

Chute de la technologie et montée de la « innovation » à la fin des « Trente Glorieuses »

Lorenzo Seno

« Les déboires de la finance: mathématiques et innovation technique »
Journée au CREA – École Polytechnique / CNRS, Paris, France, 5 Avril 2012

Introduction

Ce texte analyse certains aspects des changements qui ont eu lieu dans les entreprises en conséquence des changements économiques et politiques globaux qui remontent à la fin des « trente glorieuses ». C'est ce qu'on appelle parfois « shorttermism », le passage d'une philosophie stratégique d'entreprise privilégiant les résultats à long terme – la persistance du profit d'entreprise dans le temps – en faveur de sa maximisation immédiate. Nous visons en particulier à mettre en évidence l'impact de cette vision de la production industrielle sur les activités de recherche et développement. Une première référence intéressante à cet aspect, rarement soulignée, de la « crise du capitalisme » et de sa forme financière est le livre de [Prem Shankar Jah](#)¹ : *The Twilight of the Nation State: Globalisation, Chaos and War*², 2006.³ Quoique rapidement, nous irons plus loin, sur ce point, grâce à un bref encadrement historique des certains passages importants de l'avancé scientifique à l'application technologique, voire à sa commercialisation.

Quelques dates, pour commencer :

| | |
|---|--------------|
| Fin des « Trente glorieuses »: fin de la deuxième guerre – 1973, fin du système de Bretton-Woods: | 1973 |
| Début de la « stagflation » dans l'occident: | Moitié 1970. |
| Ère Thatcher en Angleterre : | 1979-1990 |
| Présidence Reagan aux États-Unis | 1981-1989 |
| “Washington Consensus”, le décalogue du laissez-faire: | 1989 |
| Chute du mur de Berlin | 1989 |

Peu avant de mourir Maurice Allais publia son livre sur la globalisation⁴, où on trouve des données qui toutes nous montrent un point d'inflexion aux environs du 1975. C'est à partir de cette année à peu près qu'on a un tournant dans la politique mondiale, et *comme conséquence* le début de la dernière vague de mondialisation (celle dont parle Jah).

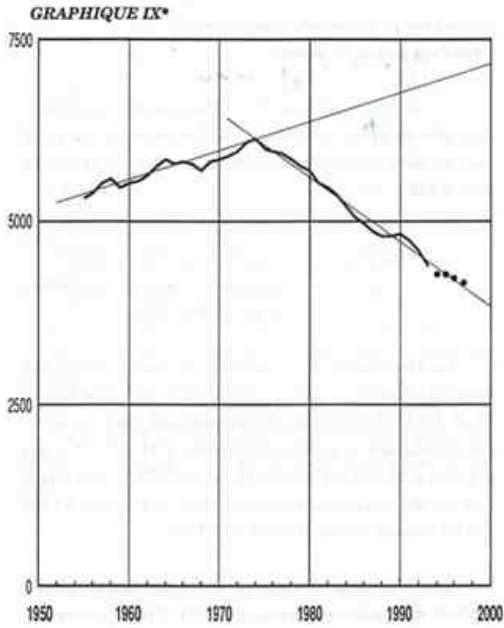
Mon but n'est pas de discuter ici de la nature de ce geste politique, mais tout simplement de noter pour le moment que il y a un tournant « globale » aux alentours de 1975-1980.

1 <http://www.premshankarjha.com/about1.html>

2 [Publié aussi par googlebooks.](#)

3 Le but de ce livre – inspiré des visions entre autres des travaux de Karl Polany, Braudel et Arrighi - est celui d'analyser le mouvement final de la globalisation, en termes de expansion planétaire du capitalisme, après une longue et séculaire démarche d'expansions successives, jusqu'au moment où il arrive à « occuper » le monde entier, sans donc possibilité d'ulérieure expansion. Apparemment, il n'a pas été traduit en français.

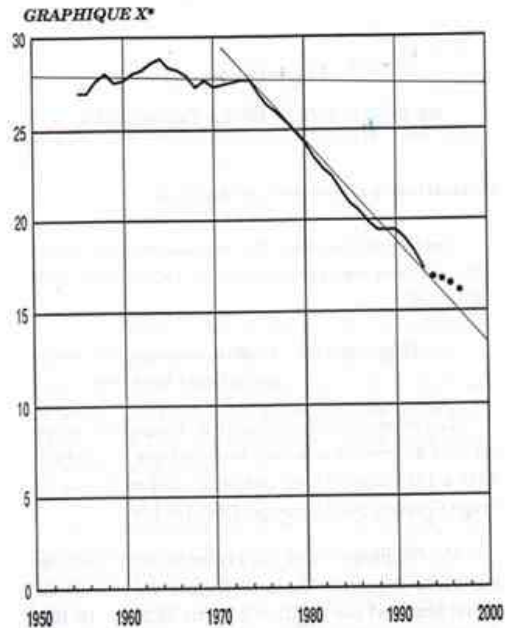
4 M. Allais, *La Mondialisation*, 1999, Éditions Clément Juglar. <http://allais.maurice.free.fr/monde06.htm>



