

La révolution technologique  
reste devant nous !

L'innovation :  
*le défi*  
*de la société de l'information*

---





Jean-Pierre  
Corniou  
Président

## Edito

Depuis 2001, le Conseil d'Administration du CIGREF a engagé une réflexion de fond autour d'un axe fondateur essentiel de notre association : **la création de valeur par les systèmes d'information.**

Après les années d'effervescence de la « nouvelle économie », portées par l'irrationalité de la bulle financière, où toute stratégie pouvait se résumer, si l'on écoutait imprudemment certains, à « achetez et vous verrez », la crise permet de faire le point et de donner la priorité à l'intégration, la consolidation et la fiabilité de l'existant.

La stratégie CIGREF 2005, adoptée voici deux ans, a pris le parti de **rechercher la création de valeur dans l'usage** des technologies plus que dans la sophistication technique. C'est cela qui intéresse nos organisations, qu'elles soient publiques ou privées. Les technologies de l'information ouvrent des opportunités, et c'est l'innovation dans les organisations, les métiers voire les modèles stratégiques qui peut améliorer la compétitivité. L'innovation devient une fonction cœur de métier, depuis l'innovation au quotidien dans l'interface homme-machine jusqu'à la percée

stratégique, et le DSI y joue un rôle central.

Pour asseoir cette stratégie sur des références fiables, le conseil d'administration du Cigref s'est rapproché de la recherche mondiale en la matière. Cela lui a permis de comprendre les évolutions en cours et leur logique. Ce rapport permet d'enterrer définitivement le mythe de la « nouvelle économie » : depuis la première révolution industrielle, l'innovation suit son cours, par cycles qui voient alterner des phases d'exubérance financière irrationnelle et des phases de consolidation où la technologie est « digérée » par les organisations. C'est de ce travail exigeant que naît la valeur.

Nous vivons actuellement cette transition.

En se joignant aux grands courants de la recherche mondiale, CIGREF 2005 se propose d'apporter aux entreprises des outils opérationnels pour la gérer, tout en renforçant la capacité de l'association à être un partenaire pertinent, et donc efficace et exigeant, tant auprès des fournisseurs que des pouvoirs publics.

# Table des matières

Édito	3
Le Cigref	5
Avant-Propos	7
Les TIC contribuent à la croissance du PIB et de la productivité du travail	9
La « nouvelle économie », un phénomène ancien et récurrent	13
A qui vont les bénéfices ?	14
S'inscrire dans le temps long	19
Les cycles technologiques	20
Deux logiques conflictuelles : la finance et la production	26
L'oubli du temps long coûte cher : le cas de l'industrie des télécommunications	33
Révolution dans l'innovation ?	37
L'intensification de l'innovation	37
Crise de l'innovation chez les fournisseurs de TIC	39
L'usage comme validation de l'innovation	40
Où en sommes-nous et que faire ?	45
Rééquilibrer les relations fournisseurs-utilisateurs	47
Les politiques publiques sont la clé de la performance globale	49
Le soutien à la R&D	49
L'intelligence économique et stratégique	52
La politique d'équipement de l'administration en TIC	55
Le développement des SI dans l'administration	57
Développer l'éducation	58
La nécessaire recherche d'un nouveau consensus social	60
Les axes de la stratégie CIGREF 2005 : « Agir pour la société de l'information »	63
Les leviers non-technologiques de l'innovation : le programme de recherche MINE	65
Références bibliographiques	71
Tableau 1: les 5 cycles de Kondratiev (la première révolution industrielle intègre les cycles 1 et 2, la seconde les cycles 3 et 4, la troisième est ouverte par le 5° cycle)	74
Tableau 2 : Le management de l'innovation dans les économies du 4° et du 5° cycle	76

## Le Cigref

### Une finalité ambitieuse :

« Promouvoir l'usage des systèmes d'information comme facteur de création de valeur pour l'entreprise »

### Représentativité

- Association Loi 1901
- Créée en 1970
- 118 très grandes entreprises
- 90 % des entreprises du CAC 40 (hors fournisseurs)
- 120 000 professionnels de l'informatique et des télécommunications
- plus de 22 milliards d'euros de budget informatique et télécommunications
- le tiers du budget informatique et télécommunications de l'ensemble des entreprises françaises

### Finalité

Déjà affirmée par les administrateurs et approuvée par les membres en 1997, cette finalité a été reconduite en 2001 :

- les usages des systèmes d'information sont les vrais créateurs de valeur, à condition qu'ils soient basés sur la maîtrise des techniques et la recherche de la plus grande efficacité opérationnelle ;
- les utilisateurs des technologies de l'information et de la communication sont des acteurs à part entière de ce secteur ;
- la création de valeur est l'objectif de tout directeur des systèmes d'information.

### Objet social

Il se définit de la manière suivante :

L'association a pour mission de promouvoir l'usage des systèmes d'information comme facteur de création de valeur pour l'entreprise. Elle a pour objet de :

1. Rassembler les grandes entreprises utilisatrices de systèmes d'information.
2. Accompagner et valoriser les responsables de systèmes d'information dans l'exercice de leur métier.
3. Développer une vision à long terme de l'impact des systèmes et technologies de l'information sur l'entreprise, l'économie et la société.

### Un plan stratégique

Adopté en septembre 2001, le plan stratégique « Cigref 2005 » renouvelle notre ambition de servir au mieux cette finalité.

« Cigref 2005 » se situe à la fois dans le changement et dans la continuité de la stratégie à moyen et à long terme du Cigref, telle qu'elle est exprimée dans la charte et à travers les actions mises en œuvre.

« Cigref 2005 » renouvelle notre ambition de promouvoir l'usage des systèmes d'information comme facteur de création de valeur et de percées stratégiques pour les entreprises. À cette fin, nous visons à renforcer le leadership de

l'association par une démarche offensive et à améliorer nos performances en inscrivant le Cigref dans une dynamique d'innovation.

« Cigref 2005 », c'est innover pour être au plus près des besoins et des attentes de nos membres et leur apporter toujours plus de valeur ajoutée.

### Ouverture européenne

- Adhésion au Cigref ouverte aux grandes entreprises européennes
- Fondateur d'EuroCIO, événement annuel réservé aux DSI des grands groupes européens

### Dialogue et Partenariats

- Pouvoirs publics, agences publiques, autorités de régulation, Commission européenne,
- Grandes écoles, universités, centres de recherche, chercheurs, enseignants,
- Éditeurs, constructeurs, cabinets de conseil, SSII,
- Organismes de salons, de séminaires, médias,
- Organismes et syndicats professionnels,
- Organisations représentant les DSI dans les autres pays.

### Partage des idées

Le partage des idées, des pratiques et des expériences est un des fondements de notre association. « Cigref 2005 » met tout en œuvre pour que cette tradition se perpétue dans une atmosphère conviviale. Le partage est en effet notre « marque de fabrique » et représente un facteur clé de succès des activités et des publications de l'association. L'exigence de qualité est aujourd'hui un pré-requis pour tout professionnel du système d'information. « Cigref 2005 » fait sienne cette exigence. Développer, maintenir, gérer un système d'information est un métier que la plupart des professionnels considèrent, malgré ses contraintes, comme exaltant et source de plaisir. « Cigref 2005 » souhaite que cet aspect ne soit pas oublié.

## Des valeurs :

« **Indépendance, loyauté, partage, convivialité, exigence de qualité, imagination, réalisme, plaisir** »

**Cigref 2005 continue de défendre ces valeurs auxquelles les membres du Cigref sont très attachés.**

## Les 3 métiers du Cigref :

### · **L'appartenance**

Le Cigref est, en Europe, la seule structure fonctionnant sous le principe associatif à but non lucratif.

### · **L'influence**

Le Cigref entend jouer pleinement son rôle de représentant des entreprises utilisatrices face aux fournisseurs, auprès des pouvoirs publics et des institutions.

### · **L'intelligence**

Il s'agit de marier le partage d'expérience et la recherche.

## Implication des membres

Pour assurer la mise en œuvre de Cigref 2005 par et pour ses membres, le Cigref a constitué cinq comités de pilotage. Chaque comité de pilotage a en charge un domaine d'activité stratégique. Placés sous la responsabilité directe des administrateurs du Cigref, élus par leurs pairs, ces comités de pilotage regroupent tous les DSI intéressés par les domaines d'activité stratégique suivants :

- DSI, stratégie et métiers de l'entreprise
- Management de la DSI et de ses métiers
- Urbanisme, architectures et technologies
- Relations avec les fournisseurs et les autorités régulatrices
- Entreprise et société de l'information

## Trois pôles stratégiques

Le Pôle **Entreprises** reprend les actions les plus connues du Cigref actuel. Il est au service de tous les collaborateurs concernés par les évolutions et le fonctionnement du système d'information des entreprises membres. Ce sont en effet ces collaborateurs dans leur ensemble qui sont partie prenante de la maîtrise technique et de l'efficacité opérationnelle indispensables aux utilisateurs finaux. Ils sont les porteurs des expériences et des connaissances échangées au Cigref.

Le Pôle **DSI** se place au service des directeurs de systèmes d'information des entreprises membres, pour les accompagner dans la résolution de leurs problèmes et dans l'évolution de leur carrière professionnelle. Pour la décision stratégique, le DSI est en première ligne pour défendre la performance du système d'information. Il est le dernier rempart face au discours marketing grandiloquent de certains fournisseurs.

Le Pôle **Société** se veut porteur de réflexions et d'actions qui permettent

au Cigref d'accomplir au mieux ses missions auprès des entreprises et des DSI. Il traduit la volonté de « Cigref 2005 » de s'inscrire dans une compréhension globale de la dynamique des technologies de l'information et de la communication. En effet, il est impossible d'anticiper, de penser et de planifier l'évolution d'un système d'information et de son rôle sans intégrer les attentes, les obligations et les changements du corps social. Très directement par la législation et la réglementation, à long terme par les politiques d'éducation et de recherche, indirectement par les comportements, les idées dominantes et les aspirations, la société s'est immiscée dans le système d'information de l'entreprise. Il faut mieux comprendre le phénomène pour mieux le maîtriser.



Le Cigref, association de grandes entreprises, met gratuitement l'ensemble de ses travaux à la disposition de tous.

Document téléchargeable sur : [www.cigref.fr](http://www.cigref.fr)



**Jean-François Pépin**

Délégué Général  
jfp@cigref.fr

### Remerciements

La rédaction de ce document a été coordonnée par **Claude Rochet**, Professeur associé à l'Institut de Management Public d'Aix-Marseille III, Laboratoire de recherche en gestion, Université de Versailles St-Quentin en Yvelines et Conseiller scientifique du Cigref. Ce premier cahier a bénéficié des avis de **Michel Volle**, Président du Club des maîtres d'ouvrages des systèmes d'information et de **Serge Soudoplatoff**, animateur du club Gallée.

## Avant-propos

Les « Cahiers de Recherche du Cigref » présentent l'état des recherches impulsées dans le cadre du projet associatif « Cigref 2005 ». Ce dernier définit quatre objectifs stratégiques :

- 1 - Permettre à l'entreprise de faire les bons choix S.I. pour améliorer l'usage.
- 2 - Rééquilibrer les relations entre les entreprises utilisatrices et leurs fournisseurs.
- 3 - Etre alerté sur les risques et opportunités liés à l'usage des TIC.
- 4 - Permettre à l'entreprise d'être un acteur de la société de l'information.

Ces lignes force ont engendré le lancement en 2004 d'un programme de recherche dont le thème générique est « la création de valeur par le système d'information ».

Ce cahier introductif présente la synthèse de cette réflexion stratégique menée par le Conseil d'administration et l'équipe permanente du Cigref. Il précède la publication de trois ouvrages destinés, en septembre de chaque année, à rendre compte des travaux de recherche menés avec l'aide de trois jeunes doctorants sous contrat Cifre :

- **Valentin Bricoune** : METIERS ET USAGES DES TIC (MUSTIC) Dynamique de l'usage en contexte organisationnel

- **Hanène Jomaa** : VALORISATION DE L'USAGE DES TIC (VALUSTIC) Démarche d'évaluation de la contribution des TIC à la création de valeur pour l'entreprise

- **Rouba Taha** : MANAGEMENT DE L'INNOVATION ET STRATEGIE DES TIC (MISTIC) la stratégie et l'innovation

Ces programmes correspondent aux trois niveaux de création de valeur en fonction de l'intensité de l'innovation :

1 - Les usages permettent de comprendre et d'optimiser la trajectoire technologique de l'organisation en intégrant la technologie dans les modes opératoires.

2 - Dans les systèmes d'information, il s'agit de définir une métrique pour évaluer le projet au regard de leur contribution à la création de valeur pour l'entreprise.

3 - La stratégie globale de la firme doit reposer sur la compréhension, la définition et la gestion des ressources et des compétences dont elle dispose ou qu'elle peut acquérir pour construire des avantages concurrentiels grâce à l'innovation organisationnelle.

En publiant ce cahier introductif, le CIGREF, en sa qualité d'association d'Entreprises, contribue ainsi, de manière novatrice, à la réalisation de sa mission statutaire :  
« *Promouvoir l'usage des systèmes d'information comme facteur de création de valeur pour l'entreprise* ».





## Les TIC contribuent à la croissance du PIB et de la productivité du travail

Jusqu'en 1995, la thèse dominante était celle du "paradoxe de Solow" : *" On voit des ordinateurs partout, sauf dans les statistiques de la productivité "*. Les analyses de Robert Solow faisaient apparaître une corrélation inverse entre les investissements informatiques et la productivité du travail aux Etats-Unis entre 1973 et 1995. Des explications " techno-enthousiastes " ont attribué la reprise de la croissance de la productivité après 1995 à l'application massive d'Internet qui aurait fourni le "lien manquant" entre les investissements précédents.

La recherche a permis de clarifier ces phénomènes :

**1 - L'effet immédiat des TIC :** La reprise de la croissance de la productivité après 1995 est surtout due à la **baisse du prix des équipements** qui a accru le stock de capital informatique dans les secteurs utilisateurs et à la croissance de la productivité du travail dans les secteurs producteurs. Oliner et

Sichel (2000) ont montré que la croissance est due à la combinaison de la production d'ordinateurs (accroissement de l'intensité capitalistique, soit le capital disponible par travailleur) et de leur utilisation (accroissement de la productivité totale des facteurs<sup>1</sup>).

**L'impact des technologies de l'information (T.I) s'explique donc avant tout par un phénomène assez classique d'accroissement du capital disponible par travailleur.** Gordon (2001) s'est montré encore beaucoup plus sceptique en donnant plus de poids à des facteurs conjoncturels comme la baisse des taux d'intérêt et du chômage. Avec le recul, Gordon (2003), revient sur cette appréciation et considère que les facteurs conjoncturels ne comptent que pour une faible part pour la période 1995-2000 et que les gains de productivité sont attribuables à une véritable inversion de tendance. Les calculs de Oliner et Sichel reposaient sur une hypothèse implicite que le retour sur investissements en T.I est immédiat, ce qui est oublié l'effet retard entre les investissements et leur rentabilité, liés à l'apprentissage et à la transformation des organisations.

**2 - L'effet caché :** Le " paradoxe de Solow " reposait sur des données macro-économiques qui ne prenaient pas en compte la croissance des intangibles dans la production des

Pour l'année 1998  
aux Etats-Unis :

- Investissement matériel = 1,1%
  - Investissement logiciel = 1,4%
  - Création d'intangibles = 7,5%
- Soit un volume total d'investissements informatiques de 10% du PIB

*Yang et Brynjolfsson (2001)*

<sup>1</sup> Les facteurs de production sont le capital et le travail : l'accroissement de la quantité de capital accroît la capacité de production, mais l'essentiel de la croissance repose sur un facteur non-quantifiable, appelé " résidu " que Robert Solow avait identifié comme étant le progrès technique. C'est le progrès technique et l'utilisation de la technologie qui contribuent à l'accroissement de la productivité globale des facteurs (PGF), ou productivité multifactorielle

firmes réalisant des investissements informatiques. Une firme ne fait pas qu'acheter des ordinateurs mais engage également des coûts de restructuration de ses processus qui ne doivent pas être considérés comme des dépenses mais comme l'accroissement de leur capital intangible. Yang et Brynjolfsson (2001) ont montré qu'il existait un rapport de 1 à 10 entre les coûts d'achat de matériel et de logiciel et les dépenses induites par l'implantation (particulièrement avec le développement des ERP).

**3 - L'effet retard** : Cela étant, même en réintégrant la production de ces intangibles, le "paradoxe de Solow" ne disparaît pas complètement : ces investissements constituent la phase initiale d'un cycle de développement dont la productivité ne peut se mesurer que dans le moyen et long terme. Dans une étude sur 527 grandes firmes américaines de 1987 à 1994, Brynjolfsson (2002) montre que la **rentabilité des investissements informatiques est égale à leur coût à l'horizon d'un an**, à cinq fois leur coût après cinq ans et que la productivité multifactorielle, mesurée au niveau de la firme, croît avec le temps. La rentabilité des investissements est liée à d'autres investissements immatériels, dans

la réorganisation de la firme, l'acquisition ou la création d'intangibles qui sont de l'ordre du moyen terme.

Après l'explosion de la bulle financière (2000-2002), **les investissements informatiques ont considérablement régressé**, mais la croissance de **la productivité du travail s'est accélérée** (Gordon, 2003). L'effet caché de l'investissement dans les intangibles se combine avec un effet-retard qui est le temps nécessaire à l'apprentissage de la technologie et à son intégration par la transformation des organisations (Gordon, 2003).

Nonobstant ces interrogations sur la mesure de la rentabilité, on peut aujourd'hui soutenir que les TIC contribuent tant à la croissance du PIB qu'à l'accroissement de la productivité du travail.

**Quels sont les leviers de création de valeur par les TIC ?** C'est la Finlande qui est en tête pour la croissance de la productivité du travail, grâce à un fort secteur de production de TIC. Les Etats-Unis, premier producteur mondial de TIC, sont en tête pour la croissance du PIB et pour l'utilisation des technologies de l'information (Van Ark, 2001). Selon l'OCDE (Information Technology Outlook, 2002), la possession d'un grand secteur de production de TIC n'est plus corrélée avec une forte contribution des TIC à la croissance, comme le montre les cas de l'Irlande et de la Finlande qui, en s'étant concentrés sur un secteur particulier de TIC, en tirent le plus grand profit, ou de l'Australie qui n'a pas de secteur de production de TIC, tandis que des pays producteurs de TIC comme le Japon ont connu une faible

L'effet retard aux Etats-Unis	2000	2002	2003
Investissements en TI, équipements (ordinateurs et télécommunications) et logiciels, en % du PIB	4,55	3,83	3,94
Croissance de la productivité du travail, en % annuels	2,45	4	5,7

Sources: Gordon, 2003

croissance dans les années 1990. En pratique, si l'existence d'un secteur producteur de TIC favorise le développement des qualifications nécessaires à leur utilisation et crée un effet d'entraînement de type Silicon Valley, c'est l'investissement dans l'utilisation qui est créateur de valeur.

À court terme, il y a les doués pour l'innovation qui savent rapidement tirer partie de la technologie et les moins doués qui investissent par suivisme ou par effet de mode sans créer de valeur<sup>2</sup>. La performance par l'innovation repose donc essentiellement sur **des leviers non-technologiques**.

