations collectées sur le web de façon intuitive et naturelle. Il ne s'agit plus seulement de produire et de diffuser de l'information, comme avec la première génération de l'Internet, (qualifiée aujourd'hui de Web 1.0), mais de l'interpréter à la manière d'un être humain.

En 2028, cette phase paraîtra dérisoire, tant le réalisme des situations aura été amplifié par le très-haut-débit, l'ubiquité, l'exploitation systématique de la 3-D, tandis que la traduction simultanée renforcera la capacité d'échanger et de dialoguer en télé-présence. Ce que l'on exploitera alors, ce sera des agents autonomes, capables de faire des propositions, voire de prendre des décisions.

## L'INFORMATIQUE DU NUAGE

Si les objets informatiques vont vraisemblablement se dissoudre dans leur environnement, les grands « ordinateurs » (ou, plus exactement, les ensembles constitués de processeurs et d'unités de stockage, qui assurent le traitement et le stockage de l'information) conserveront une existence physique bien réelle, même s'ils sont voués à disparaître dans ce que l'on appelle, aujourd'hui, le « nuage ». Certains pensent que l'informatique du « nuage » (9) (*cloud computing*) n'est qu'un concept *marketing* de plus, dans cette industrie connue pour propulser régulièrement de nouveaux thèmes sur la scène médiatique, avec inventivité, mais, parfois, sans concrétisation au plan opérationnel. Il y a ceux qui considèrent que c'est un retour à la case départ du « service bureau » de la préhistoire de l'informatique, où les ressources étaient si coûteuses qu'il fallait les partager en *time sha-*

*ring*. Derrière le bruit et la fureur de beaucoup d'acteurs, qui y voient une mystification aussi bien qu'une menace contre les libertés et la propriété des données, quelle est la vérité de cette tendance ? La structuration de la production de puissance informatique en « centrales informationnelles » (sur le modèle de l'énergie) est fortement probable, car l'informatique « du nuage » répond à trois aspirations fondamentales, jusqu'à présent considérées comme utopiques :

- l'aspiration à exploiter la ressource informatique comme une ressource infinie ne nécessitant ni délai, ni absorption préalable de capital et de compétences ;
- l'aspiration à éliminer le travail initial, fastidieux et aléatoire, de définition des besoins, avec en mémoire tous ces projets qui ont laissé une trace souvent douloureuse dans l'histoire de l'informatique d'entreprise ;
- enfin, l'aspiration à disposer de la possibilité de ne payer que ce que l'on utilise vraiment, sur une base tarifaire claire.

Cette approche, dont le succès implique une révision profonde des modèles de conception et de tarification, tant du matériel que des logiciels, s'inscrit dans l'évolution à long terme de l'informatique. Chacune des étapes du développement de l'informatique a, en effet, conduit à s'affranchir des contraintes liées aux matériels et au développement du logiciel, pour se concentrer sur l'usage, en confiant à des acteurs spécialisés le soin de résoudre des problèmes complexes et sans valeur ajoutée pour l'utilisateur final. Cette lente marche en avant, depuis les prouesses accomplies par des pionniers, inventeurs passionnés des premières applications, jusqu'au web actuel, n'est pas un phénomène isolé dans l'histoire industrielle. Elle implique, à terme, une totale virtualisation de la ressource informationnelle et, donc, la disparition des informaticiens d'entreprise et de leurs machines, tels qu'on les a connus jusqu'ici, au profit d'opérateurs spécialisés, optimisant les ressources afin d'abaisser les coûts et de diminuer l'empreinte environnementale. Néanmoins, l'on peut également avancer qu'à long terme, la puissance de traitement des outils et des réseaux sera telle que cette concentration risque de devenir inutile, le partage de l'information s'opérant selon un modèle massivement parallèle, le réseau exploitant de façon dynamique toutes les capacités disponibles.

Vecteur d'un monde informé, réactif, moteur d'intelligence collective, mais aussi de multiples canaux de contrôle social, l'informatique du futur dispose d'une puissance considérable, qu'il nous appartiendra de canaliser au seul profit d'un progrès lucide et démocratique. Nos comportements seront au cœur de ce futur : apprendre la science du discernement dans le traitement de l'information, pour qu'en fin de compte, quelle que soit l'assistance apportée par les machines ou, plus encore, quel qu'en soit le pouvoir, la réponse ultime soit laissée à la sagesse humaine.

(8) <http://www.technologyreview.com/infotech/18395>

(9) <http://berkeleyclouds.blogspot.com/>