FRANCE 1955-1997
EMPLOIS DANS L'INDUSTRIE
 (Bâtiment et Génie Civil exclus)
 Moyennes annuelles en milliers

Légende : — ••• valeurs observées
 — tendances linéaires calculées en 1994

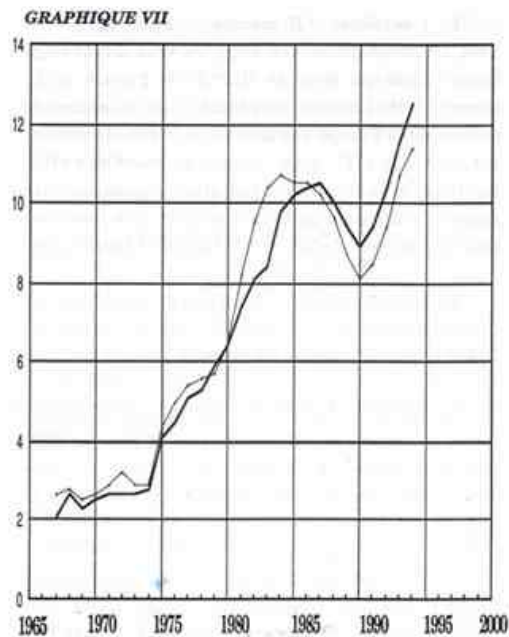
Source : Annexe II, Tableau IIA



FRANCE 1955-1997
POURCENTAGE DES EMPLOIS INDUSTRIELS
DANS LA POPULATION ACTIVE
 (Bâtiment et Génie Civil exclus) (Moyennes annuelles en %)

Légende : — ••• valeurs observées
 — tendances linéaires calculées en 1994

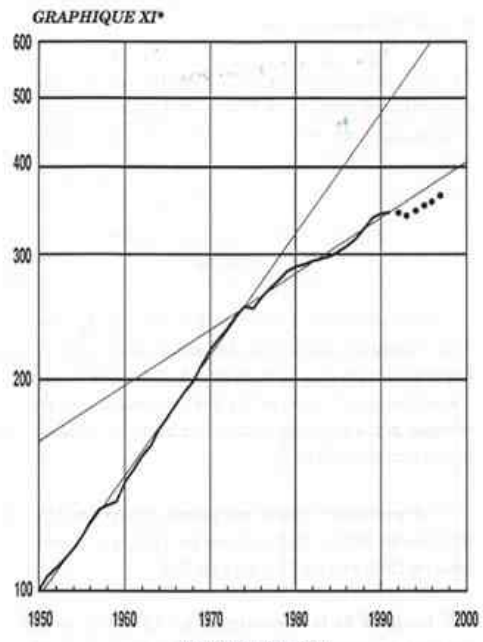
Source : Annexe II, Tableau IIA



TAUX DE CHOMAGE STANDARDISES
FRANCE ET COMMUNAUTE EUROPEENNE
EUROPE DES DOUZE
 1967-1994 (en %)

Légende : — CEE — France

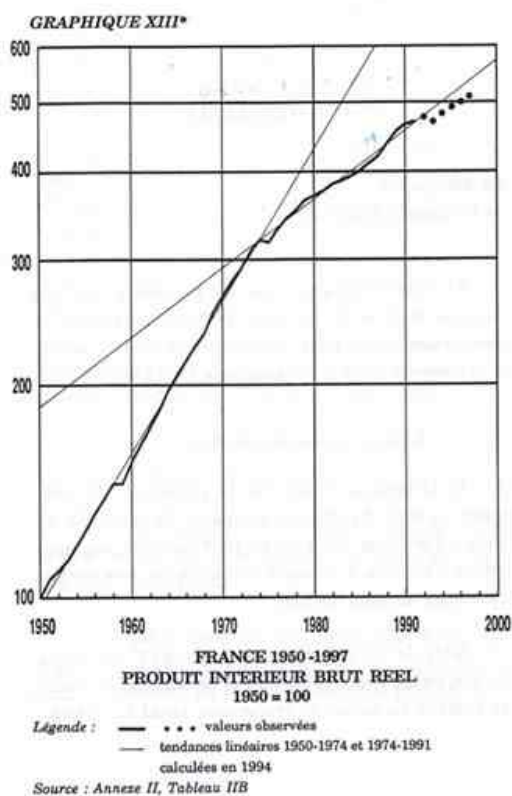
Source : Annexe II, Tableau I.D



FRANCE 1950-1997
PRODUIT INTERIEUR BRUT REEL
PAR HABITANT
 (sur la base 1950 = 100)

Légende : — ••• valeurs observées
 — tendances linéaires 1950-1974 et 1974-1991
 calculées en 1994

Source : Annexe II, Tableau IIB



La donne a donc changée, avec plusieurs conséquences. Les entreprises abandonnent une politique de diversification de leur investissements, qui cherchait de réduire les risques liés à l'instabilité cyclique du marché en introduisant dans ses sources de profit des secteurs complémentaire au « noyau du business » de telle façon que, si l'un va en récession, c'est le moment que l'autre se développe. La diversification - disons – en fonction « anticyclique ».