Tim Bresnahan met l'accent sur l'importance de **la co-invention**<sup>3</sup> réalisée par les acheteurs de T.I (2002). Elle comprend la co-invention technique, soit la programmation nécessaire à l'adaptation d'une technologie au système d'information (S.I) de l'entreprise, la formation des utilisateurs, l'invention d'un objectif dès lors que les T.I

déplacent la frontière entre le possible et l'impossible dans la stratégie de la firme, et la transformation organisationnelle qui doit rendre effective cette stratégie.

Ces activités ont un coût très élevé, avant même que l'entreprise puisse envisager d'en tirer le moindre bénéfice. Y compris aux Etats-Unis, les utilisateurs effectuent 50 à 100% de plus d'inventions techniques (écritures de logiciels, principalement) que les producteurs de T.I. Cela ne veut pas dire que les producteurs de T.I inventent moins, mais qu'ils bénéficient d'un rendement d'échelle élevé, leurs inventions se diffusant à des millions d'acheteurs, tandis que le coût de la co-invention doit être amorti au niveau de la firme. Il faut y ajouter, dans les mêmes proportions, le coût de la co-invention des aspects non-techniques liés à l'usage. Au total, **l'acheteur de T.I supporte des coûts de co-invention trois fois plus élevés que le producteur de T.I.**

---

<sup>2</sup> D'où la faible pertinence des statistiques macro-économiques en début de cycle technologique : Au début du XIXème siècle, lorsque la France s'industrialisait, les statisticiens ont publié des monographies et non des statistiques (Volle & alii, 1971).

<sup>3</sup> Le processus de co-invention concerne les producteurs de logiciels et les fournisseurs de service et peu les producteurs de matériel. Compte tenu des coûts d'investissements pour constituer un secteur producteur, (une usine de semi-conducteur coûtait 100 milliards de dollars en 1980 contre 1,2 aujourd'hui), ceux-ci constituent de puissantes barrières à l'entrée. Si la création de valeur était plus liée aux matériels qu'à l'invention de l'usage, l'enjeu de l'innovation par les T.I serait considérablement moindre et peu de nature à induire une révolution technologique.



## La « nouvelle économie », un phénomène ancien et récurrent

Le World Economic Outlook 2001 du FMI met en relief des similarités avec les révolutions technologiques précédentes :

1. Les nouvelles technologies ont un effet immédiat en accroissant l'intensité capitaliste dans les secteurs investisseurs, mais les **bénéfices durables proviennent de la réorganisation** à long terme des processus de production.

2. Les gains initiaux sont localisés dans les pays industrialisés et leur extension est liée à celle de la technologie. Même s'il semble que les TIC puissent se répandre plus vite que le chemin de fer (la première voie ferrée Liverpool Manchester a été ouverte en 1830 tandis que l'usage généralisé du chemin de fer attendra 1920), elles restent tributaires de l'extension de la précédente vague technologique, celle du téléphone.

3. Les bénéfices ont été transférés aux utilisateurs par la baisse des prix des produits dont les industries sont impactées par ces nouvelles technologies. L'industrie textile anglaise a vu les termes de l'échange se dégrader avec le développement du chemin de fer. Ce n'est que lorsque les technologies ont permis de réorganiser la production que les termes de l'échange de l'industrie britannique ont pu se redresser.

4. Les révolutions technologiques ont mené à des phénomènes spéculatifs sur les marchés financiers : il y a eu en Angleterre un "railroad boom" dans les années

1850 comme il y a eu aux Etats-Unis un "IT boom" dans les années 1990. L'éclatement de la bulle spéculative de la "nouvelle économie du chemin de fer" n'a pas entraîné de récession de grande ampleur mais une consolidation en profondeur de l'industrie.

Il y a toutefois deux spécificités majeures aux technologies de l'information:

1. La baisse rapide des prix relatifs des TI, associée à la Loi de Moore, n'a pas d'équivalents dans les révolutions technologiques précédentes, ce qui contribue à une diffusion plus rapide de la technologie et de ses effets. Cette combinaison est originale: si le prix hédonique (prix de la technologie rapportée à la valeur de l'avantage qu'elle procure) du chemin de fer baissait par rapport aux autres modes de transport, le chemin de fer était en lui-même plus cher que les anciens modes de transport, alors que le coût du bit d'information transportée est aujourd'hui considérablement plus faible que dans tout autre mode antérieur. Mais il faut sans doute introduire ici une différence majeure entre le monde développé et les pays en développement en ce qui concerne Internet: la rapide expansion d'Internet s'est faite par l'infrastructure préexistante du réseau téléphonique, née de la précédente vague technologique. Or, l'accès au téléphone reste l'exception en dehors des pays de l'OCDE et un tiers de l'humanité n'a pas accès à l'électricité.

2. L'impact des TI sur les produits est beaucoup plus global: une technologie de l'information n'a pas de valeur en soi (en se substituant à une énergie existante) et n'a pas d'utilité directe comme en ont eu la vapeur, le rail ou l'électricité.

C'est la combinaison de technologies dans la conception des produits qui fait leur valeur. Alors que le prix des technologies baisse, la valeur des produits provient de ce qu'ils résultent d'une architecture technologique.

## A qui vont les bénéfices ?

Dans une mutation technologique, les bénéfices se répartissent entre les producteurs, via de meilleurs profits, les salariés, par de meilleurs salaires et les consommateurs, qui voient apparaître une offre nouvelle à des prix en baisse.

Pour le cinquième cycle technologique, **les bénéfices sont plus allés aux utilisateurs de TIC qu'aux producteurs.** Ce phénomène, identique aux précédents cycles, (les gains de productivité de l'industrie textile britannique ont été, pour partie, exportés via la dégradation des termes de l'échange), est accru par la baisse du prix de la technologie et l'importance des externalités<sup>4</sup> liée au poids des co-inventions dans le développement des T.I. Ainsi, les pays qui tirent les meilleurs profits des TIC sont ceux qui ont un secteur producteur ciblé - qui permet d'éviter les coûts d'investissements considérables de constitution d'un grand secteur producteur - comme l'Irlande et la Finlande, tandis que les Etats-Unis, premier producteur, tirent l'essentiel de leur avantage de l'utilisation des technologies, plus que de leur production.

La raison en est que, au fur et à mesure que les T.I deviennent des technologies génériques, **les pays producteurs exportent la technologie à des prix en baisse continue** pour importer des produits à valeur ajoutée. L'avantage des Etats-Unis, qui jouissent d'un marché domestique important qui les met en partie à l'abri de la dégradation des termes de l'échange, n'en est que renforcé.

Le bénéfice des utilisateurs est accru par le fait que **la diminution des prix hédoniques de la technologie crée un surplus social en leur faveur.** Ce surplus est fonction non seulement du niveau de la dépense en TI mais aussi de leur nature, le prix des équipements en traitement de données baissant plus vite que ceux des logiciels ou des télécoms.

Sauf dans le cas des Etats-Unis, qui, cumulant gros niveaux d'investissements, marché domestique et intensité d'utilisation des technologies, sont en tête pour le surplus social, pour les pays qui les suivent (Singapour, Nouvelle-Zélande, Australie, Royaume-Uni), il n'y a pas de corrélation automatique entre l'importance du

---

<sup>4</sup> Les externalités sont toutes les situations où les activités d'acteurs influencent les activités d'autres acteurs, sans qu'il y ait échange entre eux. Elles constituent donc un bénéfice social qui n'est appropriable par aucun d'entre eux.

surplus social et la performance de l'économie, notamment pour le Royaume-Uni, où la productivité reste faible et la croissance de la productivité totale des facteurs négative.

**Mais il y a surtout une corrélation négative entre surplus social et profitabilité des firmes.** Les gains de productivité partant en surplus social ne se retrouvent pas dans les profits des firmes tout en contribuant à démontrer l'efficacité de l'innovation.

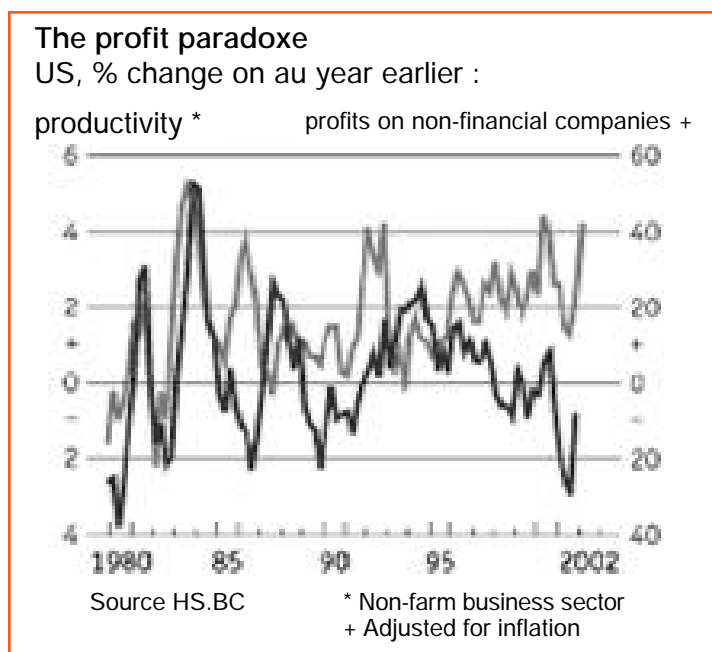
Brown et Goolsbee (2000) ont analysé le développement du marché en ligne de l'assurance vie aux Etats-Unis de 1995 à 2000, qui représente un marché annuel de 2200 milliards de dollars. De 1995 à 1997, l'analyse des données empiriques, une fois réduites les autres causes de baisse des prix comme la variation de la mortalité, fait apparaître une baisse des prix de 8 à 15%, ce qui représente un surplus

social de 215 millions de dollars annuels.

Les salariés porteurs des nouvelles compétences sont également, mais dans une moindre mesure, bénéficiaires de l'innovation. Mais cet avantage s'érode rapidement une fois la bulle spéculative éclatée et revenues les tensions sur la profitabilité.

L'explication repose sur une dynamique bien précise : Lorsqu'une entreprise innove, que ce soit par un produit ou une nouvelle technique de production, elle bénéficie d'un avantage concurrentiel (monopole du produit dans le premier cas, baisse du coût de production dans le second) qui lui permet de dégager un profit supérieur à la norme qui prévaut dans son secteur d'activité, ce qui provoque une hausse du cours de ses actions. Cet avantage ne dure cependant que quelques mois parce que bientôt le nouveau produit ou la nouvelle technique sont copiés par les concurrents. Alors le profit revient au niveau normal : ce sont les consommateurs qui, en définitive, bénéficient du surplus apporté par l'innovation. L'entreprise est incitée à innover de nouveau pour se créer une nouvelle occasion de « profit extra », et le cycle recommence.

Si l'on ignorait cette dynamique, l'innovation ne serait que déstabilisante et douloureuse pour l'entreprise et le risque d'échec élevé. C'est pourquoi Xerox a longtemps refusé l'imprimante à laser qu'avaient mise au point ses chercheurs du PARC, et pourquoi les opérateurs télécoms ont longtemps refusé le téléphone mobile qui est aujourd'hui leur produit le plus profitable<sup>5</sup>.



<sup>5</sup> Michel Volle propose une modélisation mathématique de cette dynamique sur : <http://www.volle.com/travaux/valeur.htm>.

Ce sont en fait les coûts de co-invention qui sont le frein le plus important à l'adoption d'une nouvelle technologie : l'effet d'expérience diminue le coût de co-invention tandis qu'elle révèle des capacités sous-jacentes du capital technique installé. Les firmes adoptent une nouvelle technologie non en fonction du bénéfice qu'elles en escomptent mais en fonction du coût de co-invention qu'elles vont devoir supporter (Bresnahan, 2002). Cette question de la profitabilité est cruciale: Freeman et Louça montrent que les cycles d'innovation technologiques ne se traduisent pas systématiquement par une disparition des firmes incarnant la vague technologique précédente. Ils constatent que les grandes firmes établies parviennent, sur le temps long, à échapper au phénomène de dépendance de sentier, généralement par l'importance de leur capacité en R&D et à intégrer les innovations pour lesquelles les start-ups ont servi d'incubateurs.

Ils remarquent en outre que les innovations attendues du mouvement de dérégulation des compagnies de télécommunication aux Etats-Unis ne sont pas venues du démantèlement des monopoles, mais de la combinaison télécoms - ordinateurs avec l'apparition d'Internet. Les nouveaux entrants ne survivent que s'ils acquièrent une dimension oligopolistique permettant de constituer des barrières à l'entrée comme il en existe dans l'industrie du microprocesseur dont les coûts d'investissements sont gigantesques. Philippe Aghion (2002) calcule qu'il existe un niveau de monopole optimal qui stimule l'innovation, compte tenu du fait que le rendement social des T.I est supérieur au rendement privé. Ce niveau peut être déterminé par

une courbe en U inversé où l'accroissement de la concurrence stimule l'innovation si la firme est dans une position monopolistique, mais où trop de concurrence va diminuer le rendement privé au profit du rendement social et donc diminuer l'incitation à innover. La situation de duopole permet ainsi de parvenir à cet optimum : dans le domaine des simulateurs de vols, il n'y a que deux acteurs : le Français Thalès et le Canadien CAE. La compétition pour l'innovation est intense, souligne Denis Ranque, Président de Thalès.

Mais dans les deux cas, que ce soit pour un IBM devenu brillant second ou un Microsoft, les besoins financiers sont considérables. Les entreprises de la précédente vague technologique doivent reconfigurer leurs processus et renouveler leurs équipements tandis que les nouvelles doivent investir pour constituer leurs barrières à l'entrée.

Pendant la bulle spéculative, ce principe essentiel d'équilibre a pu sembler oublié. Son éclatement, et le passage d'une logique financière à une logique de production, ne laisse survivre que les firmes dont la profitabilité peut être durable.

Freeman et Louça font également le lien entre le taux de profit des firmes et les cycles technologiques en remarquant qu'il a été maximum aux Etats-Unis pendant la période 1956-1965, soit l'apogée du cycle de la production de masse. À partir de cette date, l'économie américaine et les économies occidentales fondées sur la production de masse vont commencer à être concurrencées par les nouveaux entrants comme le Japon qui vont introduire la production au plus juste. On se



souvent des rapports du MIT à la fin des années 1980 (*Made in America, The Machine that Changed The World*) qui faisaient le procès de l'incapacité des firmes américaines à faire évoluer leurs modes de production hors des schémas établis du cycle de la production de masse qui lui avaient permis de rattraper l'Angleterre au début du XX<sup>ème</sup> siècle. Mais Ronald Reagan avait entre-temps déclaré la guerre aux étoiles et donné aux Etats-Unis une maîtrise décisive sur les nouvelles technologies.

Toujours est-il que le taux de profit actuel moyen des firmes américaines est, soulignent Freeman et Louça, de l'ordre de la moitié de ce qu'il était en 1948. Cette tension entre faible rentabilité et gros besoins d'investissements pour financer l'essor des nouvelles technologies a alimenté la naissance de la bulle spéculative Internet, tant la soif de rentabilité des capitaux était forte.

Cette situation met plusieurs points à l'ordre du jour :

a) **La rentabilité des investissements informatiques doit être un objet de préoccupation majeur** : il n'y a plus aucun profit automatique à en attendre, c'est un processus lent qui passe par la reconfiguration des processus de production sinon des métiers et des modèles d'activité. Cela veut dire connaître la fonction de coût de l'informatique, or peu d'entreprises savent mesurer le service rendu, et, fascinées par la dramaturgie des « projets », sont aveugles aux coûts de maintenance, de support aux utilisateurs, etc. Mais en tout état de cause, **le rendement de l'informatique ne se lit pas dans les comptes d'exploitation mais**

**dans les fruits de l'innovation** et son impact sur la productivité finale, et le phénomène est globalement le même depuis la première révolution industrielle. Tim Bresnahan<sup>6</sup> (2002) parle à juste titre de coûts de co-invention et non d'innovation. **La rentabilité ne vient que plusieurs années après** quand l'invention technique a trouvé son objectif et est devenue une innovation. La création de valeur par les T.I à la fin des années 1990 ne provenait pas des investissements dans les dernières générations de T.I mais des améliorations par co-inventions apportées au capital technique installé dans les années précédentes.

b) Au-delà de l'impact des technologies sur la productivité, il faut voir comment elles deviennent un **levier d'innovation** pour construire **un nouvel avantage concurrentiel**. La recherche montre que ces leviers sont principalement **non technologiques** : c'est la capacité des firmes à apprendre et à inventer de nouvelles stratégies organisationnelles et concurrentielles qui fait la différence.

c) **Le rôle des politiques publiques est essentiel**, qu'il s'agisse du financement de la recherche fondamentale - de manière directe ou indirecte via les budgets militaires - de la création du cadre institutionnel propre au développement des systèmes nationaux d'innovation, de la formation, de la gestion des infrastructures de télécommunications, ou encore de la politique de propriété intellectuelle. La gestion de la concurrence et de l'ouverture des marchés est un facteur important de soutien à l'innovation. Un monopole public ou une politique protectionniste

---

<sup>6</sup> Directeur de l'institut de recherche en politique économique de Stanford

peuvent permettre de financer le démarrage d'une nouvelle industrie. Un degré de concurrence sera nécessaire pour stimuler la poursuite de l'innovation, mais **trop de concurrence tue aussi sûrement l'innovation que pas de concurrence du tout**. Dès lors que le rendement social de l'innovation par les T.I est considérablement plus élevé que son rendement privé, le cercle vertueux de l'innovation peut s'arrêter si sa rentabilité micro-économique diminue. Un économiste aussi peu suspect de goût pour l'interventionnisme étatique que Robert Solow (2002) n'hésite pas à déclarer « il est bon d'autoriser un certain niveau de monopole pour accroître l'innovation »<sup>7</sup>

d) Dans un contexte de gros investissements à profitabilité faible, du moins à court terme, **la question du partage des profits entre les salaires et le capital va être également essentielle**, d'autant plus que le processus d'ajustement de l'appareil de production aux nouvelles technologies requiert un **consensus social** et une **stabilité dans l'emploi** qui puisse favoriser l'apprentissage par la réalisation et la capitalisation du savoir dans une entreprise qui décentralise la décision et la responsabilité. Or, le bilan du processus de « destruction créatrice » décrit par Schumpeter (1942), s'est soldé, pour les années 1990, par une **augmentation du chômage**,

même si l'impact des T.I est à moyen terme favorable à l'emploi (Amable, 2002). **Une concurrence accrue augmente le chômage et en même temps diminue l'incitation à innover**, et donc à créer les nouveaux emplois. Le mythe de la « nouvelle économie », qui a sanctifié le modèle américain comme seule clé du succès macro-économique, coûte cher : le marché américain repose sur un arrangement institutionnel où il y a à la fois concurrence sur le marché des biens et protection de l'emploi national. Bruno Amable (2004) souligne l'incohérence des politiques européennes de la zone euro qui conjugue libre concurrence non régulée sur le marché des biens et disparition de la protection de l'emploi national.

e) Si les politiques nationales, en raison du rôle clé des systèmes nationaux d'innovation, sont au centre du processus d'intégration des technologies, il faut prendre en compte **l'interconnexion des économies et des cycles d'affaires** et donc le rôle de régulation des institutions internationales comme le FMI et la Banque mondiale, dans un système mondial dominé économiquement et politiquement par les Etats-Unis. Les critiques d'un Joseph Stiglitz sur le fonctionnement de ces institutions qui appliquent de manière dogmatique et bureaucratique le principe de libération des échanges et de libre circulation des capitaux, en ignorant la dynamique subtile

---

<sup>7</sup> On peut ici se rappeler la défense des monopoles par Schumpeter, comme condition de l'innovation que la concurrence parfaite ne peut apporter : « certains avantages, sans être absolument hors de la portée des entreprises opérant au niveau concurrentiel, ne sont effectivement garantis qu'à celles évoluant au niveau monopolistique, quand, par exemple, la monopolisation élargit la zone d'influence des meilleures têtes en réduisant celle des médiocres, ou parce que le monopole jouit d'un prestige financier infiniment plus grand. Or, toutes les fois qu'il en va ainsi, la formule « prix de monopole plus élevés, production plus faible » cesse d'être vraie » Capitalisme, socialisme et démocratie, Chap. 8 (1942)

entre économies nationales et économie mondiale, dynamique du marché et rôle des politiques publiques, sont ici une source fondamentale de réflexion.

Mais avant de revenir sur ces points, il est important de comprendre la dynamique réelle, la logique et les récurrences des cycles technologiques depuis la première révolution industrielle.

## S'inscrire dans le temps long

L'avènement d'Internet ne bouleverse pas le cours et la logique de l'histoire. Celle-ci doit se comprendre comme un **processus de transformation et d'adaptation des systèmes techniques et des sociétés** sous l'effet d'un intrant clé produit par une innovation<sup>8</sup> technologique. Comme l'a montré Joseph Schumpeter, dans l'économie capitaliste l'innovation se diffuse par grappes où les innovations technologiques se combinent entre elles pour aboutir à une transformation globale de l'économie.

Mais si ce futur est **prédictible**, la manière dont il adviendra et le chemin qu'il empruntera ne sont pas **prévisibles**. Cela dépend de la disponibilité, à un moment et un lieu donné, de matériaux, de compétences, d'infrastructures, de sources d'énergie, d'un contexte culturel favorable. La recherche contemporaine, sous l'impulsion du Prix Nobel Douglass North, accorde une importance de plus en plus essentielle aux **institutions**, qui sont les contraintes formelles (lois et mécanismes de régulation) et informelles (culture, standards sociaux...) d'une société.

**Pourquoi la première révolution industrielle est-elle apparue en Angleterre et pas ailleurs ?** En 1750, l'essentiel des découvertes technologiques avaient eu lieu en Chine. Mais il n'y a eu en Chine aucun processus semblable à la Renaissance ou la Réforme qui lui a permis de sortir de la féodalité et de développer des institutions adaptées au développement du capitalisme<sup>9</sup>. Les plus grandes innovations du temps (hauts-fourneaux, techniques d'extraction minière, de tissage et de travail du verre) n'ont pas eu lieu en Angleterre mais y ont été importées d'Allemagne, des Pays-Bas, de France ou d'Italie. Les conditions techniques, économiques et intellectuelles étaient réunies au XVII<sup>e</sup> siècle pour que la révolution industrielle apparaisse autour de Milan. Mais il lui manquait l'accès aux marchés extérieurs, la place étant prise par Venise et Gênes (Braudel, 1979). L'Angleterre réunira toutes ces conditions, montrant qu'une révolution industrielle ne peut survenir que comme **phénomène global où la technique est une condition nécessaire mais non suffisante**. La technique

---

<sup>8</sup> L'innovation est, selon Schumpeter, une invention technique qui a trouvé son marché. Il y a beaucoup plus d'inventions que d'innovations : si elles ne rencontrent pas les conditions économiques, sociales, institutionnelles favorables, elles tombent dans le vide. L'innovateur est un entrepreneur qui va savoir faire évoluer son environnement pour le rendre favorable à son innovation. L'exemple le plus parlant est l'automobile qui a créé l'environnement social et politique nécessaire à son développement.

<sup>9</sup> Sur la Chine et la technologie, on renverra le lecteur aux travaux monumentaux de Joseph Needham.

importée en Angleterre (la métallurgie d'Allemagne, le tissage de la soie de France, le travail du verre d'Italie...) y trouvera des conditions favorables comme le développement de la production agricole qui libère de la main d'œuvre et la croissance démographique qui stimule le marché intérieur qui, au XVII<sup>e</sup> siècle, ont été les déclencheurs fondamentaux de la révolution industrielle. Ce sont ces conditions qui, selon l'expression de Fernand Braudel, vont reculer "la frontière entre le possible et l'impossible" et permettre à la technologie de se développer.

De plus, la relation entre la découverte scientifique et l'innovation industrielle n'est pas linéaire mais interactive: ce sont les problèmes, généralement des pannes, provoqués par les premières tentatives d'application d'une technologie, qui stimulent l'étape suivante de recherche scientifique. Ce changement dans les systèmes techniques, qu'a bien décrit François Caron, est cumulatif et ne se déroule pas sur une ou quelques années mais sur des décennies.

### *Les cycles technologiques*

Joseph Schumpeter a montré que la croissance économique obéissait à un processus évolutionniste, selon les principes de la théorie de l'évolution dont Darwin a tracé les traits. L'histoire économique est principalement faite d'adaptation et de changements incrémentaux. Les changements de l'environnement, résultant généralement de l'activité humaine, mettent à terme le système en déséquilibre requérant sa mutation. La croissance économique est donc le produit d'une **succession de**

**déséquilibres**. Ce déséquilibre est généré par l'épuisement du modèle dominant et l'apparition de nouvelles possibilités qu'apporte la technologie.

Il n'y a évolution que si ces facteurs de changement exogènes sont mis à profit par des acteurs endogènes au système. Dans sa première œuvre de 1911, Schumpeter attribuait ce rôle à l'entrepreneur, qui est celui par lequel l'innovation arrive. Dans sa dernière œuvre de 1942, prenant acte de l'intégration de la fonction R&D par les grandes firmes, il faisait de la firme, comme système complexe, le moteur de l'innovation. Mais quoi qu'il en soit, c'est l'innovation qui est le moteur de la croissance économique. Celle-ci se déroule par cycles de conjonctures (business cycles) caractérisés par une phase montante et une phase déclinante, chaque cycle étant séparé par une crise.

Freeman et Louça (2000) ont repris comme clé d'analyse la notion de **cycles de Kondratiev** qui avait déjà inspiré les business cycles de Schumpeter. Nicolas Kondratiev<sup>10</sup>, économiste russe, a établi dans les années vingt que l'économie est un système vivant qui évolue selon un processus irréversible et par cycles. Ses travaux furent quelques peu sujets à caution compte tenu de leur accaparement par les marxistes qui voulurent y voir le prolongement des analyses de Marx sur les crises cycliques du capitalisme. Ce que montre Kondratiev, au contraire, c'est que, comme dans l'évolution de tout système vivant, les processus sont irréversibles et cycliques, donc on sait que cela va se passer mais cela ne se passera jamais de la même manière: **ils sont prédictibles et**

---

<sup>10</sup> Nicolas Kondratiev a été l'auteur du premier plan soviétique qui a inspiré la NEP. Après son abandon, il fut remercié par une première condamnation à huit ans de prison qui lui permirent toutefois de continuer son travail scientifique, puis disparut dans les camps dans les années 1930 dans des conditions inconnues.

**non prévisibles.** L'évolution n'est donc pas un processus déterministe et l'innovation reste une activité à risque.

En économie classique et néo-classique, l'entreprise est vue uniquement comme une fonction de production visant à maximiser son profit. Dans une conjoncture donnée, la stratégie d'entreprise se résume donc à faire le bon choix et le bon calcul. Richard Nelson<sup>11</sup> (2000) souligne combien l'économie néo-classique, dominante aux Etats-Unis et dans le monde développé depuis les années 1950, est hostile à l'entreprise. Pour elle, l'économie obéit à la loi de l'équilibre général formulée par Léon Walras et ses successeurs de l'école de Lausanne au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle<sup>12</sup>. Le problème est alors de laisser jouer le mécanisme des prix pour permettre aux allocations de ressources de se faire de manière optimale. Les firmes sont alors face à un nombre limité d'options et n'ont pas de difficultés à choisir la bonne puisque leur information est considérée comme parfaite et qu'elles n'obéissent qu'à la règle de maximisation du profit. Richard Nelson et les économistes évolutionnistes ont montré que tel n'était pas le cas dans la vraie vie : l'étendue des choix qui s'offre à l'entreprise est bien supérieure à sa capacité de compréhension et **l'innovation reste toujours une activité à risque**, ce qui est

précisément ce qui va faire la **différence entre les firmes.**

Le Prix Nobel Paul Romer (1992) donne l'exemple d'une usine textile qui met en œuvre 52 opérations, toutes interchangeables. Pour adapter sa technologie et trouver la séquence optimale, il a 52 ! soit 10<sup>68</sup> possibilités. La « bonne combinaison » est donc impossible à trouver si on la recherche selon le principe de l'optimum mathématique. Herbert Simon (1958) a montré que les acteurs économiques - dont les firmes - ont une « rationalité limitée » dans la compréhension de leur environnement. Aussi la recherche de solutions adéquates ne peut se faire que par formulations d'hypothèses heuristiques dans le cadre limité par la culture de l'ingénieur et de l'institution qui allaient permettre de rechercher par essais et erreurs une **solution acceptable**, sans que l'on puisse prouver que ce soit la « meilleure solution ».

**La propagation de l'innovation est un processus stochastique<sup>13</sup>** : un intrant (la nouvelle technologie) vient bouleverser l'équilibre du système qui va essayer une multitude de combinaisons de manière aléatoire (et donc accroître son désordre) tout en cherchant et sélectionnant les solutions les plus stables (créer un nouveau principe d'ordre). Ce sont les lois de l'évolution qui sont en œuvre, et les principes

<sup>11</sup> Professeur à l'Université de Columbia

<sup>12</sup> Schumpeter n'a pas remis en cause les travaux de Walras pour lesquels il a gardé une grande admiration. Il a montré que Walras était un économiste du statique alors que lui se situait comme un économiste de la dynamique qui sépare les phases de statique. L'économie n'est pas un état stable, mais une succession d'états stables séparés par des périodes de rupture qui sont liées aux phases d'innovation.

<sup>13</sup> Stochastique : capacité à atteindre un but par la génération aléatoire d'une multitude de possibilités. En pratique, il s'agit de plusieurs processus stochastiques convergents, car les conditions initiales ne sont pas stables, elles sont elles-mêmes modifiées par les impacts de l'intrant-clé. Une technologie va modifier des modes de production, d'organisation et de relations sociales, qui vont à leur tour créer - ou non - les conditions pour le développement de telle ou telle technologie.

## La « destruction créatrice », selon Schumpeter

« Ce processus de Destruction Créatrice constitue la donnée fondamentale du capitalisme : c'est en elle que consiste, en dernière analyse, le capitalisme et toute entreprise capitaliste doit, bon gré mal gré, s'y adapter. Or, la dite donnée affecte notre problème à un double point de vue.

En premier lieu, puisque nous avons affaire à un processus dont chaque élément ne révèle ses véritables caractéristiques et ses effets définitifs qu'à très long terme, il est vain d'essayer d'apprécier le rendement de ce système à un moment donné - mais on doit juger son rendement à travers le temps, tel qu'il se déroule sur des dizaines ou des centaines d'années. Un système - tout système, économique ou autre - qui, à tout instant considéré, exploite au maximum ses possibilités peut néanmoins, à la longue, être inférieur à un système qui n'atteint à aucun moment de résultat, un tel échec pouvant précisément conditionner le niveau ou l'élan de la performance à long terme.

En deuxième lieu, puisque nous avons affaire à un processus organique, l'analyse du fonctionnement d'un élément spécifique de l'organisme - par exemple, d'une entreprise ou branche distincte - est, certes, susceptible d'élucider certaines particularités du mécanisme, mais non de conduire à des conclusions plus générales. Chaque mouvement de la stratégie des affaires ne prend son véritable sens que par rapport à ce processus et en le replaçant dans la situation d'ensemble engendrée par lui. Il importe de reconnaître le rôle joué par un tel mouvement au sein de l'ouragan perpétuel de destruction créatrice - à défaut de quoi il deviendrait incompréhensible, tout comme si l'on acceptait l'hypothèse d'un calme perpétuel.

*Jospeh Schumpeter « Capitalisme, Socialisme et Démocratie » 1942, chap 7*

de sélection sont ceux qui garantiront au système technique sa stabilité et au système économique sa profitabilité : il s'agit non seulement de principes de robustesse technique, mais aussi de cohérence sociale et politique, car **les révolutions technologiques ne transforment pas seulement les processus de production mais l'ensemble des rapports sociaux.**

Ce processus stochastique n'est pas totalement aléatoire : il devient assez vite déterministe par un certain nombre d'options prises en amont qui sont d'ordre culturel et structurel. Paul David (1992) a étudié l'apparition du choix du clavier QWERTY qui est le résultat

d'arbitrages culturels étrangers à la technologie qui donnent **un produit dont la valeur est inférieure à l'optimum de Pareto.** Le processus se stabilise quand il parvient à un état de « lock-in » (verrouillage) qui le met à l'abri de la concurrence. Bill Gates est parfois surnommé « *The Lord of lock-in* » par ceux qui l'accusent d'avoir, par Windows et son alliance avec Intel, enfermé le PC dans une architecture sous-optimale.

**Le passé compte et va jouer un rôle déterminant,** à travers la culture des firmes, la nature du consensus social et politique des nations, la dynamique des institutions et les grandes traditions culturelles des nations et des civilisations, ce

qui peut expliquer le déplacement géographique des leaderships au fil des évolutions économiques. Au niveau des firmes, le programme MINE<sup>14</sup> étudie les « jeux d'innovation technologies afin de comprendre les stratégies émergentes pertinentes (voir plus loin). Au niveau des nations, Bruno Amable (2002) analyse six systèmes sociaux d'innovation et de production (SSIP), notion plus large que celle de système national d'innovation (SNI) qui englobe l'ensemble des arrangements institutionnels et les consensus sociaux. Cette diversité est compatible avec des taux de croissance comparable : la Suisse et les Etats-Unis ont suivi la même trajectoire de croissance entre 1870 et 1990, malgré de grandes différences d'arrangements institutionnels. On pourrait dire la même chose de la France et de l'Allemagne. Il n'y a pas, souligne Amable, un modèle unique de capitalisme, mais une

**diversité des capitalismes** qui est elle-même source d'avantages comparatifs institutionnels et de dynamisme de l'évolution. »

L'idéologie « nouvelle économie » des années 1990 a répandu l'idée qu'il n'y aurait, à l'ère des TIC, qu'un seul modèle performant, le modèle de marché américain. L'analyse montre au contraire que **l'histoire compte** et définit des dynamiques de développement dont on peut faire remonter l'origine à la fin de la guerre de 100 ans, quand l'Angleterre, selon l'expression de Fernand Braudel, « devint une île » après l'abandon de ses ambitions continentales et se lança dans l'aventure industrielle et commerciale sous l'impulsion du Roi Edouard VII, qui, élevé en Bourgogne, avait compris qu'il valait mieux exporter des produits manufacturés que des produits bruts, puis d'Elisabeth I. Le modèle de marché, construit par un interventionnisme énergique de l'Etat dont l'acte le plus spectaculaire a été l'abolition des lois sur le prix du blé en 1846, a assuré à l'Angleterre une suprématie mondiale jusqu'au début du XX<sup>ème</sup> siècle, où elle a été rattrapée par l'Allemagne, les Etats-Unis et la France par des voies totalement différentes.

Les cartes sont redistribuées par la catastrophe de la première guerre mondiale qui verra s'établir le leadership, jusqu'au aujourd'hui incontesté, des Etats-Unis. La productivité du travail est aujourd'hui plus élevée en France, en Italie, en Belgique qu'aux Etats-Unis (entre 106 et 108 pour un indice 100 aux Etats-Unis) et devenue particulièrement faible en Angleterre (indice 75).

#### Le temps long (le « trend ») et les cycles, vus par Fernand Braudel

« Peu perceptible dans l'instant mais allant son bonhomme de chemin, le trend est un processus cumulatif. Il s'ajoute à lui-même ; tout se passe comme s'il soulevait peu à peu la masse des prix et des activités économiques jusqu'au moment où, dans le sens inverse, avec la même obstination, il se met à travailler à leur baisse générale, imperceptible, lente, mais prolongée. Année après année, il compte à peine ; siècle après siècle, il s'avère un acteur important. Aussi bien si l'on essayait de mieux mesurer le trend séculaire (...) certaines explications pourraient se dégager à propos de ces courants économiques qui nous emportent, que nous subissons, aujourd'hui encore, sans que nous soyons capables ni de les comprendre très exactement, ni d'être certains des remèdes à leur appliquer ».

« *Civilisation matérielle, économie et capitalisme* », Armand Colin, 1974, T. III, p. 61

<sup>14</sup> MINE (Management of Innovation in the New Economy) programme mondial de recherche dirigé par Roger Miller, de l'Ecole Polytechnique de Montréal, auquel participe le Cigref.

Ce chiffre reflète une très grande diversité d'arrangements institutionnels et de SSIP<sup>15</sup>. Il est donc vain et contreproductif de chercher à imposer un modèle unique de développement. Il faut au contraire chercher à comprendre comment co-évoluent la technologie, la structure des firmes qui en intègre les possibilités et les institutions qui rendent tout cela possible.

Toujours dans le lyrisme de la « nouvelle économie », *The Economist* - qui s'est toujours montré prudent sur le sujet - titrait en 1999 « la fin des cycles de conjoncture » pour constater en 2002 qu'ils étaient toujours là ! L'entrée en crise en 2000 est l'occasion d'un retour au réel.

Schumpeter est décédé en 1950 et n'avait donc connu que trois cycles de conjoncture. Freeman et Louça identifient aujourd'hui cinq cycles de Kondratiev depuis la première révolution industrielle (tableau 1). Au-delà de la notion de révolution industrielle (charbon, électricité, information), celle de cycle, plus précise, fait apparaître une période de maturation de l'ordre de 45 à 50 ans et une période de déclin. Au total, le cycle dure plus de 100 ans.

Ces cycles ne sont pas totalement séquentiels : dans les pays leaders, il y a cohabitation des industries de l'ancien cycle et des activités naissantes du nouveau cycle. Il n'y a pas réinitialisation complète de l'économie à chaque cycle : la productivité de l'agriculture a été développée de manière considérable par le développement du machinisme, libérant en retour de la main-d'œuvre pour la croissance de l'industrie et

fournissant aux villes le moyen de se nourrir et donc de croître. Le processus de « destruction créatrice » décrit par Schumpeter n'entraîne pas forcément la disparition des industries anciennes - comme celle des fabricants de chandelles qui ont disparu avec l'apparition du gaz d'éclairage puis de l'électricité - mais celle des processus de production et de transport, des nouveaux types d'organisation industrielle et des marchés. Les industries du cycle précédent montrent au contraire une grande capacité à intégrer les nouvelles technologies, grâce à leurs capacités de R&D. Sidérurgie, automobile, mécanique se sont ainsi reconfigurées pour intégrer les potentialités du nouveau cycle.