Il arrive le moment donc du « retour au noyau », cause et conséquence en même temps d'un endurcissement de la compétition, et de la priorité donné au profits maximisées et immédiats. Ce sont les « patrons » qui demandent ça, car c'est la nature même des rapports entre propriété et entreprise qui va changer. Ces rapports devienens moins stables, le propriétaire est un sujet impersonnel qui peut rapidement changer son portefeuille en fonction des opportunités de gagner. Il n'est donc pas intéressé aux résultats à long terme, ni directement aux dividendes des actifs, quant plutôt aux plus-values patrimoniales, en compte capital. Car de cette façon il peut vendre ses actifs au moment où ils montent de valeur tout en réalisant des plus-values bien supérieures aux dividendes.

C'est donc l'époque de la systématisation et perfectionnement de la fabrication des « bulles ». La « technologie » des bulles a été inventé vers la fin des années 1920 aux États Unis, mais elles étaient à cette époque encore à un niveau rudimentaire. Les entreprises perdent donc leur attitude aux investissement technologiques, pas seulement à cause du risque implicite (les « investissements » en bulles de la bourse sont bien plus risqués!), quant plutôt à cause du temps nécessaire au début du profit. Ce le temps ou dans les entreprises gagne un rôle primaire le « time to market ». C'est aussi à ce moment là qu'une dérive lexicale commence. On parle plutôt de « innovation » au sens générique de « nouveauté » pour le grand public. Une chose est « nouvelle » car elle n'avait été jamais commercialisé au grand publique, voire elle était inconnue par lui. Elle n'est pas donc « nouvelle » par la nouveauté de son « contenu » de connaissance ou de technologique.

Dans l'acronyme R&D c'est donc dans le deuxième terme qu'on place « l'innovation » :

innovation de conception commerciale, de « design », mais pas nécessairement de technologie. On cherche de susciter une demande tout en suggérant un nouveau « usage » d'une technologie bien connue à l'industrie. C'est le cas récemment des « smartphones », des « tablet computers », etc. Nouveaux produits, vieille technologie.

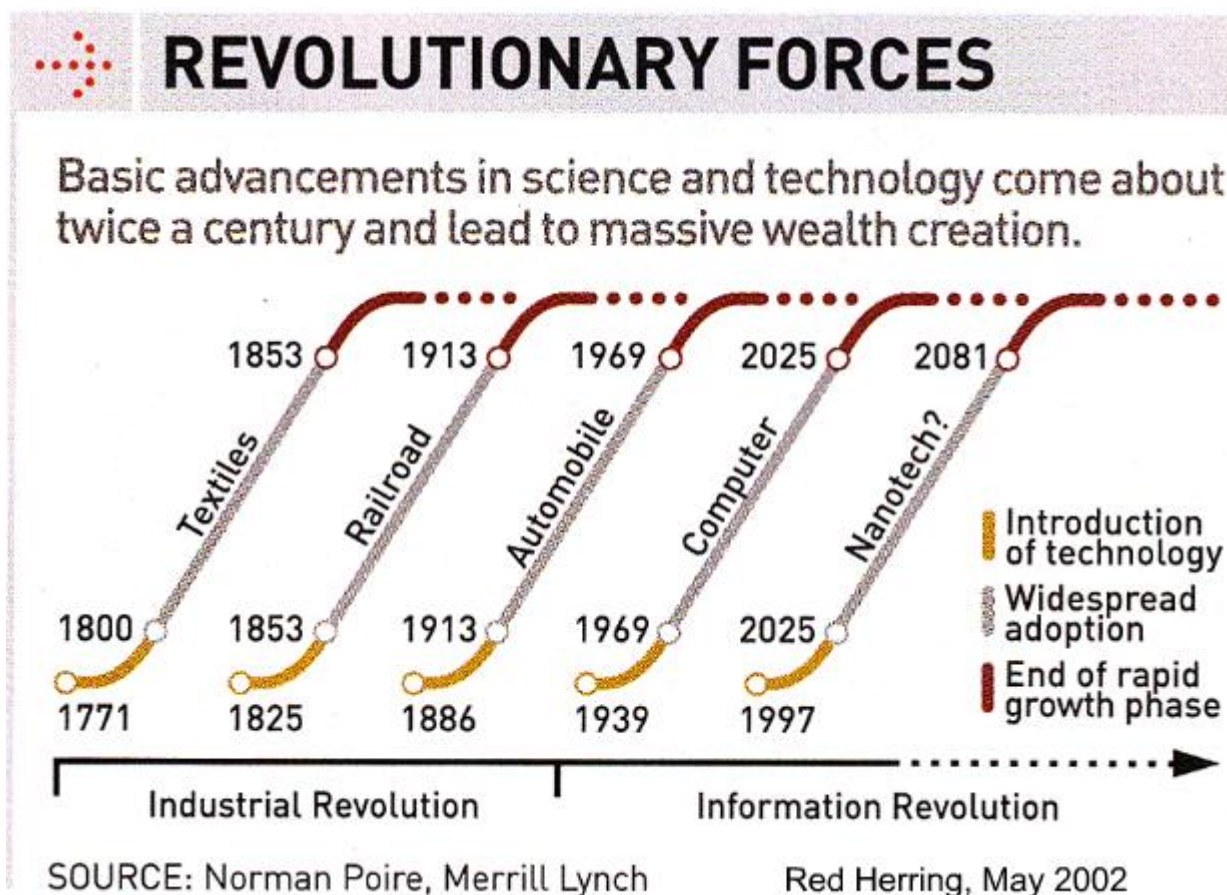
Le changement de philosophie dans la gouvernance des entreprises passe par des changements des mécanismes en droit et en fait de gestion des rapports entre propriété et dirigeants haut niveau. Voilà quelques exemples. Aucune prétention d'exhaustivité, tout simplement des suggestions qui nécessitent d'ultérieures précisions et investigations.

- Les stock-options deviennent une partie toujours plus importante des revenus des hauts dirigeants. Ils deviennent donc plus intéressés aux mouvements de la valeur patrimoniale de l'entreprise que à sa rentabilité. Le point de vue des dirigeants est « synchronisé » avec celui de la propriété.
- Augmentation de l'importance du rôle des rapports trimestriels voire mensuels, comme pression pour des résultats immédiats ayant comme but l'augmentation de la valeur patrimoniale en Bourse. Ces rapports - au moins en partie - sont souvent faux. Quelqu'un appelle tout ça « méritocratie », mot sur lequel il faudrait beaucoup réfléchir⁵. Il est toujours plus facile (et surtout rapide) de tricher que de faire « des résultats ». La hiérarchie n'a souvent aucun intérêt à découvrir l'arnaque, car la découverte endommagerait les « résultats », avec un dommage collectif (de la collectivité des hauts dirigeants. Mais aussi des propriétaires).
- Changement donc des tendances dans le choix des investissements : privilège des investissements à court terme : court « time to market », rentabilité à court terme. Une rentabilité supérieure à trois années est aujourd'hui normalement considérée insoutenable. En conséquence, dans le binôme R&D, c'est plutôt le deuxième terme qui prévaut, et dans le deuxième, les composantes d'innovation commerciale (« marketing »). En outre, dans les actifs d'entreprises typiquement « industrielles » comme par exemple General Electric, ils apparaissent d'importantes composantes en actifs purement financiers.

5 Le sociologue canadienne [Laurence Johnston Peter](#) est l'auteur de l'[homonyme « principe »](#), selon lequel « tout employé tend à s'élever à son niveau d'incompétence », avec son corollaire : « Avec le temps, tout poste sera occupé par un incompétent incapable d'en assumer la responsabilité. » C'est aussi de la « méritocratie » qu'il parle ici.

La « finance » en quête de révolutions. Son regard sur la technologie et son histoire.

A ce propos l'illustration ci-dessous est intéressante. Elle vient de Merrill Lynch et nous montre un monde symétrique, lisse, périodique et reproductible, ce qui nous donne un aperçu sur l'idéologie sous-jacente.



« Révolutions » technologiques.

On peut là remarquer que en 2002 les biotechnologies, après le « boom » médiatique et de bourse de la deuxième moitié des 1990, ont déjà disparu. En outre, la « maturité » de l'ordinateur est plutôt anticipé par rapport à l'illustration, car on est déjà dans la « End of rapid growth phase », sans que ni les nanotechnologies, ni d'autres, l'aient remplacé.

On pourrait peut-être gloser de cette manière : ce qui manque à la « finance » est une technologie sur laquelle on puisse implanter une bulle durable. En même temps, c'est la finance même qui empêche les développements technologiques, en séquestrant les ressources nécessaires.

Connaissances scientifiques et innovation technologiques. Quelque cas historique.

Les rapports entre connaissances de base et innovations technologiques, de produit ou de procès – entre donc recherche de base et R&D – sont complexes et tout à fait non linéaires, et peut-être trop peu explorés.

Entre les deux domaines il y a toujours eu des zones d'autonomie réciproque, et de conditionnements mutuels.

On a toujours à ce propos cultivé plusieurs illusions, en s'étonnant des plusieurs faillites des

« projets de recherche finalisé » (en Italie il y en a eu maintes, à partir des années 70 jusqu'à aujourd'hui).

Nous irons examiner rapidement quelque cas historique.

La thermodynamique et la machine à vapeur entre '700 e '800.