De plus, ces cycles ne sont pas concomitants : la majorité de la population du globe n'a pas accès à ces acquis du troisième cycle - l'électricité - et du quatrième - le téléphone - sans lequel le cinquième cycle ne peut s'enclencher. Ces décalages font que les niveaux de développement entre pays - qui n'étaient pas très éloignés avant la première révolution industrielle - vont diverger fortement et les inégalités de développement s'accroître. Mais en même temps, ils s'ouvrent la voie à des stratégies de rattrapage dont une des plus spectaculaires a été celle du Japon au début du XX<sup>ème</sup> siècle et après 1945.

Le tableau 1 décrit l'enchaînement de ces cycles. On remarquera que le 5<sup>ème</sup> cycle n'est pas terminé. Il a pour point de départ l'invention de l'ordinateur (1945), qui devient vraiment une innovation génératrice

---

<sup>15</sup> Ainsi le chiffre de la productivité du travail en France traduit la « préférence pour le chômage » française depuis 1974 : peu travaillent mais travaillent beaucoup.



d'un nouveau cycle technologique avec l'invention du microprocesseur (1971) qui se déploie pleinement avec l'apparition du navigateur (1991) qui permet la généralisation d'Internet. Le déclin du 4<sup>ème</sup> cycle peut être daté de 1974, année de la crise pétrolière et date de l'inflexion de la part de l'emploi industriel dans l'emploi total.

Le traitement automatique des données sous architecture macro-ordinateur n'a pas changé grand-chose à l'organisation des firmes. Le développement de l'ordinateur personnel ne commence à avoir un réel impact que lorsqu'il se combine avec les télécommunications, d'abord par les réseaux interentreprises de type EDI puis surtout via Internet pour donner naissance à « l'informatique de communication ».

A la base d'un cycle de Kondratiev, il y a un **cycle de la technologie** qu'a mis en évidence Carlota Perez (2003), que l'on peut découper en **six étapes** :

1. **La phase d'invention**, qui voit la technologie passer du laboratoire au prototype et aux premières applications.
2. **Le passage de l'invention à l'innovation**, c'est-à-dire quand l'invention trouve son marché et fait preuve de sa viabilité commerciale, généralement dans un marché de niches.
3. **Le déploiement en tornade**, au-delà des marchés de niches, qui déclenche un mouvement d'ajustement structurel dans l'économie et des crises politiques liées aux nécessités de créer de nouvelles régulations.
4. **Une croissance continue**, quand le nouveau système (ou « nouveau paradigme techno-

économique » qui inclut technologie, nouvelle organisation de la firme et nouvel arrangement institutionnel) est largement accepté et se propage à l'ensemble des secteurs économiques. L'exemple type est la croissance des « trente glorieuses » dans les pays développés.

5. **L'essoufflement du système et l'érosion de la profitabilité** au fur et à mesure que les technologies établies sont menacées par de nouvelles : une nouvelle crise d'ajustement se fait jour.

6. **La maturité**, qui peut se traduire par une renaissance au contact des nouvelles technologies (les chemins de fer avec le TGV, l'automobile avec l'électronique embarquée et l'interface avec des systèmes de navigation), ou une disparition.

Les cycles de Kondratiev couvrent les étapes 2 à 5 (figure 1). L'étape 1 est celle de la R&D fondamentale, qui n'a pas d'effets économiques perceptibles mais peut être très longue, par exemple la recherche sur l'ordinateur quantique qui pourrait arriver en étape 2 quand le microprocesseur parviendra en étape 5 ou 6 avec l'arrivée à terme de la Loi de Moore, dont la limite physique se situe vers 2017.

Les étapes 2 et 3 (Perez, 2003) sont conduites par une **logique financière** avec des phénomènes spéculatifs marqués et des surinvestissements qui conduisent à une **période de crise** qui peut voir une redistribution des cartes entre les nations et qui mène à une **logique de production** qui dominera les phases 4 et 5 où le nouveau paradigme techno-économique arrive à maturité (figure 1).

Pour le 5<sup>ème</sup> cycle de Kondratiev,

celui de l'économie de l'information, les étapes 1 et 2 auront duré plus de 50 ans et ce n'est qu'à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle que l'on en a ressenti les effets macro-économiques de l'étape 3. Le « e-crash » de 2000 apparaît donc comme le **point d'inflexion** qui marque le passage de la logique financière qui a soutenu le foisonnement technologique, à la logique de production centrée sur le développement. On ne peut prédire ni la durée de cette crise ni son intensité.

### **Deux logiques conflictuelles : la finance et la production**

Chaque cycle a ses propres caractéristiques tout en ayant des traits communs, selon Carlota Perez :

a) On retrouve toujours un **intraitable** clé dont le prix baisse tellement (fer, charbon, pétrole, microprocesseur) qu'il permet d'entrer dans une vaste combinaison de facteurs dans tous les domaines de l'économie.

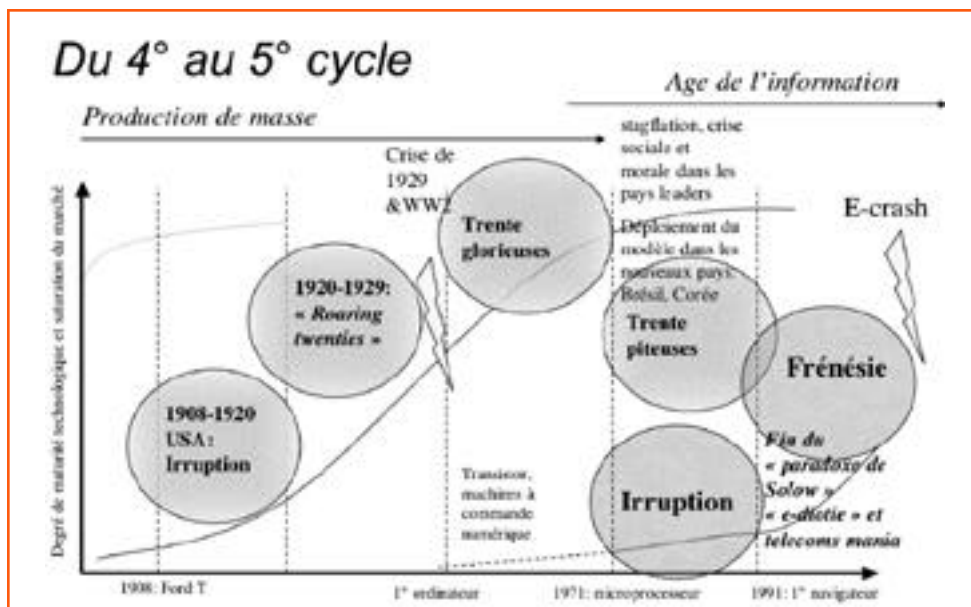
b) **Les industries productrices de ces intrants clés jouent un rôle moteur** pour de nouvelles industries puis pour l'économie tout entière. C'est une période de frénésie liée à une exubérance financière qui se termine par une crise. C'est l'époque des « manies » qui sont des objets de spéculation générés par le nouveau contexte : immobilier, actions... La plus ancienne de ces manies est celle des canaux qui a saisi l'Angleterre à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle et qui a débouché sur la crise du premier cycle. La plus récente est la manie des telecoms qui a mené au sur-investissement dans les infrastructures, ou « l'e-diotie » qui a entraîné la spéculation sur

les valeurs technologiques et l'effondrement boursier qui ouvre la crise du cinquième cycle dans laquelle nous sommes toujours.

c) Les transformations structurelles de l'industrie accompagnent la sortie de crise et le passage à une logique de production. Elles se traduisent par des **transformations organisationnelles** qui font apparaître un « **nouveau paradigme techno-économique** ». La notion de paradigme a été introduite par Thomas Kuhn à propos de l'évolution des idées dans les sciences : C'est une représentation du monde qui définit ce qui est « normal », ce à partir de quoi se prennent les décisions. Un paradigme comporte donc une bonne part de croyances. Le progrès des sciences ébranle ces croyances, mais cela prend du temps, car elles sont attachées à des intérêts établis. Kuhn a montré que le paradigme dominant est progressivement ébranlé au fur et à mesure que s'accroît l'écart entre la part de la science et des croyances, pour aboutir à une « révolution scientifique ». Dans la dynamique évolutionniste du capitalisme, le paradigme dominant joue un rôle important d'exclusion et d'inclusion des nouvelles possibilités technologiques. C'est généralement pour cette raison que leur déploiement provient de marginaux, d'outsiders indépendants du système institutionnel dominant.

d) Ce nouveau paradigme entre en conflit avec l'ancien auquel sont liés de multiples intérêts, mais dont la rentabilité baisse alors que celle du nouveau paradigme croît. Il s'ensuit **une nouvelle période d'ajustement structurel et institutionnel** (monétaire, droits de douane, salaires, chômage...) qui nécessite

Figure 1:  
Du 4<sup>ème</sup> au 5<sup>ème</sup>  
cycle  
technologique



une intervention active de la puissance publique pour bâtir des nouvelles infrastructures (infrastructures physiques de communication et de transport et infrastructures qualitatives par l'éducation) un nouvel arrangement institutionnel et un nouveau consensus social. Cela ne veut nullement dire que toutes les firmes ou toutes les nations doivent adopter simultanément les mêmes règles (ce que tend parfois à suggérer la vogue de la « bonne gouvernance »), mais qu'elles doivent au contraire jouer sur leurs spécificités pour bâtir un nouvel avantage concurrentiel.

Il y a dès lors de fortes possibilités de redistribution des avantages concurrentiels et de rattrapage des pays en voie de développement. Pour prendre un exemple extrême, le raisonnement que tient Muhammad Yunus, le fondateur de la Grameen Bank, qui équipe le Bangladesh - pays non électrifié et sans réseau téléphonique hors des villes - d'une infrastructure cellulaire et de réseaux internet, avec un impact positif sur la croissance du PIB.

C'est le déclin de la croissance de la productivité, et donc de la rentabilité des investissements qui annonce la phase de maturité du cycle. Le choc pétrolier de 1974 a d'abord été traité seulement comme une crise conjoncturelle en pensant qu'un retour à la croissance et au plein emploi pouvait être obtenu par des politiques keynésiennes classiques (Rapport McCracken, OCDE 1977). En 1982, l'OCDE entreprit une enquête auprès de 100 directeurs de la R&D : aucun ne pensait que l'on avait atteint une limite à la croissance et au contraire, tous soulignaient que les promesses dans les domaines des biotechnologies, des T.I et des matériaux n'avaient jamais été aussi fortes. La baisse de la productivité après 1974, les limitations à la croissance - et l'apparition d'un chômage structurel notamment du à la baisse de la part de l'emploi industriel - étaient dus à une incapacité à utiliser les avancées de la science, aucunement à une stagnation de la science. Intégrer ces nouvelles possibilités supposait une évolution des structures des firmes, des

consensus sociaux et institutionnels du quatrième cycle (Freeman et Louça, 2000 et Nelson, 1976).

Dans cette dynamique de cycles, **deux logiques** sont à l'œuvre, tour à tour complémentaires et opposées : **la logique financière et la logique de production.**

a) **Capitaux recherchent désespérément investissements** : Carlota Perez montre, par l'histoire des cycles, que la phase de maturité est celle d'un rendement décroissant des capitaux particulièrement abondants issus des profits de la phase de développement. Ceux-ci sont alors à l'affût de toutes nouvelles possibilités d'investissement. Ils cherchent d'abord à augmenter la productivité en accroissant la concentration et en cherchant des investissements à l'étranger durant la phase de maturité. Les capitaux anglais ont ainsi financé la croissance américaine à partir de 1830 (premier cycle) puis dans les années 1860 et 1870 (second cycle, celui du développement du réseau ferré américain) ainsi que celle de l'Allemagne.

Ces transferts permettent le rattrapage des pays qui y sont prêts, ce qui sera le cas des Etats-Unis et de l'Allemagne qui rattraperont l'Angleterre, puis du Japon qui saura dynamiser les industries du quatrième cycle (automobile) par l'injection des nouvelles technologies de l'information et du nouveau paradigme organisationnel qui y est lié, et menacera la position dominante de l'économie américaine. A ces conséquences vertueuses s'ajoutent d'autres qui le sont beaucoup

moins : la qualité des emprunteurs diminuant, les capitaux vont aux Etats qui les engagent dans des opérations hasardeuses, préparant les futures crises de la dette. Durant les phases de maturité de chaque cycle, l'Amérique latine a ainsi reçu des flots importants de capitaux. Douglass North<sup>16</sup> (1981) a montré que l'Amérique latine n'avait jamais pu bâtir l'architecture institutionnelle lui permettant de réussir son décollage, ces fonds sont donc perdus avec pour conséquence des crises monétaires.

b) **Les noces du capital financier et de la révolution technologique** : Les innovations sont souvent le fruit d'entrepreneurs individuels qui ont conçu leur invention avec leur propres moyens. Cela est vrai dès le XVII<sup>ème</sup> siècle où l'Etat prend conscience de la nécessité de les protéger, que ce soit par les monopoles d'invention octroyés par Colbert ou les patents britanniques octroyés sous le contrôle de la **Society of Arts** créée en 1654 (Hilaire Pérez, 2001). Dans les deux cas se manifeste le souci de garantir une rémunération à l'inventeur et de diffuser l'invention pour qu'elle devienne innovation. Cela est toujours vrai à l'ère de la microinformatique où les innovations naissent dans les garages avec peu de capital, familial bien souvent. Jusqu'au troisième cycle technologique, l'innovation, hormis la construction des chemins de fer, ne requerra pas d'investissements massifs. Le fondateur du Crédit Lyonnais, Jean Germain, déclarait qu'il n'y avait en France que peu d'investissements

---

<sup>16</sup> Douglass C. North, Prix Nobel d'économie, théoricien du rôle des institutions dans la croissance. Il fut d'abord un partisan de l'économie néoclassique et de son application à l'histoire par la fondation de l'école « cliométricienne » à la fin des années 1950 qui voulait appliquer à l'histoire les mêmes principes d'analyse mathématique et quantitative, avant de constater les limites de cette approche et de devenir un pionnier de « l'économie institutionnelle ».

qui en vaillent la peine : soit les entrepreneurs disposaient de suffisamment de capital familial, soit le bourgeois français recherchait des rentes à taux fixes et redoutait la prise de risque (Landes, 1969). L'apparition de l'industrie lourde crée des besoins de financement qui ne peuvent plus être satisfaits par les banques et apparaissent les marchés financiers.

**Il n'y a pas que le capital privé qui soit sollicité durant cette période.** En Belgique et en Allemagne, ce sont les capitaux publics qui ont permis le rattrapage de l'Angleterre durant le XIX<sup>ème</sup> siècle, tout comme pour le Japon d'après-guerre. Il y a une cinquantaine d'années, Alexandre Gershenkron montra qu'il était intéressant d'être en retard car les pays qui souhaitaient rattraper les leaders pouvaient le faire en utilisant les dernières générations de technologies sans en avoir payé le coût de développement, mais au prix d'un énergique effort institutionnel de la part de l'Etat. Il voyait dans l'innovation financière et sa promotion par l'Etat le levier du rattrapage. C'est l'apparition de « l'Etat développeur » (developmental state) qui a été à la base du décollage de l'Inde, du Brésil et de la Corée. Pour le cinquième cycle, il est clair que, sans le financement massif de la recherche sur fonds publics, les Etats-Unis n'auraient pas établi une telle suprématie sur l'économie de l'information.

Le capital financier se marie avec la révolution technologique chronologiquement dans trois domaines : D'abord le rajeunissement des vieilles industries. Les T.I ont d'abord permis de donner un nouveau souffle à l'industrie automobile par le développement du juste-à-temps,

de la qualité totale, de la modélisation virtuelle, de l'ingénierie simultanée et de nouvelles formes d'intégration des fournisseurs dans la conception. Ensuite, le capital financier est le premier client des nouvelles technologies. Les banques ont été les premiers clients du télégraphe et des chemins de fer. Elles ont adopté dès les années 1970 les T.I qui leur ont permis de tisser un réseau mondial qui a fait du capital financier un pouvoir international. Ainsi, plus les technologies renforcent la communication, plus elles renforcent le pouvoir du capital financier. Enfin, le capital financier s'engouffre dans les activités du nouveau paradigme, quand celles de l'ancien sont entrées en phase de rendements décroissants. Il devient lui-même un champ d'innovation avec le développement du capital-risque, des *business angels* qui ont été un facteur-clé du développement des firmes de production de T.I. Le conflit avec l'ancien paradigme entre alors en phase active : l'action volontariste de l'Etat, comme l'action anti-trust de l'Etat américain (qui a donné naissance à l'industrie du logiciel par l'obligation faite à IBM de séparer activité de production de matériels et de logiciels), est nécessaire pour briser les positions établies et stimuler l'innovation (Freeman. 2001).

**c) Le divorce du capital financier d'avec le capital productif.** Chris Freeman, dans un papier prémonitoire « *A Hard Landing for the New Economy ?* » (2001), soulignait la probabilité que la bulle de la « nouvelle économie » connaisse la même fin que celle de 1929. Dans les deux cas, les attentes des marchés financiers dépassaient les possibilités de l'économie réelle à réaliser les

gains de productivité potentiels des nouvelles technologies. Pour Freeman, les handicaps structurels du système national d'innovation américain soulignés par *Made in America*, sont loin d'avoir été surmontés et les ajustements institutionnels n'ont pas été réalisés. Le dynamisme de l'économie des nouvelles technologies repose sur une spécificité du SNI américain qui est l'intégration de l'entrepreneuriat dans le système universitaire, surtout celui de la côte est, et l'importance du financement public de la recherche. Rien ne justifiait donc que les PER des actions à l'été 2000 soit 40% plus élevés qu'en 1929 !

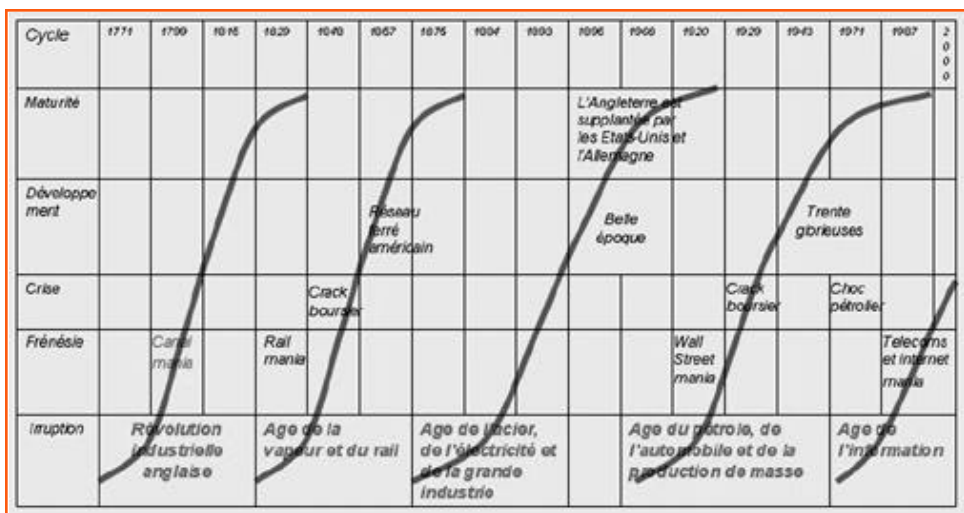
La phase de frénésie voit la logique financière adopter sa propre dynamique, découplée de celle de la production. C'est la phase où apparaît la société à deux vitesses, avec ceux qui ont su prendre le train des nouvelles technologies et ceux qui restent sur le quai. La logique financière accroît cet écart de manière cumulative, selon Carlota Perez : le capital est entre les mains des « nouveaux riches » qui ont gagné leur argent très vite et souhaite réinvestir à un même rythme de croissance. Il s'agit désormais d'inventer des moyens de faire de l'argent à partir de l'argent. C'est l'époque des manies, censées être la martingale pour gagner de l'argent : la manie des canaux pendant la première révolution industrielle et son effondrement en 1798, celle des chemins de fer qui mena à la crise de 1847, des actions et de l'immobilier avant la crise de 1929, des « dot.coms » jusqu'à l'effondrement du NASDAQ.

L'accélération de la concurrence durant cette période et le rythme élevé d'innovations, d'une part fait baisser les prix, d'autre part accroît la vitesse d'obsolescence des technologies, entraînant deux effets pervers, accrus par la logique financière. D'un côté l'utilisateur n'a pas le temps de s'approprier les innovations, voire est soumis par les fournisseurs à une logique d'obsolescence programmée pour maintenir leur profitabilité. La valeur d'usage des technologies diminue donc, le processus de co-invention ne pouvant se dérouler. D'un autre côté, l'abondance de capitaux permet de financer des fusions qui permettent la constitution de cartels et de monopoles qui vont pouvoir contrer la baisse des prix et de la profitabilité.

Enfin, les valeurs éthiques sont mises à mal, avec la dévalorisation des valeurs sociales au profit de l'individualisme, le développement de la corruption, de la manipulation des comptes, et l'investissement du système financier par les mafias qui viennent blanchir et faire fructifier leurs capitaux.

d) La crise qui s'ensuit se manifeste par une récession de l'économie, voire par une crise politique majeure comme la crise de 1929 qui ne trouvera son issue qu'avec la fin de la seconde guerre mondiale. Elle ouvre la voie à un retour de la logique de production et à une réconciliation entre l'économie réelle et l'économie virtuelle. Le Consensus de Copenhague, projet soutenu par *The Economist*, recherche des solutions pour la gestion de ces crises, dont il évalue le coût à 9% du PIB en coût moyen et, dans les cas les plus graves comme

## La succession des cycles



l'Argentine et l'Indonésie, à 20% du PIB, soit un coût supérieur à la grande dépression de 1929 ! La crise asiatique a jeté 22 millions de personnes dans la pauvreté et la perte de revenus pour les pays émergents est évaluée à 107 milliards de dollars par an<sup>17</sup>.

**Où en sommes-nous aujourd'hui ?**  
Pierre-Yves Dugua<sup>®</sup> se demande si l'on a vraiment tiré les leçons de l'effondrement du Nasdaq : le ratio prix bénéfices (PER) des 100 premières sociétés du Nasdaq est revenu à 240, contre 29 pour le Dow Jones, alors que les perspectives de ventes de T.I. sont stagnantes.

Cette instabilité financière conjoncturelle est accrue par l'instabilité structurelle du système monétaire mondial depuis qu'il a abandonné le système de Bretton-Woods qui avait permis le développement de la phase d'après-crise du quatrième cycle, qui fait du dollar la monnaie de réserve mondiale sans aucun index sur une valeur réelle qu'était l'or. Ce que nous apprend l'histoire des cycles technologiques est que nous sommes dans la crise et elle nous permet d'esquisser un certain nombre de choses à faire et à ne pas faire pour en sortir. Elle ne peut nous dire ni son intensité ni sa durée.

<sup>17</sup> The Economist, 17 avril 2004. Les publications du Consensus de Copenhague sont accessibles sur [www.economist.com/copenhagenconsensus](http://www.economist.com/copenhagenconsensus)





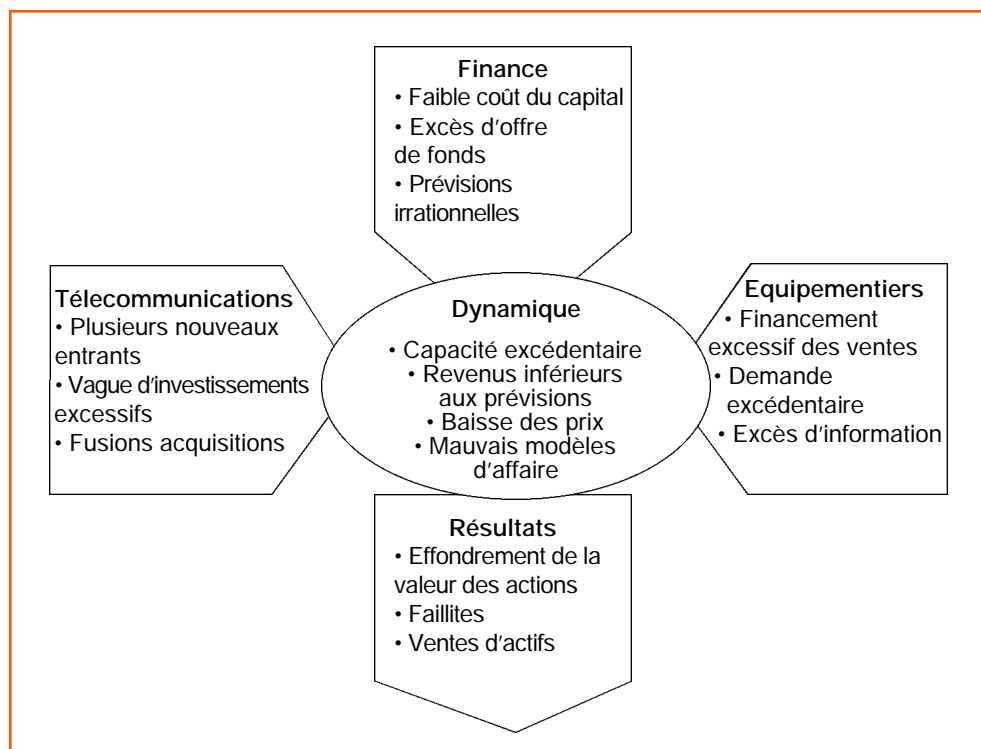
## L'oubli du temps long coûte cher : le cas de l'industrie des télécommunications

Jusqu'à la fin 1994, le réseau Internet était géré par la National Science Foundation et principalement dédié à la communauté universitaire (Internet de 1<sup>ère</sup> génération) qui utilise essentiellement la messagerie et le transfert de fichiers. Il s'ouvre au grand public en même temps que se développe le premier navigateur sur le WWW, Mosaic, qui sera la seule innovation radicale (une « killer application ») de cette période. Le trafic grossit considérablement d'abord très rapidement, en fait, il double tous les trois mois. Bien sûr, un tel rythme de croissance ne pouvait pas se prolonger indéfiniment. En fait, à partir de 1997, le trafic n'avait fait « que » doubler tous les ans, au rythme assez stable de 88% qu'a évalué un chercheur de AT&T Labs, Andrew Odlyzko (2001). En 1999, le

Président de la Commission fédérale des communications, Reed Hundt, déclare cependant encore « le trafic internet double tous les trois mois ». Si tel avait été le cas, sur la base de 500 millions d'internautes dans le monde, cela voudrait dire que chaque utilisateur serait connecté 24/24 heures avec un trafic de 1,5 millions de bits par secondes !

Le mythe du doublement trimestriel a eu des conséquences négatives: il a amené à un **surinvestissement en lignes de fibre optique** en prévision d'un engorgement du trafic, conduisant au surendettement des compagnies de téléphone, en même temps qu'il se traduisait en bourse par des promesses de profits pharaoniques. **Seuls 2% de la capacité installée aux Etats-Unis**

Figure 2 :  
Mécanisme d'exubérance et d'effondrement des marchés (Rabeau, 2004)



de fibre optique sont aujourd'hui utilisée !

En outre, ce mythe a amené les fournisseurs d'accès à **développer des politiques commerciales erronées**, comme des offres dites de « qualité de service » garantissant un débit régulier. Cela trahissait une incompréhension totale de la demande des utilisateurs : **en fait le trafic par utilisateur n'augmente pas, il diminue**. Ce que veut l'utilisateur c'est de la bande passante ; plus les prix baissent, moins il se connecte mais en il exige une connexion instantanée.

Ce mythe est une des causes du crack des compagnies de télécoms aux Etats-Unis qui se sont engagés dans des surinvestissements sur la base de business plans irréalistes.

Quatre idées étaient à la base de ce **mythe** : « tout doit marcher à la vitesse d'Internet », « il y a une demande insatiable de bande passante », « le trafic va doubler tous les trois mois » et « construisez et ils viendront ».

Bien sûr « ils » ne sont pas venus : de 1997 à 2001, la quantité de lignes en fibres optiques a été multipliée par 5 et par 500 en débit tandis que la demande n'était que multipliée par 4. L'erreur des compagnies de téléphone a été accrue par le fait qu'elles ont extrapolé les prévisions de croissance du trafic internet à l'ensemble du réseau. Le résultat a été une exubérance irrationnelle des marchés financiers qui aboutit à leur effondrement (figure 2).

Dans la réalité, la technologie prend du temps pour se diffuser, même si Internet le fait à un rythme inconnu jusqu'alors (88 % par an selon les calculs d'Odlyzko), et selon un processus où se mêlent données techniques (la convergence des diverses

technologies), économiques (la profitabilité des firmes leaders sur ces nouvelles technologies) et sociologiques (le comportement et les attentes des utilisateurs, qui ne peuvent être que des hypothèses pour des services qui n'existent pas encore et pour lesquels il n'y a pas encore de demande).

Cette crise aurait-elle pu être évitée ? On ne peut rien contre les phénomènes irrationnels collectifs, sinon mettre des freins à l'emballement. Ils sont de deux ordres (Rabeau, 2004) : l'un est la régulation des **taux d'intérêt**. Après avoir averti en 1996 contre « l'exubérance irrationnelle des marchés », Alan Greenspan, le président de la Réserve fédérale américaine, s'est finalement converti au mythe de la « nouvelle économie » alors qu'une politique monétaire plus restrictive aurait diminué la quantité de capitaux disponibles, en prenant en compte l'avertissement de F. Hayek selon lequel le trop faible coût du capital conduit au surinvestissement. L'autre est **l'éthique** des acteurs des marchés financiers et des dirigeants d'entreprises qui se sont livrés à des actions frauduleuses et ont falsifié leurs comptes. Du point de vue institutionnel, Yves Rabeau souligne le rôle de la loi sur les faillites aux Etats-Unis qui permet à une entreprise de se restructurer et de réduire ses dettes par entente avec ses fournisseurs, alors que leurs concurrents sont obligés d'honorer leurs engagements. De même, les organismes de régulation pouvaient adopter une politique d'ouverture à la concurrence plus raisonnée, ce qui a été le cas au Canada qui n'a pas connu une débacle aussi importante qu'aux Etats-Unis.

Enfin, l'éclatement des anciens monopoles a fait perdre tout contrôle sur la gestion de l'innovation. Les anciens monopoles avaient des activités importantes de R&D par le

biais de leurs filiales (Nortel pour Bell) ou des laboratoires (Bell's Lab pour AT&T). Ils se sont délestés de ces filiales qui sont devenus des équipementiers reprenant à leur compte l'innovation. Les anciens monopoles sont devenus des opérateurs de réseau ordinaire ne faisant plus de R&D et n'ayant plus

aucun contrôle sur le rythme de l'innovation, tout en abaissant les barrières à l'entrée pour leurs concurrents qui trouvaient l'innovation chez les équipementiers. Ce faisant ils diminuaient leur rentabilité et stimulaient la fuite en avant (Rabeau, 2004).

Extrait de  
Yves Rabeau  
« La vague  
schumpétérienne  
dans les télé -  
communications :  
implications  
pour les  
politiques  
publiques »,  
IRPP, Montréal,  
2004

### Les aspects positifs de la vague d'innovation

« Les utilisateurs des services de télécommunications ont bénéficié de plusieurs nouveaux services et d'une baisse importante du prix de la bande passante. Les accès Internet, par exemple, considérés comme des produits à valeur ajoutée au milieu des années 1990, sont rapidement devenus, sous l'effet de la concurrence et de la diffusion de la technologie Internet, des services peu coûteux et facilement accessibles pour les ménages et pour les entreprises. Un abonné à Internet peut communiquer avec un interlocuteur branché de n'importe quelle région du globe sans avoir à encourir de frais d'interurbain. La construction d'un site Web, auparavant considérée comme un service réservé aux grandes entreprises, est maintenant à la portée des petites entreprises et des particuliers.

L'un des effets majeurs de la révolution Internet est la transformation des modèles d'affaires dans l'ensemble de l'économie. Les échanges électroniques de données entre les entreprises au moyen de réseaux privés existaient déjà depuis un certain temps et avaient commencé à transformer les modèles d'affaires des grandes entreprises multinationales. Les firmes Internet ont contribué à faire connaître le commerce électronique aux divers agents économiques. De nouvelles firmes ont construit d'emblée des modèles d'affaires rentables fondés sur les échanges électroniques d'information.

Le cas du fabricant d'ordinateur Dell demeure le modèle de référence. L'entreprise traite avec ses clients de partout dans le monde à partir de son site Internet et transmet électroniquement à son réseau de sous-traitants les commandes de pièces nécessaires pour répondre aux besoins de la clientèle. Le produit est livré au client et le service après-vente est en bonne partie fait à partir de son site Internet. De plus, Dell accumule sur ses clients diverses informations qui lui permettent de bien connaître leurs besoins et de concevoir en fonction de ces besoins les générations prochaines de produits. Ce modèle permet d'atteindre un haut niveau de productivité, de minimiser les coûts

de transaction et d'interaction avec les intervenants tout au long de la chaîne de valeur ajoutée et d'assurer à la clientèle un service personnalisé.

Les entreprises de toute taille de la « vieille économie » se sont appropriées, à des degrés divers et de différentes façons, ce modèle d'affaires rendu accessible grâce à la technologie Internet et à son réseau public.

Cela s'est traduit notamment par des gains de productivité, des baisses de prix de divers biens et services, une accélération de la mise en marché de nouveaux produits plus performants, et une amélioration de la relation entre les clients et les vendeurs. Il s'agit de gains importants pour l'ensemble des agents économiques.

Cette transformation de l'économie est d'ailleurs loin d'être terminée. Sous le jeu de la concurrence et de la disponibilité grandissante de la technologie Internet, notamment dans sa version sans fil, la révolution numérique qui se fait grâce aux réseaux de télécommunications va continuer à moyen terme de transformer les façons de faire dans l'économie, y compris dans le secteur public (incluant, le cas échéant, la santé et l'éducation), et être ainsi une source d'amélioration des niveaux de vie.

Les innovations majeures empruntent des parcours difficiles à prévoir et s'échelonnent sur des décennies avant d'avoir leur plein effet. Une erreur majeure des analystes de la révolution numérique a été de croire que les façons de faire dans l'économie et la société en général allaient se transformer rapidement et sans interruption.

Enfin, les prétendus nouveaux paradigmes de gestion ont disparu des analyses financières, et l'on assiste à un juste retour aux critères habituels de rentabilité pour juger des investissements. La distinction entre « vieille » et « nouvelle » économie, à l'origine d'erreurs de prévisions, de décisions d'investissement et de choix de modèle d'affaires, a pratiquement disparu du vocabulaire des analystes. »



## Révolution dans l'innovation ?

Le développement rapide des TIC va générer des changements radicaux dans un grand nombre de fonctions des organisations, qu'elles soient dans le secteur concurrentiel ou non. Depuis bien avant la première révolution industrielle, l'innovation a reposé sur l'accumulation de **capacité d'ingénierie** pour transformer les produits et services à partir du changement technique. Ce que l'on résume sous le nom de « technologie », soit l'alliance de la techné - la technique comme procédure - et du logos - la connaissance. Sans la base de connaissance, composée à la fois de connaissance scientifique mais aussi de connaissances empiriques nées de l'expérience et de l'observation, le tout contraint par les idées du paradigme dominant sur ce qu'il est possible et impossible de faire, il n'y a pas de technologie. La technologie est avant tout de la connaissance (Mokyr, 2002).

La seconde révolution industrielle a introduit le dialogue direct entre la découverte scientifique et la technologie, par l'application de la science à l'activité industrielle, ce qui n'était pas le cas de la première révolution industrielle qui n'a pas été provoquée par des macro-inventions comme l'électricité ou le microprocesseur, mais par une convergence de micro-inventions, rendue possible par un contexte économique, social et institutionnel favorable.

Les TIC accélèrent ce processus en raccourcissant la distance entre le laboratoire et l'industrie, en accroissant l'accumulation de capacités d'ingénierie et en offrant l'occasion de concevoir de nouvelles formes

d'organisation et en favorisant la circulation de la connaissance, qui est à la source même de l'innovation.

L'intérêt des TIC, note l'historien de l'innovation Keith Pavitt (1999), ne peut se comprendre que dans l'histoire à long terme du changement technique affectant la stratégie des firmes, et non comme un épisode isolé. Contrairement aux idées répandues par la littérature techno-enthousiaste, **le processus d'innovation est incrémental** : les innovations radicales ne sont que très peu nombreuses : l'ordinateur en 1945, le microprocesseur en 1971 et le navigateur en 1991, qui peuvent être considérés comme des intrants clés du cycle de Kondratiev.

### *L'intensification de l'innovation*

L'impact des TIC est d'intensifier ce processus d'innovation, ce qui a un impact certain sur les pratiques managériales (Pavitt, 1999) :

**1. Les bases de connaissance professionnelle et spécialisée** se sont accrues et ne recouvrent ni les frontières des firmes ni les activités marchandes. D'où la nécessité de développer les relations avec les laboratoires universitaires et entre praticiens. Mais le droit d'entrée dans ces réseaux a un coût : l'obligation de publier pour signaler sa connaissance à la communauté scientifique, d'où le mot d'ordre aujourd'hui répandu dans les firmes américaines « Publish or perish ». Ces publications servent autant à signaler une compétence spécifique qu'à anticiper l'impact de l'implantation d'une nouvelle technologie.

2. Plus étonnant, la production de connaissance spécialisée ne se traduit pas pour leur producteur par une capacité d'innovation renforcée. C'est une des conséquences d'une des caractéristiques spécifiques du 5<sup>e</sup> cycle : l'innovation dans les produits procède de l'intégration de composants spécialisés qui est le fait de la R&D d'entreprise.

3. Dès lors, le succès dans l'innovation dépend de la capacité de la firme à **coordonner, intégrer et architecturer** ces diverses connaissances spécialisées.

4. Compte tenu de l'importance de la connaissance tacite (95% de la connaissance humaine), cette intégration va dépendre de la qualité des relations sociales, de la gestion des ressources humaines, de la proximité des métiers et de leur capacité à communiquer ensemble. **Les caractéristiques culturelles de l'entreprise** comme des nations vont donc jouer un rôle essentiel. Michel Callon (1992) a montré que l'adoption des technologies passe par des réseaux d'adoption qui redéfinissent en permanence les bases sur lesquelles peuvent s'édifier les réseaux ultérieurs de conception. Cette articulation entre réseaux d'adoption et de conception donne naissance à des trajectoires qui tendent à devenir irréversibles, contribuant à créer une dépendance de sentier.