La machine à vapeur, qui est la protagoniste principale avec l'acier de la seconde industrialisation du XIX siècle, a été longuement développé pendant les deux siècles précédentes⁶.

Le développement technique de la machine à vapeur eut lieu avant le développement de la thermodynamique classique moderne au XIX siècle. Avant ce siècle, la théorie en vigueur était celle du calorique. La chaleur était considérée comme un « fluide subtil » doué de propriétés mécaniques. La machine à vapeur était représenté comme similaire au moulin à eau, une machine qui se plongeait dans le mouvement du fluide calorique, dont le rendement devait donc être nécessairement inférieure à un, pourvu que le fluide doit conserver une part de son énergie en aval du « moulin ».

C'est donc l'existence technique (et commerciale !) de la machine à vapeur pendant le XIX siècle qui pose des questions à la philosophie naturelle (ce qu'on appelle aujourd'hui comme « science »), à partir de l'œuvre capitale du Polytechnicien Sadi Carnot, « *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance.* »

On peu donc parler, à propos de la machine à vapeur, plutôt de « technique » que de « technologie ». La thermodynamique, la théorie sous-jacente à la machine à vapeur, se développera d'une façon tout à fait controversée (la théorie de Joule sur l'équivalence chaleur-énergie n'étant pour longtemps pas acceptée) pendant tout le XIX siècle, avec Clausius, Rankine, Lord Kelvin et Boltzmann, ce dernier étant celui qui donnera au principe Joule la base statistique qui la rendra compatible avec le deuxième principe.

Après-guerre. Passage de la technique à la technologie.

Après la deuxième guerre les rapports se renversent : ce sont surtout les progrès dans les connaissances de base qui conduisent à d'importantes applications techniques, qui donc on peut appeler plus proprement « technologiques ».

On va rapidement examiner ici deux cas historiques disons opposés quant aux résultats commerciaux et sociales : le transistor et le SQUID.

Le transistor

On n'a pas besoin d'illustrer l'importance du transistor dans toute la vie contemporaine. Tous les produits industriels (et maintes services) vendus aujourd'hui n'existeraient pas sans le transistor.

Il arrive grâce au travail de recherche technologique de William Bradford Shockley jr., John Bardeen e Walter Houser Brattain, qui le brevetèrent en 1947 au laboratoire de Physique de l'état solide des « Bell Labs ».

Ce résultat découle directement des nouvelles connaissances de base sur la physique de l'état solide, en particulier sur les semi-conducteurs. Le laboratoire fut explicitement bâti avec le but de trouver un dispositif apte à remplacer le Tube électronique. Ils étaient donc conscients de l'importance industrielle de leur travail.

⁶ Soit la machine à vapeur, soit l'acier, se servent du charbon. Ce n'est donc pas par hasard que les deux principales puissances industrielles d'Europe aient été l'Allemagne et l'Angleterre, les deux pays où se trouvaient (et se trouvent aujourd'hui encore) des grands gisements de charbon. Le Bassin charbonnier de la Ruhr, en Allemagne, est considéré aujourd'hui encore un des plus grands gisements d'énergie du monde. Le charbon a eu son importance jusqu'au dernier après-guerre. L'Angleterre, contrairement à l'Allemagne, a été de-industrialisé par une choix politique, par Mme Thatcher.

Le SQUID.

Un cas similaire, mais avec bien moins de chance du point de vue de l'application, est le SQUID (*superconducting quantum interference device*), breveté en 1964 par Robert Jaklevic, John J. Lambe, James Mercereau et Arnold Silver aux « Ford Research Labs ».

Le SQUID est un magnétomètre basé sur l'effet Josephson, un physicien qui obtiendra son Nobel pour cette découverte en 1962. Le SQUID est en effet la réalisation d'une « jonction Josephson », qui avait été pour la première fois obtenue encore une fois aux « Bell Labs ».

Le SQUID a théoriquement la sensibilité maximale : celle d'un quantum magnétique. À partir de la découverte de la jonction (le transistor se base lui aussi sur une jonction), à cause de sa sensibilité, grandirent énormément les attentes sur les possibles applications. Avec une telle sensibilité, on a du mal à imaginer un domaine dans lequel il ne soit pas utile. On imaginait que le SQUID aurait été capable d'amener une « révolution » dans maintes domaines d'application.

Mais le diable se cache dans les détails. Le SQUID nécessite de températures qui s'approchent au zéro absolu (environ 3 °K), ce qui requiert une technologie de l'hélium disponible mais peu compatible avec l'usage « normal », hors d'un laboratoire.

Le premier essai d'utilisation du SQUID c'est chez IBM, en 1962⁷, qui bâtit le premier exemplaire d'un ordinateur grand vitesse cryogénique basé sur le SQUID. Le projet ne sortira jamais de la phase de prototype, avec des épisodes d'espionnage industriel de la part du Japon. Il sera abandonné puis ressuscité plusieurs années après, quand il fut définitivement abandonné.