5. Le lien entre la connaissance spécialisée et les firmes dépend de la **proximité du produit de la science** : il est très court pour une firme pharmaceutique, plus distendu pour l'industrie automobile. C'est un des facteurs de différenciation des jeux d'innovation qu'identifie le programme MINE.

Le succès de l'innovation commence donc par la conception des bons

réseaux de diffusion et d'agrégation de la connaissance.

L'essentiel de l'activité d'innovation va dès lors ne plus être consacré à la recherche fondamentale généralement externe à la firme, mais à l'apprentissage par essais et erreurs autour de démonstrateurs et de prototypes et donc interne. C'est un cycle continu de formulation et d'infirmerie d'hypothèses heuristiques qui crée le capital cognitif de la firme.

L'innovation à partir des TIC est donc, souligne Keith Pavitt, révolutionnaire au sens où le développement des produits et des processus peut être affecté de manière considérable, mais **cette révolution technologique garde un caractère profondément incrémental** car elle repose sur le capital de connaissances accumulé par l'entreprise par essais et erreurs.

**Les TIC n'ont de valeur qu'incorporées dans des produits** : il n'y a donc pas de « one best way » pour les utiliser ni de lien direct entre leur utilisation et le bénéfice qu'on peut en retirer. Les TIC posent des questions de stratégie, de reconception des processus et des produits, voire du modèle d'affaire des firmes.

En combinant les divers outils issus des TIC on peut alors constituer une « boîte à outils électronique » au service de l'innovation (Dogson & alii, 2001) qui permet d'intégrer échange de données et processus d'innovation. On bâtit ainsi un « système d'entreprises » qui déborde le périmètre juridique de la firme pour intégrer clients, fournisseurs et autres partenaires et qui va reposer sur des bases et une structure de

données communes, donc sur un système d'information partagé.

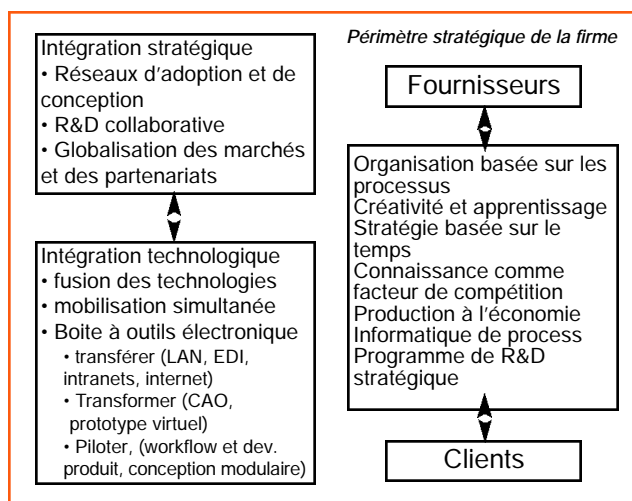
L'intensification de l'innovation se mesurera alors en temps (mise sur le marché), coût (gestion de la R&D), prédictibilité (gestion d'objectifs stratégiques), intégration stratégique permettant de dessiner une entreprise virtuelle en fonction des modèles d'affaires. Tout cela suppose des **changements managériaux et organisationnels** considérables, bien au-delà de la simple adoption de ces « boîtes à outils électroniques ».

fait de manière contingente autour de quelques acteurs clés qui tirent le reste de la filière (Benghozi, 2001). Les chaînes de valeurs se réorganisent autour de **fonctions pivots** et les compétences techniques et informationnelles constituent alors de **nouveaux actifs stratégiques**.

Mais ce sont là les enjeux essentiels de la révolution technologique qui doivent faire l'objet d'une recherche de fond pour dégager les cadres de référence des nouvelles stratégies gagnantes.

### Crise de l'innovation chez les fournisseurs de TIC

#### L'intensification de l'innovation



A Santa Clara, dans la Silicon Valley, le prix du loyer au pied est tombé de US\$ 6,50 fin 2000 à moins de \$1 aujourd'hui (2003). Tandis qu'à Bangalore, en Inde, le campus de *Wipro technologies*, un géant indien, bourgeoine de toutes parts et prévoit de tripler sa taille d'ici 2005. L'industrie des TI connaît le même phénomène que connut celle des ordinateurs : quand la technologie est stabilisée et suffisamment modulaire, la réduction des coûts prend le pas sur l'innovation et l'industrie tend à se structurer en une chaîne logistique internationale optimisant les coûts de fabrication par la délocalisation.

L'innovation devient en fait la fonction cœur de la firme souligne le professeur Roger Miller, promoteur du programme MINE : d'une activité support qui doit s'intégrer aux structures et processus existants, elle structure l'organisation et la stratégie de la firme qui doit se réinventer en permanence dans un univers turbulent (tableau 2 - vp.76).

Il est encore trop tôt pour définir un mode type d'appropriation des TIC par les usages et l'implication sur la reconfiguration des modèles d'affaires. La pénétration est rarement généralisée et homogène et se

Cette crise de maturité avait été retardée par le passage à l'an 2000 ou à l'euro, et apparaît comme une crise de l'innovation. A Redmond, révèle *The Economist*, Microsoft affiche en banque une trésorerie de 65 milliards US\$. L'industrie n'a plus d'idées et vit sur les rentes des « lock-in » qu'elle a su constituer, avec une génération de cash disponible au rythme de 1 milliard US\$ par mois. Microsoft a le plus gros

budget R&D du monde mais avec l'efficacité la plus faible en terme d'innovation selon *The Economist*<sup>19</sup>. La stratégie de Microsoft a surtout été d'imiter les technologies développées par d'autres et d'acheter au prix fort des petites entreprises prometteuses. **Microsoft, conclut The Economist, est devenu une « utilité » qui n'innovera plus et une valeur sûre pour la veuve et l'orphelin.** D'où la décision de ses dirigeants de rendre aux actionnaires 75 milliards de dollars, dont 32 sous formes de dividendes en décembre 2004 (3 pour Bill Gates et 1,2 pour Steve Ballmer), 30 sous forme de rachats d'actions et le solde en augmentation des dividendes trimestriels sur quatre ans, de sorte à contenter tous les types d'investisseurs.

En fait, c'est l'esprit d'innovation de la *Silicon Valley* qui s'est répandu chez les clients. Ils ne sont plus obsédés par le dernier raffinement technologique du e-commerce qui viendrait bouleverser leur modèle d'activité, mais sont beaucoup plus soucieux de **consolidation, d'intégration des systèmes et de fiabilité**. Beaucoup de firmes savent aujourd'hui utiliser les TI pour délocaliser off-shore des éléments de processus. Cela est bien sûr motivé par les coûts : un développeur coûte à Bangalore un quart de ce qu'il coûterait en Californie. Mais ce recentrage sur les coûts manifeste que **la création de valeur n'est plus chez les fournisseurs de technologies**.

Ce départ d'activités *off-shore* est lui-même un appel au retour de l'innovation. Il faudra, d'une part, compenser les emplois perdus - Forrester prévoit que les Etats-Unis auront perdu trois millions d'emplois

dans les TIC en 2015 - et d'autre part créer de nouveaux avantages concurrentiels. Le principal intérêt de l'*off-shore* à moyen terme résidera non pas tant dans ses coûts plus bas, mais dans sa capacité à créer une chaîne logistique mondiale et ces compétences ne sont pas encore maîtrisées par les firmes indiennes qui sont les principales bénéficiaires des délocalisations.

### **L'usage comme validation de l'innovation**

Dans les années 1790, le Français Philippe Le Bon inventa le gaz d'éclairage en même temps qu'un ingénieur de *Boulton and Watt*, William Murdoch. Ce sont les Anglais qui développèrent les premiers cette innovation pour l'illumination des travaux de Soho en 1802 (Mokyr, 2003), pour une raison simple : en France, dans les années révolutionnaires, les lampadaires étaient destinés à un autre usage que l'éclairage urbain !

Quand on étudie l'histoire de la première révolution industrielle en Angleterre, ce qui apparaît très clairement avec le recul du temps, et contrairement à une certaine tradition historique française positiviste antérieure à Fernand Braudel, c'est **le faible rôle de la technique**. **Pratiquement les Anglais ont peu inventé.** « L'idée que l'Angleterre a été la première à entreprendre une révolution industrielle en raison d'une plus grande avance technologique est insupportable » écrit l'historien Joël Mokyr. D'une part, la première révolution industrielle, si elle doit beaucoup à l'évolution des idées impulsée par l'évolution des sciences, n'est pas le résultat de l'application directe de la science à la technologie

---

<sup>19</sup> The Economist, 2 juillet 2004



comme ce sera le cas à partir du troisième cycle technologique, qui verra le déclin de l'Angleterre face aux pays producteurs de science (l'Allemagne et la France) et à forte capacité d'ingénierie (les Etats-Unis). D'autre part, la technologie a été massivement développée sur le continent et non en Angleterre. **La supériorité des Anglais a été d'importer, sans complexe, du *Not Invented Here*, les inventions du continent pour en faire des innovations** : le gaz d'éclairage, le blanchiment par le chlore, le procédé Leblanc, le métier Jacquard et bien d'autres inventions françaises connurent leurs premières applications industrielles en Angleterre. Dès 1726, Daniel Defoe notait que « les Anglais sont à juste titre renommés pour développer les Arts, plus que pour les inventer » et que « notre grande avance dans les Arts, le Commerce, le Gouvernement... est en vérité fondée sur les inventions des autres ». Ce qui a fait la supériorité de l'Angleterre, c'est sa capacité à développer les micro-inventions grâce à une main-d'œuvre qualifiée.

L'usage va permettre à la technologie de trouver une place qui n'est qu'exceptionnellement celle que son inventeur lui destinait. Le rail a été inventé pour faciliter l'extraction du charbon : il était difficile d'imaginer qu'il serait à la base d'un nouveau système de transport. Le transistor n'a eu pour premier usage que de s'affranchir des lampes dans les appareils de radio, au point de donner son nom aux radios portables. Personne n'avait en tête qu'il serait à la base d'une économie fondée sur le microprocesseur. L'innovation suit une trajectoire technologique qui repose sur les capacités d'apprentissage par l'usage, dite « dépendance de sentier ».

Une récente étude sur 196 nouveaux produits montre que 111 ont réussi, 86 ont échoué. Les clés de succès ; ne pas être totalement nouveau sur le marché, ne recourir qu'à des technologies qui ont déjà eu une vie industrielle, générer des économies, répondre aux besoins des utilisateurs et nourrir les usages existants. À l'opposé, les produits qui échouent reposent sur des technologies de rupture non encore stabilisées, procèdent au suivisme des modes et ne répondent pas à un besoin clairement défini (Goldenberg et Mazursky, 2001). **C'est sur le terrain de l'usage que se gagne la bataille de l'innovation.**

L'innovation par l'usage intervient à trois niveaux :

- au niveau **macro**, c'est l'intégration d'une technique dans un contexte social, économique et institutionnel. Il y a un moment de l'innovation qui fait qu'une technique est mise en œuvre. Toute politique d'innovation doit donc être **spécifique à son contexte**. L'économie classique et néo-classique traite la technologie comme une technique isolée, une ressource exogène à la firme et au processus économique. En économie de l'innovation, on considère la technologie comme un processus endogène. Le rapport Sundqvist de l'OCDE (1990) a, parmi les premiers dans le domaine des politiques publiques, souligné que le progrès technologique était un processus de changement social « La technologie peut être définie comme un processus social qui, en rencontrant des besoins réels ou imaginés, modifie ces besoins tout comme il est modifié par eux. La société est façonnée par le changement technologique tout comme le changement technologique est façonné par la société ».

L'usage va illustrer les coûts et les bénéfices de ce changement social. La pillule contraceptive a été d'un coût technique faible pour un bénéfice social très large. Beaucoup d'innovations ont un coût social élevé, par la destruction créatrice des emplois - nous avons vu plus haut, qu'à ce jour, le bilan de la « destruction créatrice » liée au développement des T.I était globalement défavorable à l'emploi - ou les atteintes à l'environnement, ou encore par les questions éthiques qu'elles soulèvent, comme dans le biomédical. Le développement technologique est alors tributaire d'un débat sur ses avantages coût - bénéfices. Ce phénomène est accru par la croissance des externalités dans le développement technologique, plus la technologie est complexe, plus grandes sont les externalités. Ainsi, l'évaluation du développement technologique au regard des critères du développement durable ou de la réduction des inégalités nous fournit des problèmes suffisamment complexes « pour nous tenir occupés durant le prochain siècle » comme concluent Freeman et Soete leur monumentale « Economie de l'innovation industrielle » (1997).

- au niveau **meso**, c'est l'intégration des utilisateurs dans le processus de conception. Dans les années 1990, l'industrie automobile a intégré l'utilisateur dans le processus de conception des véhicules grâce aux méthodes d'ingénierie simultanée et de modélisation virtuelle rendues possibles par les premières générations de T.I. Plus, les études empiriques sur les sources de l'innovation dans les domaines des biens de consommation comme dans l'industrie, montrent que les **utilisateurs sont à l'origine de nouveaux produits et de processus**

(Von Hippel, 2002). Ce sont des utilisateurs qui sont en amont de la diffusion du produit et même de son existence (« **lead users** »). Ils ont à la fois un fort intérêt à innover car ils anticipent un bénéfice, en termes de réponses à leurs besoins, à cette innovation, et surtout éprouvent ces besoins bien avant le marché. Dès lors que ces utilisateurs ont un intérêt à diffuser leurs innovations, il y a formation de réseaux d'innovateurs qui fonctionnent indépendamment des fabricants et qui sont un vecteur de diffusion à bas coûts. Le réseau le plus connu est aujourd'hui celui des développeurs des logiciels open-source, mais il en existe aussi dans bien d'autres domaines comme celui des équipements de sport.

- au niveau **micro**, c'est le domaine de l'**interface entre l'utilisateur et la machine**, qui va de l'ergonomie du poste de travail au contexte d'exercice du métier. On s'aperçoit ainsi que la diffusion des TIC n'est pas homogène car elle dépend du contexte de l'entreprise : culture, métiers, systèmes décisionnels et de management. La diffusion de l'innovation repose sur une expérience et des informations **peu mobiles**, elles sont « collantes » (sticky), selon l'expression de Eric Von Hippel (1994), professeur au MIT, et **coûteuses à transférer** ce qui va tendre à localiser les innovations là où l'information est collée. « Décoller » l'information va requérir des processus spécifiques de résolution de problème.

L'usage est donc un levier important de la création de valeur et sa prise en compte est un point de passage obligé dans la réflexion sur la création de valeur par les systèmes d'information. Une fois quittée la phase d'exubérance financière qui

soutient le foisonnement de technologies nouvelles, Carlota Perez montre que l'innovation entre dans une logique d'intégration de ces technologies: ne survivent que les innovations qui s'intègrent dans les systèmes existants en leur apportant de nouvelles possibilités de performance. Il s'ensuit un cycle vertueux d'apprentissage par l'usage qui permet à l'innovation de développer pleinement son potentiel.

La prochaine vague d'innovation ne sera plus l'effervescence de

technologies mais l'organisation de leur convergence, notamment entre les biotechnologies, les TIC et les nanotechnologies.

On en reviendra donc à la compétition entre systèmes d'innovation différents : si la gestion des coûts est un point de passage obligé, la création de valeur restera du domaine de l'innovation et des compétences qui la sous-tendent, ainsi que des architectures institutionnelles qui la rendent possible, et ce sont elles - et leur spécificité - qu'il faut cultiver.



## Où en sommes-nous et que faire ?

Nous sommes donc bien loin des publicités de certains fournisseurs qui promettent que l'achat de leur technologie permettra de reconfigurer l'entreprise en deux mois !

Le discours sur l'ex-future « nouvelle économie » a pris l'allure d'une véritable idéologie (Corniou, 2002, Flichy, 2001). Ce n'est pas spécifique à ce cycle : les idéologues du 2<sup>ème</sup> cycle voyaient dans la vapeur un agent qui allait permettre la communication universelle. Qui visite le Musée Dauphinois à Grenoble y trouvera les discours des promoteurs de la houille blanche qui prédisaient que l'électricité libérerait la vie familiale des rythmes diurnes, Norbert Wiener, l'inventeur de l'ordinateur, voyait dans la communication universelle le moyen définitif d'empêcher les guerres ! Si, dans le temps long, le progrès technologique améliore considérablement la condition humaine et sa capacité à produire des richesses pour le bien commun, les premières conséquences de l'émergence d'une nouvelle vague technologique obligatoirement positives : l'électricité a servi à électrifier les barbelés avant de chauffer les appartements.

A l'inverse, les initiateurs, innovateurs ou théoriciens, des révolutions technologiques, ont fait preuve d'une cécité systématique devant leurs possibilités. Adam Smith était loin du compte avec sa description de la division du travail dans sa fabrique d'épingle, qui permettait pour tant de passer de la fabrication de 1 à 4 800 épingles par jour et par travailleurs. Plus étrange et moins compréhensible, Jean-Baptiste Say,

fondateur de l'école libérale française, écrivait en 1828 « Nulle machine ne fera jamais, comme le plus mauvais des chevaux, le service de voiturier les personnes et les marchandises au milieu de la foule et des embarras d'une grande ville »<sup>20</sup>. J. Watson, président d'IBM en 1945, ne voyait aucun avenir à l'ordinateur, les besoins en puissance de calcul des Etats-Unis étant alors satisfaits. Tous raisonnaient au regard du paradigme dominant. La naissance du nouveau paradigme, on l'a vu, est un processus stochastique sur lequel on peut faire des hypothèses et des scénarios mais qui n'est en aucun cas prévisible.

Dans la réalité, les transitions de cycles technologiques s'accompagnent de crises avec leurs gagnants et leurs perdants et nécessitent la construction de nouveaux cadres institutionnels et de consensus sociaux dans des rapports de forces au niveau international qui entrent eux-mêmes en turbulence. La crise de 1929 sonna la fin de la phase de frénésie financière du 4<sup>ème</sup> cycle et le nazisme trouva sa source dans le refus des changements des cadres politiques et sociaux du 3<sup>ème</sup> cycle. La guerre allait gaspiller les chances des pays européens tandis que les Etats-Unis prenaient le leadership économique mondial de l'économie de la production de masse.

Le crack des valeurs technologiques en 2000 a sonné - en principe - la fin de la phase de frénésie financière de l'économie du 5<sup>ème</sup> cycle et l'entrée dans la période de crise et de turbulence où vont se

---

<sup>20</sup> Cité par Fernand Braudel, *Civilisation matérielle et capitalisme*, t.3, p. 466.

redistribuer les cartes entre gagnants et perdants de la nouvelle révolution technologique.

Carlota Perez définit ce moment comme le point d'inflexion qui peut ouvrir la voie à un « âge d'or », une phase de développement qui voit l'essor de l'ensemble de la société qui a trouvé son nouveau point d'équilibre, comme le furent en France les « trente glorieuses », qui marque la fin de l'argent facile, l'essor d'une nouvelle classe moyenne et l'orientation du développement vers le social et le culturel. Mais pour y parvenir, les pays doivent être capables de faire évoluer leurs institutions et leurs consensus sociaux.

David Landes a montré que le principal facteur de différenciation entre les économies depuis le XVII<sup>ème</sup> siècle est la **culture** au sens large, soit non seulement les aptitudes mais aussi la qualité des institutions, qui fait qu'à partir d'une même opportunité technologique, certains pays décollent et d'autres stagnent ou régressent (Landes, 2000).

De quelle culture avons-nous besoin pour affronter avec succès ces nouveaux défis ?

Ce qui est sans doute spécifique aux technologies de l'information, c'est leur **absence de visibilité commerciale** puisqu'elles ne peuvent créer de la valeur ajoutée que par combinaison entre elles, une transformation des processus et des organisations et l'intégration dans des produits complexes. Le phénomène « d'innovation en grappes » décrit par Schumpeter au début du XX<sup>ème</sup> siècle est sans doute encore plus vrai un siècle plus tard.

Pour rendre plus visibles ces dynamiques d'innovation, il faut plonger dans les couches profondes des organisations et des systèmes nationaux d'innovation. Il s'agit en premier lieu de **comprendre le phénomène de « dépendance de sentier »** qu'il ne faudrait pas interpréter comme « continuer à faire ce que l'on sait faire » - combien d'erreurs de stratégie ont été faites au nom du « revenons à notre cœur de métier » - mais plutôt comme « comprendre ce que l'on peut faire ». Le sentier technologique d'une firme est constitué de trois couches de connaissances (Pisano, 2002) :

- **la connaissance technique de base**, qui est autant explicite (théories algorithmes, brevets, publications...) que tacite (savoir-faire, expérience acquise) ;
- **la connaissance organisationnelle**, qui traite de l'organisation des projets, des pratiques de résolution de problèmes, de la gestion des compétences ;
- **l'intégration des technologies nouvelles aux technologies existantes**, qui doit permettre de concilier l'introduction de la nouveauté et la viabilité des systèmes que maîtrise la firme.

**L'entreprise progresse sur son sentier technologique par apprentissage par les projets** : ce qu'elle sait aujourd'hui est fonction de ce qu'elle a appris hier. Au fil des générations de projets, la connaissance technique nourrit la connaissance organisationnelle qui nourrit elle-même le savoir faire en intégration de technologies nouvelles.

Mais cette **approche inductive** (*le learning by doing*) doit être complétée par une **approche déductive** (*le learning before doing*). L'historien de

la technologie Joel Mokyr a montré que la technologie, en tant que capacité humaine à manipuler la nature, **ne peut naître qu'à partir d'une base de connaissance efficace** : la première révolution industrielle n'a pu avoir lieu (alors que le principe de la machine à vapeur était connu depuis l'antiquité) que parce que la philosophie des lumières a créé les conditions culturelles et institutionnelles pour le développement des technologies : le refus du travail servile d'une part et d'autre part un faisceau de micro-inventions dans la métallurgie et le tissage ont permis de reculer les limites du possible.

Le développement de la technologie est comparable à un système évolutif en biologie (Mokyr, 2002) : la connaissance est un génotype, une potentialité, tandis que la technologie est un phénotype, une entité créée. Mais à la différence des systèmes biologiques darwiniens, l'expérience de la technologie (le phénotype) modifie, la base de connaissance efficace (le génotype). Quand la connaissance efficace nécessaire à la mise en œuvre d'une technologie devient complexe, l'apprentissage inductif apporté par l'expérience ne suffit plus : le feedback renvoyé par les problèmes non résolus induisent une mutation de la base de connaissance qui requiert un apport et un apprentissage déductif.

C'est la qualité de l'interaction entre les approches déductives et inductives qui va donc être la clé de la performance. Elle est tributaire de conditions institutionnelles (permissions et incitations données aux divers agents - par exemple le chercheur et l'ingénieur - d'interagir) et culturelles (ouverture au changement, niveau d'éducation, qualité des consensus sociaux). Le programme MINE permettra

d'approfondir la compréhension de ces interactions et la compréhension de la dépendance de sentier au travers de l'étude des « jeux d'innovation » qui sont l'ensemble des scénarios et des stratégies mis en œuvre par les firmes pour créer de la valeur à partir d'un intrant technologique, en fonction de leur secteur d'activité, de leur relation à la connaissance et de leur environnement institutionnel.

Pour soutenir cette dynamique de l'innovation, **trois axes d'action** apparaissent :

- **Rééquilibrer les relations fournisseurs-utilisateurs**

En début de cycle, il est logique que les industries porteuses des nouvelles technologies jouent un rôle moteur dans leur diffusion. Dans un contexte de rentabilité faible, érodée par les business plans pharaoniques de l'ex-nouvelle économie, elles sont amenées à survendre leurs produits et à leur faire promettre monts et merveilles pour financer leur développement et satisfaire aux ambitions irréalistes des marchés financiers.

La situation n'est pas saine et renvoie à la relation, il y a une vingtaine d'années entre les constructeurs automobiles et leurs équipementiers. Considérés comme « sous-traitants » ils jouaient le rôle de variable d'ajustement pour assurer la rentabilité des grandes firmes. Les politiques d'obsolescence programmée, de changement de version sans réelle valeur ajoutée et bien d'autres pratiques jouent le même rôle d'externalisation des coûts de développement des producteurs de technologie chez les clients. Le DSI d'entreprise en est souvent réduit à n'être qu'un signataire de bons de

commande qui a du mal à savoir si ces changements sont bénéfiques pour l'entreprise ou ne sont qu'une manipulation d'un fournisseur en mal de liquidités pour afficher un Q4 qui rassurera les marchés financiers, alors que « le problème majeur qui se pose aux DSI est bien celui du tri entre l'innovation utile et le changement nuisible » (Corniou, 2002).

Les investissements informatiques doivent être pensés en fonction de l'intérêt stratégique de l'entreprise, ce qui est plus facile à dire qu'à faire. Cela suppose que les DSI développent une culture stratégique qui puisse permettre le dialogue avec les dirigeants pour qui, la plupart du temps, l'informatique reste un monde imperméable et abscons dont tout ce que l'on se contente de souhaiter est qu'il ne tombe pas en panne et reste dans ses budgets.

C'est le sens de la stratégie « CIGREF 2005 » adoptée en 2001 par le CIGREF. Pratiquement, cela tend à définir une gouvernance du S.I., à partager la responsabilité du système d'information entre le maître d'ouvrage et le directeur informatique : à celui-ci la responsabilité

des solutions techniques et de la performance de la plate-forme, à celle-là la modélisation des processus métier et la définition fonctionnelle du SI. en fonction de sa sémantique et de ses préoccupations. A défaut, vu le poids des investissements dans les couches basses et sa prégnance sur la disponibilité des systèmes, les priorités stratégiques seront écrasées par les préférences techniques.

La gestion du processus de co-invention avec les fournisseurs et l'effet d'apprentissage qu'il induit permet d'améliorer la rentabilité du capital technique installé et de trouver de nouveaux gisements de création de valeur à capital constant (Bresnahan, 2002). Cela suppose le développement de compétences d'intégrateur chez l'utilisateur, basées sur des relations contractuelles avec les fournisseurs qui permettent cette démarche apprenante.

Dans l'industrie automobile, l'expérience de l'évolution des relations entre concepteurs de planches de bord est instructive : au fur et à mesure que la part de l'électronique augmentait dans la composition de la planche de bord, on aurait pu penser que ce serait l'électronicien qui prendrait le pas sur le plasturgiste. C'est l'inverse qui s'est produit car le plasturgiste a développé des compétences d'intégrateur étant le plus à même d'assurer le développement du sous-système qu'est la planche de bord et son intégration dans le véhicule. Dès lors, c'est lui qui valorise la technologie intégrée et le prix de vente par kilo de matières plastiques a été multiplié de manière considérable.

Cette évolution est analogue à celle qui s'engage dans la fonction du

Enjeux stratégiques  
(source Cigref)





DSI par le développement des compétences d'urbaniste : d'une part, le S.I. n'est plus seulement intégrateur de technologie mais concepteur d'un ensemble à valeur ajoutée et, d'autre part, il sait situer l'objet technologique qu'il conçoit dans le réseau de processus ou d'affaires de la firme. Les premiers résultats du programme MINE montrent que c'est la maîtrise de la fonction « innovation » par les DSI qui leur permet de rééquilibrer les relations avec les fournisseurs en devenant maîtres de leur architecture.

Dès lors, le processus de co-invention de la technologie peut s'enclencher sur la base d'une relation interactive et apprenante avec les fournisseurs.

#### Evolution de l'écart entre les dépenses de R&D des Etats-Unis et de l'Union Européenne 1967-1997

	1967	1977	1981	1984	1985	1991	1993	1996	1997
Ecart annuel	49,8	29,6	31,7	45,5	50,4	43,8	41,7	56,7	63,0

Source : Muldur, 1999.

#### Les dépenses intérieures de R&D et leur structure

	DIRD en pourcentage du PIB				% financé par les entreprises			
	1981	1992	1997	1999	1981	1992	1997	1999
Allemagne	2,43	2,41	2,29	2,44	57,9	61,9	61,4	65
Etats-Unis	2,42	2,65	2,57	2,62	48,8	58,2	64,3	66,8
France	1,97	2,38	2,22	2,17	40,9	46,6	51,6	54,1
Italie	.	1,18	0,99	1,04	.	47,3	43,3	43,9
Japon	2,32	2,76	2,88	2,91	62,3	76	74,8	72,2
Royaume-Uni	2,37	2,09	1,84	1,87	42	50,9	49,7	49,4
Suède	2,29	3,27	3,67	3,7	54,9	61,2	67,9	67,8
Total OCDE	1,99	2,2	2,16	2,21	51,2	59,3	62,3	63,1
UE	1,7	1,89	1,8	1,92	48,6	53,1	54,1	56

Source : OCDE (base de données sur les principaux indicateurs de la science et de la technologie) ; Commission européenne, 2001

#### • Les politiques publiques sont la clé de la performance globale

Les politiques publiques ont un impact sur le développement des technologies sous quatre angles :

#### Le soutien à la R&D

Vouloir « rentabiliser » la R&D en lui affectant des objectifs précis a été longuement dénoncé comme une erreur stratégique majeure (Rochet, 2001).

Il s'agit d'une part de maintenir un haut niveau de financement public de la recherche fondamentale et de lui conserver son caractère de bien commun en évitant qu'elle soit couverte par les droits de propriété intellectuelle comme cela est la tendance, d'autre part de maintenir un niveau suffisant de DIRD (dépense intérieure de R&D, publique et privée), qui devrait impérativement revenir à 3% du PIB, alors qu'il ne cesse de baisser, comme s'accroît l'écart entre les dépenses des pays européens et les Etats-Unis (Muldur, 1999).

En France, le désengagement public du financement de la R&D durant les années 1990 n'a pas été endigué par une croissance du financement privé. Cette baisse est due à la mutation non pilotée de l'appareil de recherche français, structuré autour des grands programmes de l'ère gaullienne, destinés à assurer l'indépendance nationale dans les domaines de la défense, de l'énergie, et de développer les technologies de pointe dans l'espace, l'aéronautique, les télécommunications et l'électronique. Les programmes de recherche militaire y jouaient un rôle moteur. A la fin des années 1990, les grands programmes civils ne représentaient plus que 13,5 % des dépenses publiques de R&D, soit une baisse d'un tiers par rapport à 1998 (Rapport du Commissariat Général du Plan, « L'économie de la connaissance », 2003, ci-après CGP 2003). La portée des grands programmes militaires s'est réduite

de manière drastique avec la fin de la guerre froide, alors qu'aux Etats-Unis la baisse des budgets militaires n'a pas affecté, contrairement à la France, la R&D militaire. En France, le poids de la R&D militaire est passé de 30% des dépenses publiques de R&D à 20% au cours de la décennie.

A cette insuffisance quantitative s'ajoute une **insuffisance qualitative** encore plus préoccupante. La France se situe au 15<sup>ème</sup> rang des pays industrialisés pour le nombre de publications scientifiques par habitant, avec un impact - soit l'intérêt manifesté par la communauté scientifique caractérisé par une citation - plus faible encore. La cause en est, non pas seulement le niveau des investissements - dans la situation de sous investissement européen la France reste en haut du tableau - mais leur productivité.

Cela est dû, d'une part, à la **gestion des carrières scientifiques**, alignés sur le statut des fonctionnaires par la loi sur la recherche de 1982.

Un tel statut, à l'opposé du principe « publish or perish » américain, ne favorise pas l'innovation et les publications originales, au profit des relations de clientèle entre les chercheurs et leurs laboratoires et des courants de pensée dominants au point, selon un rapport du Sénat de 2001, de constituer « un véritable risque de sclérose du système et des capacités d'innovations scientifiques de notre pays »<sup>21</sup> (CGP, 2003). L'évaluation de la recherche, à partir de standards mondiaux de qualité scientifique et des enjeux de politique publique est un point de passage obligé de la réforme du système actuel.

D'autre part, le dispositif français de recherche souffre d'un **manque d'interaction avec les entreprises**, ce qui est le point fort du système national d'innovation américain où le poids des investissements publics est bien plus élevé (Pavitt, 2000), mais qui procède par appel d'offres auprès d'universités par des dispositifs comme le **Bay Dole Act** qui leur permet de valoriser leur recherche auprès des entreprises ou encore le **Small Business Act** qui garantit aux PME une participation à ces programmes. L'intégration des chercheurs, et donc de la démarche de recherche, dans l'entreprise n'est pas favorisée par la non-reconnaissance du titre de docteur comme le titre d'ingénieur.

Il y a une **corrélation directe entre l'intensité de la R&D et le contenu technologique des exportations**, qui est ce qui fait leur valeur. La conséquence est que, alors que la France est dans le peloton de tête des exportateurs mondiaux, ses

## L'évolution récente du nombre de publications scientifiques

	Nombre de publications scientifiques (par million d'habitants)			Nombre de publications scientifiques fréquemment citées (par million d'habitants)
	1995	1999	% de variation entre 1995 et 1999	Entre 1995 et 1999
Allemagne	557	657	+ 4,34	29
Etats-Unis	737	708	- 0,08	59
France	596	652	+ 2,74	26
Italie	390	457	+ 4,17	18
Japon	425	498	+ 4,26	12
Royaume-Uni	906	949	+ 1,52	54
Suède	1274	1431	+ 3,04	58
UE	552	613	+ 2,92	31

*Le Science Citation Index (SCI) de l'Institute of Scientific Information (ISI) ne recense pas les revues scientifiques humaines et sociales. Données : ISI-SCI, CWTS, Nistep, Eurostat . Sources : Commission européenne, 2001c, 2002b.*

<sup>21</sup> SÉNAT, Rapport d'information du Comité d'évaluation des politiques publiques sur la politique de recrutement et la gestion des universitaires et des chercheurs, n° 54, 2001 ; <http://www.senat.fr>

exportations ont un contenu insuffisant en technologie et risquent de glisser d'une compétitivité valeur à une compétitivité prix, or « la compétitivité prix n'est pas la compétitivité : vendre moins cher n'enrichit pas la nation » (Debonneuil, 2003). Cette situation est aggravée par le fait que **la part des TIC dans la R&D n'est que de 4% en France contre 50% aux États-unis, la France comptant huit fois moins de chercheurs, en proportion, dans ce domaine.**

L'OCDE (2001) souligne que les gouvernements peuvent agir dans quatre domaines : instaurer les incitations appropriées, assurer la genèse de nouvelles connaissances, accroître l'efficacité de leurs propres investissements dans l'innovation et améliorer l'interaction entre les principaux acteurs du système d'innovation.

À côté du volet quantitatif, le volet qualitatif est donc important. **La productivité totale des facteurs est fonction de l'intensité de la DIRD** : si des pays comme la Finlande qui ont augmenté leur DIRD connaissent une forte croissance de leur productivité, d'autres comme l'Espagne ont une croissance négative. Les facteurs culturels et institutionnels entrent donc en jeu.

À titre d'exemple, on peut prendre le nombre d'entreprises créées à partir de la recherche publique : elle est trois à quatre fois plus rapide en Amérique du Nord qu'ailleurs. De petits pays comme la Finlande, là encore, ont de bons résultats : il s'y crée comparativement moins d'entreprises mais, en pourcentage, beaucoup plus d'entreprises nées de la recherche publique. Des dispositifs comme le *Bayh-Dole Act* aux États-Unis permettent, depuis le début des années 1980, aux

institutions (centres de recherche, universités) d'avoir et de valoriser la propriété intellectuelle des inventions issues des programmes de recherche publics et donc de fluidifier le passage de l'invention de laboratoire à l'innovation industrielle. Ajoutons à cela le « *small business act* » qui impose aux administrations américaines de confier 40% au moins de leurs dépenses de R&D coopérative à des PME.

Les politiques publiques peuvent avoir un impact important sur le dynamisme du **secteur du logiciel**. Là encore, la dynamique du système national d'innovation américain lui a permis de prendre un avantage considérable : démantèlement de l'intégration des éditeurs et des fabricants d'ordinateurs en 1968, avec l'application de la loi anti-trust à IBM, gestion des crédits de recherche militaire non pour chercher à concevoir des applications communes au civil, mais pour développer l'enseignement et la recherche en informatique dans les universités américaines. Enfin, une politique agressive de propriété intellectuelle qui a permis de constituer une position dominante dans le domaine du logiciel « packagé » (Mowery, 1999).

#### ***L'Etat peut soutenir la compétitivité de l'industrie du logiciel par trois voies :***

- le soutien à la recherche par le **soutien au RNTL** (Réseau National des Technologies Logicielles) qui fédère laboratoires et entreprises. Le rapport sur l'économie du logiciel (Rougier, 2003) propose d'augmenter considérablement ses moyens de financement directs (subventions, commandes) et indirects (crédit impôt recherche, redevances) et de développer de tels réseaux en

Europe pour contribuer à créer des standards « de facto ».

- une politique de **propriété intellectuelle** qui permette de protéger les innovateurs en leur accordant une rente de monopole tout en dévoilant les caractéristiques de leurs inventions. Une telle politique, souligne David Mowery, est largement déterminée par des critères endogènes : si le verrouillage de la propriété des logiciels par la généralisation des brevets confortera la position dominante des grands éditeurs américains, une politique plus souple, basée notamment sur *l'open-source*, permettrait à des nouveaux entrants de concurrencer les éditeurs dominants. Il est donc urgent de s'opposer à la politique de Bruxelles d'introduction de la brevetabilité du logiciel<sup>22</sup>.

- Du point de vue de la régulation du marché, le même rapport suggère que **certains logiciels ayant le caractère de technologie générique (General Purpose Technology) soient considérés comme des utilités**, au même titre que l'électricité ou le réseau téléphonique. Une action publique contre les positions dominantes de Microsoft, en cohérence avec l'évolution de sa situation aux Etats-Unis, permettrait de sortir du « *lock-in* » imposé par le « wintelisme ».

Enfin, une politique volontariste de constitution de pôles technologiques (clusters) peut avoir en effet très fort sur la dynamique du système d'innovation (OCDE, 2002-2). La politique des pôles n'est rien d'autre que la stimulation de la dynamique des « grappes » en appliquant le principe de l'entreprise apprenante

à une nation. La tâche n'en est que plus complexe puisqu'elle repose sur le dialogue entre une stratégie politique à long terme et les stratégies des entreprises confrontées à des contingences diverses. D'où la nécessité d'un débat transparent où des associations d'entreprises à but non-lucratif comme le CIGREF peuvent jouer un grand rôle.