La deuxième utilisation est la magnéto-encéphalographie, qui donne une représentation tridimensionnelle de l'activité électrique neuronale (du cerveau mais aussi du système nerveux périphérique), tout à fait comme la fMR (Résonance Magnétique fonctionnelle) mais avec une très grande différence : la fMR révèle le métabolisme du neurone (cession d'oxygène de la part de l'hémoglobine) pendant la décharge neuronale. Le signal est donc soumis à une constante de temps très élevée (de l'ordre de un second), tandis que la bande passante de la magnéto-encéphalographie est de plusieurs kilohertz, permettant donc de révéler la dynamique du fonctionnement du cortex cérébral.

En revanche, la magnéto-encéphalographie ne requiert pas seulement des températures à l'hélium liquide, mais aussi un environnement sans vibrations à un degré inouï, et isolé du champ magnétique terrestre, car celui là serait modulé par les vibrations en donnant de cette façon un faux signal plus grand que celui émis par les neurones.

A cause peut-être de ça, la magnéto-encéphalographie a eu une très limitée utilisation dans la recherche clinique même. Si on compare le SQUID au transistor, il faut parler de « faillite ».

Les technologies du logiciel

Un thème est aussi celui des technologies du logiciel. Dans les dernières trente années on a indubitablement eu des très grand progrès dans ce domaine, mais on doit douter sur combien d'eux soient l'effet de recherches technologiques (donc applications de résultats de recherches de base) ou plutôt ils soient le résultat de développement.

Tous les outils de développement utilisés (C langage e C++, Fortran, ADA, Java) ne sont que des développements d'outils qui existent depuis des décennies. Sur les trois Systèmes d'exploitation diffusés, deux sont des variantes d'Unix, et pour le troisième (« Fenêtres ») l'originalité est un dommage plutôt qu'un avantage, au sens que l'originalité consiste en avoir oublié une part consistante de l'ingénierie informatique antérieure.

⁷ C'est intéressant de lire cette mémoire d'un des protagonistes: Raymond E. Miller, *Over 50 Years in Computing: Memoirs of Raymond E. Miller*, pp. 21-22, peut-être le seul témoignage aujourd'hui disponible.
<http://www.cs.umd.edu/special-events/miller-workshop/memoirs.pdf>

Les entreprises du « personal computing » comme Apple et Microsoft sont fondamentalement des entreprises de marketing, et en correspondance dans ses bilans on trouve un poids prédominant des coûts de commercialisation.

Ce n'est pas donc par hasard que l'Open Source, le logiciel libre, soit aujourd'hui capable de faire de la « concurrence » (terme pas correcte en ce cas, le logiciel libre n'étant pas vendu) aux deux « majors ». Le coût de production (développement) du logiciel de ce type là (très classique, sans nouvelles technologies incorporées) représente une partie minimale des coûts totaux par rapport à ceux de la commercialisation, activité dont il n'a pas besoin. Donc il peut aisément remplacer des produits qui sont dans le marché, étant normalement conçu du point de vue de l'utilisateur et pas du vendeur.

État des lieux des technologies courantes.

Si on analyse le contenu technologique des produits « technologiques » qui sont apparus dans le marché de masse dans les dernières décennies, tout en cherchant de dater leur apparition à niveau d'invention et à niveau de première circulation commerciale, on trouve des résultats étonnants :

| INVENTION | Époque de l'invention | Année ou la commercialisation commence | Références |
|-------------------------------------|-----------------------|--|--|
| Tokamak (fusion nucléaire) | 1950 ⁸ | | Le Tokamak Européen (démonstrateur) de 500 MW (ITER) est prévu en 2016. |
| Turbodiesel | 1905 ⁹ | 1920 | En 1920 navires et locomotives. En 1938 les premiers camions en Suisse. GM auto dans sa production de masse en 1962. |
| Imprimante à jet d'encre | 1800 | 1950 | Technologie développée in 1950. Commercialisation grand public à partir du 1976, |
| Énergie Nucléaire (fission) | 1942 | 1954 ¹⁰ | |
| Téléphone portable | 1947 ¹¹ | 1956 ¹² | Technologie analogique au Japon (1979). Premier numérique USA 1990. Premier GSM 1991 |
| Pile à combustible | 1838 ¹³ | 1958 | 1958: Premières applications dans l'espace (Projet Gemini) |
| ABS | 1929 ¹⁴ | 1964 ¹⁵ | En 1971 la Chrysler, avec Bendix, introduit le premier modèle dans sa <i>Imperial</i> . |
| Mémoire Dynamique | 1966 ¹⁶ | 1969 | Intel produit la première puce pour Honeywell en 1969 |
| LCD ¹⁷ | 1936 ¹⁸ | 1970 ¹⁹ | Brown Boveri & Cie produisent les premiers écrans pour montres en 1970. |
| Microprocesseur | 1970 | 1970 | 4-bit TMS 1000, Intel 4004 ²⁰ , Garrett AiResearch's Central Air Data Computer (CADC) 20 bit. |
| Imprimante laser | 1969 | 1971 | Xerox 1969. |
| TAC (Tomographie numérique) | 1930 ²¹ | 1972 ²² | |
| Disque Dur "Winchester" | 1973 | 1973 | IBM 3340 "Winchester" disk drive. |
| Air Bag | 1952 ²³ | 1974 | Chrysler 1967. En 1974 General Motors le diffuse aux États Unis. |
| CCD | 1969 | 1974 | Premier CCD développé chez Fairchild en 1973 |
| Magnéto-encéphalographie (MEG) | 1968 | 1975-1980 | Utilise le SQUID, inventé en 1965 |
| Système d'exploitations prehemptive | 1969 | 1975 | Unix V, 1969, première moitié des années 1970. BSD 1977. Systèmes IBM 360 1964, SE MVS 1978. |
| Fax ²⁴ | 1970 | 1975 | Environ 1975 la Exxon vend le Quip, le premier télécopieur commercial |

8 Igor Jevgenijevic Tamm et Andreij Sacharov

9 Alfred Büchi, Suisse.

10 La première Centrale électrique nucléaire est en URSS, à Obninsk, 5 Mwatt.

11 Douglas H. Ring e W. Rae Young, Bell Labs, décembre 1947.

12 MTA (Mobile Telephone system A), Ericsson, Suède.

13 Christian Friedrich Schönbein publie en 1839 un papier sur le "Philosophical Magazine"

14 Gabriel Voisin, pour les avions. Dès 1950 le Maxaret de Dunlop, toujours pour les avions, aujourd'hui utilisé encore.

15 Adopté par Austin en 1980.

16 Robert Dennard al *IBM Thomas J. Watson Research Center*. U.S. patent number 3.387.286

17 En 1888 Friedrich Reinitzer découvre les cristaux liquides.

18 La *Marconi Wireless Telegraph company* brevète la *Liquid Crystal Light Valve* en 1936.

19 4 décembre 1970, Hoffmann-LaRoche brevets en Suisse le "twisted nematic field effect in liquid crystals".

20 CPU à 740 kHz, grâce à Federico Faggin, qui venait de la SGS Fairchild italienne, et qui fondera après la ZiLOG.

21 La tomographie fut proposée en 1930 par le radiologue italien Alessandro Vallebona.

22 Le premier scanner fut inventé en 1969 par Sir Godfrey Newbold Hounsfield, EMI Central Research Laboratories. Allan McLeod Cormack della Tufts University, Massachusetts, USA, le rendit public au même temps en 1972. En 1979 les deux reçoivent son Nobel pour la médecine.

23 John W. Hetrick of Newport, Pennsylvania, brevète en 1953. Modèles de Air Bag pour avion datent dès 1940.

24 Le premier brevet en 1843 (Alexander Brain), la premier appareil commercial en 1861 (Panthelegraph de Giovanni Caselli) :

| | | | |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|--|
| Ordinateur personnel | 1968 ²⁵ | 1977 | 1977: Apple II, Tandy TRS-80 Model I, Commodore International PET 2001 |
| GPS | 1962 | 1978 | Utilisation civile à partir du 1994. |
| CD | 1977 | 1979 | En 1979 le consortium Sony-Philips. |
| Résonance magnétique (médecine) | 1970 ²⁶ | 1980 | En 1980 la FONAR de Raymond Vahan Damadian commercialise les premiers scanners. |
| Programmation à objets | 1971 | 1980 ²⁷ | Smalltalk, Alan Kay au <i>Xerox Palo Alto Research Center</i> (PARC) |
| Énergie des Marées | 1975 | 1980 | |
| Eolique | 1975 | 1980 | |
| Biogas | 1975 | 1980 | |
| Solaire photovoltaïque | 1975 | 1980 | |
| Solaire thermique | 1975 | 1980 | |
| HDTV | 1958 ²⁸ | 1981 | Démo au Japon d'un système 5:3 en 1969. Aux États Unis en 1981 toujours un 5:3. |
| TCP/IP | 1974 ²⁹ | 1983 | En 1983 ARPANET adopte TCP |
| Système d'exploitation à fenêtres. | 1973 ³⁰ | 1984 ³¹ | WIMP ("window, icon, menu, pointing device"), Merzouga Wilberts, Rank Xerox, 1980 |
| Touch screen | 1972 ³² | 1983 | Utilisé dans le Fairlight CMI (synthétiseur musical) et dans le petit ordinateur HP 130 en 1983. |
| Appareil photographique numérique. | 1975 ³³ | 1988 | 1988: Fuji DS-1P avec 16 MB de mémoire |
| Mémoire flash | 1984 | 1988 | Fujio Masuoka, Toshiba, 1984 |
| Internet | 1985 ³⁴ | 1988 | 1988: interconnexions NSFNET et MCI mail, puis OnTyme, Telemail and CompuServe |
| OLED | 1960 ³⁵ | 1990 ³⁶ | En 2000 Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid reçoivent leur Nobel. |
| Batterie au ions de lithium | 1970 ³⁷ | 1991 | Première commercialisation par Sony |
| GSM | 1982-1989 | 1991 | |
| WI-FI | 1985 ³⁸ | 1991 | Lucent et Agere Systems développent en 1991 le premier système pour NCR. |
| DSL-ADSL | 1985 ³⁹ | 1993 | Commercialisé par la Amati de Cioffi comme ADSL en 1993. |
| DVD ⁴⁰ | 1993 | 1993 | |

On s'aperçoit que à partir de la fin des années 1970 tout simplement on ne fait que du perfectionnement de technologies connues. D'importants progrès, entraînés par le passage de produits du marché professionnel au marché grand public ont lieux, mais fondamentalement dans l'industrialisation. Produits une fois réservés à des petits marchés hauts prix deviennent disponibles bon marché au grand public.

Avant cette transformation, le marché était, à tort ou à raison, considéré comme « stratifié » : on commençait par des petites quantités très chères, pour un public professionnel (entreprises, par exemple) et après, à fur et à mesure que le produit eut son succès, on passait à agresser des marchés plus vastes, à prix inférieures, jusqu'au marché de masse « bon marché ». L'industrialisation (le développement et le projet) étaient « par étapes ». C'est l'histoire par exemple du téléphone mobile.

Aujourd'hui les choses se portent différemment. Les seuils de dimension considéré acceptable pour un « business plan » sont gigantesques. Un projet graduel, de dimension initiales modeste a bien peu de chances de attirer les capitaux nécessaires. Dans le domaine des composant

<http://en.wikipedia.org/wiki/Pantelegraph>
<http://www.telephonecollecting.org/caselli.htm>)

25 Hewlett Packard 9100A

26 Lauterbur's et Mansfield obtiennent l'image du corps humain pour la première fois.

27 Smalltalk-80, avec "metaclasses", suivant le paradigme: "tout est un objet, sauf les variables".

28 Inventé en URSS pour utilisation militaire, avec 1 125 lignes, pour téléconférences entre Quartiers généraux.

29 RFC 675

30 Douglas Engelbart au Stanford Research Institute.

31 Le MacIntosh a été le premier ordinateur pour table qui utilisait les métaphores WIMP.

32 Bent Stumpe au CERN.

33 Steve Sasson chez Eastman Kodak

34 En 1985 National Science Foundation adopte DARPA TCP, en s'unifiant avec le réseau ARPANET.

35 Bernanose avait déjà expérimenté en 1950. En 1960 la Dow Chemical développe des cellules électroluminescentes avec anthracène dopé.

36 Burroughs et al. produisent un polymère à haut efficacité (*Nature*)

37 M.S. Whittingham, Exxon.

38 En 1980 Michael Marcus de la FCC propose le premier standard pour le *spread spectrum*.

39 Joseph Lechleider, à la Bellcore. Deviendra après le ISDN

40 En réalité, seulement un perfectionnement du CD

électroniques, par exemple, la technologie « pass-through » commence à disparaître, en faveur des technologies « surface mount », qui nécessitent d'abord d'investissements et de quantités importants.

L'industrie, progressivement dépourvue donc de ces phases graduelles initiales, se réduit aujourd'hui apparemment à utiliser les résultats de la précédente époque, celle antérieure à la fin des années 1970, se limitant à développer le marché grand public. Il n'y a apparemment aucune « pépinière » dans laquelle choisir des développements futurs. Plusieurs annonces ont eu lieu dans les dernières années, mais ils ont abouti en bulles de bourse, comme le cas des biotechnologies. On a l'impression qu'il soit la même chose qui est en train de se passer avec les nanotechnologies, dont maintes annonces n'ont abouti à aucun résultat.

Conclusions

La fin des années 1970 est le lieu temporel d'un multiforme changement global, dont on trouve maintes traces dans des différents domaines. C'est une sorte de « révolution silencieuse » dont la silhouette à mon avis n'est pas encore complètement claire, mais dont on commence à observer les conséquences au niveau global.

Une de ces conséquences est le ralentissement, voire la chute des investissements dans la recherche industrielle, aujourd'hui éclipsée par le développement surtout commerciale. C'est un phénomène dont est facile de ne pas s'apercevoir, car il est caché par des changements lexicaux, comme le remplacement de l'expression « nouvelles technologies » avec « innovation », et du fait que la plupart des gens n'ont aucune connaissance directe du panorama technologique avant qu'il devienne un phénomène médiatique, de masse. C'est donc facile de présenter – sans explicitement le dire – chaque « innovation » comme s'il eût été « inventé » sur le moment.

Le « grand public » a donc l'impression de vivre dans un monde en plein et rapide développement technologique, tandis qu'on ne fait que de réutiliser des technologies très anciennes.

Présenté à la journée « Les déboires de la finance: mathématiques et innovation technique », CREA, Polytechnique, Paris, le 5 Avril 2012.