### **L'intelligence économique et stratégique**

Dans une économie où le savoir devient le produit de base, la source et le fruit de l'innovation, sa protection est un enjeu essentiel. Une intelligence économique **défensive** doit protéger les produits de la découverte nationale, une intelligence économique **offensive** doit permettre d'accéder aux inventions des laboratoires étrangers avant qu'elles ne se transforment en innovations industrielles.

L'intelligence stratégique doit devenir **une activité commune aux firmes et aux pouvoirs publics**, tant pour comprendre les stratégies de nos concurrents que pour définir des stratégies nationales permettant de conquérir et de défendre des positions concurrentielles. En 1990 fut publié par la commission du développement industriel du MIT le rapport *Made in America*. Il soulignait combien le management des firmes américaines était devenu contre-productif face au modèle d'entreprise flexible développé par les Japonais. Les firmes étaient peu désireuses de coopérer sur les sujets qui auraient pu avoir un bénéfice collectif élevé. Etaient imputables tant l'attitude des managers que

---

<sup>22</sup> Les grandes signatures de l'économie de l'innovation ont publié un appel (sept. 2003) contre la brevetabilité du logiciel « An Open Letter to the European Parliament Concerning the Proposed Directive on the Patentability of Computer-Implemented Inventions », <http://www.researchineurope.org/>

des pouvoirs publics qui voyaient une telle coopération d'un mauvais œil que l'inexistence de la coopération entre administrations et entreprises.

*Made in America* et d'autres rapports étaient l'illustration du courant dit « décliniste » qui soulignait la perte de leadership de l'industrie américaine face au Japon. Il eut un grand mérite : faire bouger les choses : Durant les années 1990, sous la présidence de Bill Clinton et notamment sous l'impulsion du vice-président Al Gore, les Etats-Unis ont généralisé la « politique du plaidoyer » (« *Advocacy policy* ») pour faire converger les politiques publiques et les initiatives privées vers les enjeux stratégiques identifiés au

sein de « *war rooms* » réunissant autorités publiques et entreprises. C'est la mission, depuis 1994, de l'Advocacy Center du Département du Commerce. Il s'agit d'un bureau unique et central de coordination rassemblant les ressources de 19 organismes gouvernementaux des États-Unis pour s'assurer que les ventes des produits et des services américains puissent avoir les meilleures perspectives à l'étranger.

Il permet en outre de mettre au service des sociétés américaines la totalité des dispositifs publics - y compris les agences de renseignement - pour les aider face à leurs concurrents étrangers. Il n'est pas un seul déplacement commercial majeur

### Trois mariages et un enterrement

« De l'intelligence économique nous pouvons attendre la protection de notre patrimoine scientifique et industriel, des gains de compétitivité et des parts de marché, une influence renouvelée dans le monde auprès notamment de tous ceux qui ne peuvent se résoudre à dépendre d'un fournisseur exclusif, mais aussi, dans les organisations internationales, auprès de ceux qui pourraient se désoler du contournement ou du refus des règles du droit international : hier celles de Kyoto, aujourd'hui celles de l'ONU, et demain, plus qu'hier peut-être, celles de l'OMC.

Une France plus riche, une France mieux protégée, une France mieux respectée. Une France qui partage aussi ses progrès avec ses alliés commerciaux, notamment européens, à l'aune de nos intérêts mutuels bien compris. Voilà quels doivent être les guides d'une grande politique publique d'intelligence économique, politique dont l'actualité internationale éclaire les enjeux et souligne les faiblesses de notre dispositif institutionnel et privé.

Sans paranoïa ni panique, il est temps de réagir et, tout simplement, de réaliser « trois mariages et un enterrement » : le mariage entre les administrations publiques, le mariage entre le public et le privé et le mariage de l'information blanche avec celle qui l'est un petit peu moins...

L'enterrement alors, sera, celui des naïvetés françaises !

(...) l'intelligence économique est un patriotisme économique. Je devine le sourire du lecteur à la découverte de ces mots. Que notre tropisme soit notre région, notre pays ou l'Europe, c'est pourtant ce patriotisme économique qui sera le garant de notre cohésion sociale. S'il n'en est convaincu par sa réflexion propre, qu'il examine, sans parti-pris, comment nos grands partenaires se comportent et réussissent. »

*Bernard Carayon, Rapport au Premier ministre, sept. 2003, La Documentation Française*

des dirigeants de Boeing à l'étranger qui ne soit précédé d'une visite du directeur de la CIA ! Cette action, coordonnée à Washington, s'appuie également sur les ambassades des États-Unis et d'autres organismes gouvernementaux, à l'instar des *American Presence Posts* (Carayon, 2004).

Pays d'innovation et d'innovateurs,

la France a sur ce sujet une politique angélique qui se traduit par l'abandon de ses avantages concurrentiels et de ses industries. Le rapport confié au député Bernard Carayon (2003) par le Premier ministre souligne l'importance de réhabiliter le « patriotisme économique » et de procéder à « trois mariages et un enterrement » pour en finir avec les naïvetés françaises sur le sujet.

### Le « modèle » In-Q-Tel

In-Q-Tel est une société de capital-risque... créée par la CIA en 1999 !

Son objectif premier consiste à détecter des technologies innovantes susceptibles d'être utilisées par les services de renseignement. Une fois ce travail de ciblage effectué, In-Q-Tel a pour vocation d'investir dans les sociétés les plus avancées ou les plus prometteuses dans les secteurs sélectionnés.

La société de capital-risque travaille en liaison avec des grands organismes américains des hautes technologies, tels que la Science Application International Corporation (SAIC).

Les outils permettant le recueil et l'analyse de données (respectivement data mining et knowledge management) ont été jugés essentiels par la CIA. Il s'agit, en outre, d'un marché en plein développement. N'étant pas structuré, il est particulièrement perméable aux investissements ciblés. Les entreprises dans lesquelles In-Q-Tel investit sont particulièrement innovantes et essentiellement spécialisées dans la conception de logiciels et de moteurs dédiés à l'analyse linguistique, la récupération de données sur les réseaux informatiques, la sécurité et, depuis peu, les biotechnologies. La société investit environ 30 millions de dollars (25 millions d'euros) chaque année dans des sociétés innovantes.

Les attentats de New-York du 11 septembre 2001 ont renforcé l'attrait d'In-Q-Tel pour les autorités américaines : cet événement, en effet, a mis en lumière les défaillances du système informatique américain dédié à la recherche du renseignement.

Un rapport du Congrès soulignait que « l'activité de la société In-Q-Tel est justifiée et ce qu'elle a accompli, en si peu de temps, est remarquable ».

*Bernard Carayon, 2004*

Bernard Carayon (2004) souligne que « depuis une vingtaine d'années, notre pays est entré - sans en avoir nécessairement pris conscience - dans l'ère de la société de l'information ». Une telle situation fait de l'information de tous ordres une ressource stratégique qui doit être gérée comme telle, mais également que la « guerre économique » est à l'ordre du jour dans un contexte d'internationalisation de la compétition.

Les États-Unis ont massivement reconverti leurs services de renseignement dans la guerre économique avec la fin de la guerre froide. Plus, ils ont créé des fonds de placements chargés de prendre le contrôle d'industries stratégiques comme Carlyle ou In-Q-Tel (voir encadré), lié à la CIA, qui a pris le contrôle de GemPlus dont la technologie de cryptage des cartes à puces échappait au réseau d'interception échelon.

Les moyens consacrés par la France à la guerre économique traduisent cette insouciance : Suite au rapport Carayon, un haut fonctionnaire de l'intelligence économique a été nommé et dispose de ... trois collaborateurs. Face aux menaces qui pèsent sur les systèmes d'information, dont la paralysie figure au nombre des objectifs de la guerre économique, la fonction d'audit de la Direction centrale de la sécurité des systèmes d'information (DCSSI)

est composée de 6 personnes, recrutées parmi les meilleurs spécialistes informatiques. « Cet effectif est dérisoire au regard de la tâche qui incombe à cette cellule, compétente pour l'ensemble des systèmes d'information de l'État » souligne Bernard Carayon.

Ces services sont rattachés au Secrétariat Général de la Défense Nationale (SGDN) et procède d'une conception de la défense nationale qui date de 45 ans, qui devrait être remplacée par le concept de **sécurité nationale** pour intégrer les aspects économiques et technologiques. Dans une optique de travail concerté avec les entreprises, ces services devraient en outre adopter des démarches plus **business friendly** que les approches classiques des services de renseignement.

Bernard Carayon remarque que le contexte actuel est semblable au contexte d'après-guerre, celui d'une offensive sur la frontière technologique, et propose la création d'un **Commissariat aux technologies de l'information, de la communication et de la sécurité dont la mission sera de mettre en œuvre les orientations** définies par le conseil de sécurité économique et d'assurer la mutualisation des financements publics en provenance des différents ministères et des organismes associés. Dès sa création, cet organisme devra, en liaison avec les entreprises, **établir un panorama des vulnérabilités** françaises.

Enfin, sur la base d'un partenariat public privé, il s'agira de bâtir un fonds d'investissement pour le financement d'une **plateforme industrielle des technologies de l'intelligence économique**.

L'intelligence économique est donc non seulement un enjeu de politique industrielle pour faire de la France une nation de tête de la société de l'information comme elle le fut de l'économie industrielle du quatrième cycle, mais également un puissant levier de réforme de l'Etat.

### **La politique d'équipement de l'administration en TIC**

L'histoire des politiques publiques de soutien à la technologie en France est malheureusement une longue succession de fiasco, depuis le plan calcul, le plan « informatique pour tous », l'agonie sous perfusion de Bull. La politique française des « champions nationaux », si elle a permis de canaliser l'investissement public sur des technologies clés, a simultanément emprisonné les innovations dans des structures coupées du marché et de son stimulus et qui deviennent impossibles à supprimer une fois qu'elles sont dépassées. Aussi, **l'Etat gagnerait à affiner sa compétence en étant d'abord un utilisateur efficace de TIC dans son administration.**

Les administrations représentent 14% des achats informatiques : elles ont donc une capacité d'orientation de l'industrie en matière de standards, notamment dans le domaine du logiciel où la France garde des positions concurrentielles dans le logiciel sur mesure, mais pour autant que soit instauré un pilotage au plus haut niveau et que soit créée une fonction DSI de l'administration (Rougier, 2003).

Si l'on peut dire que le développement de l'Internet public en France est un succès, il n'en est pas de même des applications « back-office » et de la reconfiguration des métiers et des processus de l'administration.

Le projet ACCORD connaît un développement très difficile faute d'avoir mis en place une maîtrise d'ouvrage puissante qui définisse les enjeux stratégiques du projet et assurent la coordination des diverses initiatives dans le domaine de la gestion, de la comptabilité, de la réforme du code des marchés publics, du pilotage stratégique. Il y a bien eu au départ du projet une maîtrise d'ouvrage qui a permis d'aller au maximum de ce que l'administration était prête à accepter : un fichier commun des créanciers de l'Etat, une base de données commune ordonnateur - comptable - contrôleur financier ont été créés et un cahier des charges unique a pu être bâti. Il a rendu possible le choix de la solution progicielle. Ces décisions ont été prises au niveau de la maîtrise d'ouvrage de projet, mais il n'y a aucune maîtrise d'ouvrage stratégique - qui ne pourrait se situer qu'au niveau du Premier ministre - qui prenne en charge le *workflow* et l'unité de conception de l'ensemble du système.

L'expertise effectuée en 2003 mesure les conséquences de cette carence : périmètres fonctionnels mal définis qui multiplient les interfaces, non intégration de fonctions pour ne pas remettre en cause l'existence d'autres applications, non réponse aux besoins de synthèse des décideurs. Mais surtout, l'intérêt du recours à un PGI a perdu ses avantages compte tenu des compromis de conception destinés à limiter l'évolution de l'organisation : toutes les transactions d'origine ont été

modifiées et de nombreuses transactions spécifiques ont été développées. Le surcoût lié à ces développements spécifiques est de l'ordre de 40%.

La seconde phase - qui devait démarrer en 2004, mais vient d'être ajournée faute de maîtrise d'ouvrage suffisante - devrait faire d'ACCORD l'outil de mise en œuvre de la réforme budgétaire et le cadrer dans une perspective stratégique de passage à une gestion par les résultats.

Le projet COPERNIC, au contraire, a permis de créer un guichet unique de déclaration et de gestion du compte fiscal en réussissant pacifiquement une fusion de facto des administrations d'assiette et de recouvrement qui avait échoué en 2000 ; il reste cependant beaucoup à faire pour conduire ce projet au succès. Il fait surtout apparaître la question des sureffectifs qui en résulte, qui est un processus de changement social et organisationnel qui n'est pas actuellement traité.

La ré-ingénierie des processus et des métiers se heurte au manque de compétences et en DSI et à une approche encore naissante des concepts en matière d'architecture et d'urbanisme des systèmes d'information (Rochet 2003). Cette situation laisse l'administration à la merci des vendeurs de cravates de certains fournisseurs en mal de liquidités<sup>23</sup>.

---

<sup>23</sup> Ainsi la firme EDS - mise à mal par la faillite de son premier client, Worldcom - publie en 2002 un livre blanc sur le « e-gouvernement » où elle écrit le plus sérieusement du monde que le citoyen, par la vertu d'Internet, pourrait « se réapproprié en quelque sorte son identité administrative et civique ». Après les entreprises, c'est désormais l'administration qui est l'objet du discours sur les vertus thaumaturges de la technologie.



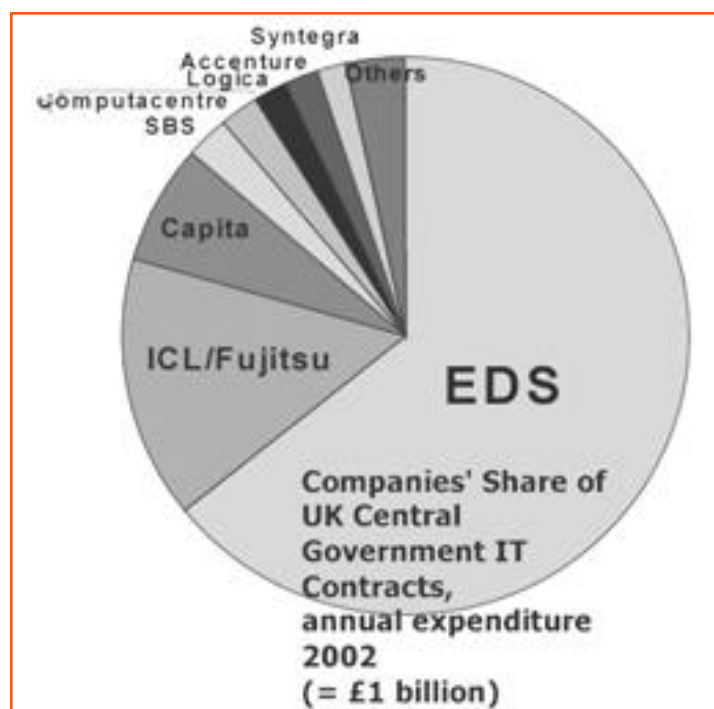
### Le développement des S.I dans l'administration : deux options

L'expérience des autres pays de l'OCDE, analysée par le programme de recherche de la London School of Economics (LSE)<sup>24</sup>, permet de dégager deux grandes options pour le développement des S.I dans le secteur public :

#### L'option anglo-saxonne :

Elle s'est développée dans les pays qui ont adopté les principes du « *New Public Management* » (NPM), soit l'application des principes de marché de régulation par les prix comme principes directeurs, essentiellement la Nouvelle-Zélande et la Grande Bretagne.

Cette politique est partie du principe que les administrations n'avaient pas de compétences TI et que celles-ci devaient être confiées au marché par le biais de contrats axés sur la recherche de réduction



des coûts, selon les principes du NPM.

Le bilan de cette politique est aujourd'hui assez négatif :

- Elle a abouti à un morcellement accru des administrations et des agences, faute de pilotage central.
  - De ce fait, il n'y a pas eu harmonisation des tables de données et des flux de circulation permettant de développer l'administration électronique.
  - Elle a conduit à mettre en place des organisations inélastiques, les prestataires ayant obtenu des contrats à long terme (de 10 à 15 ans) pour compenser les investissements qui leur étaient demandés.
  - Elle a permis la constitution d'oligopoles, comme la firme texane EDS qui gère les 3/5 des parcs informatiques de l'administration britannique et 4/5 en Nouvelle Zélande.
  - L'impact sur les coûts, en conséquence, est très faible.
  - Les relations avec les fournisseurs sont conflictuelles, générant beaucoup de pannes et de catastrophes informatiques.
  - Les compétences TI des administrations, et donc leur capacité de pilotage des systèmes - ne se sont pas développées.
- #### L'option rhénane
- L'archétype de ce modèle est les Pays-Bas, qui présente des caractéristiques opposées au modèle anglo-saxon et inclus également l'Allemagne et la France :
- Une compétence TI intégrée au secteur public, capable de travailler en partenariat avec l'offre du marché.

<sup>24</sup> Accessibles sur <http://www.governmentontheweb.com>

- L'orientation stratégique est, plus que la recherche des baisses de coûts par les contrats, la qualité de l'offre au public.
- Les arrangements contractuels sont consensuels, avec très peu de catastrophes.
- La démarche vers l'administration électronique est généralement bien avancée, avec de bonnes infrastructures intranet au niveau central, avec des politiques offensives pour combattre la fracture numérique.
- Les contrats sont en plus grand nombre, plus petits, permettant une innovation permanente et incrémentale. Il y a une corrélation nettement positive entre un style de contractualisation non agressif avec les fournisseurs et une démarche partenariale et la capacité d'innovation dans l'administration électronique. Pratiquement, la voie rhénane est aujourd'hui la plus adaptée au

développement de l'administration électronique. La Grande Bretagne a créé une agence pour recentraliser le pilotage des projets T.I. **La réduction des coûts de processus alliée à des meilleurs services est à rechercher dans les services web**, ce qui est antinomique avec la tradition du NPM qui fragmente l'organisation administrative.

### La clé est le développement des compétences en maîtrise d'ouvrage :

- Aux Etats-Unis, *l'Information Technology Management Reform Act* de 1996, a amené à la nomination de « *Chief Technology Officers* » dans chaque administration : ce sont des maîtres d'ouvrage délégués nommés aux côtés de chaque directeur d'une grande agence gouvernementale.
- Au Japon, l'État a créé l'association des « *IT-coordinators* » qui vérifie la qualification et délivre des diplômes à des maîtres d'ouvrage, élabore les méthodes etc.
- En France, le « club des maîtres d'ouvrage<sup>25</sup> des systèmes d'information » rassemble des professionnels de la maîtrise d'ouvrage pour définir les méthodes et les organisations pertinentes, ainsi que les compétences nécessaires à ce métier ; il est en phase avec les réflexions du CIGREF sur ce sujet.

*« EDS for example, supports 2.5 million desktops across the world, with annual business of \$33 billion and 126,000 staff across 55 countries. It is a lead player in many other countries, particularly Australia and New Zealand where it holds four-fifths of the market. And their role is set to increase to a wider range of functions, based around but not restricted to information systems. In October 1996 the magazine Wired asked a senior EDS director if he saw any role for government in the future. His reply was "To be honest, I really struggle to come up with a clear definition of ultimately what role government has". And then he laughed. »*

*Dunleavy & Margetts, 2003*

### Développer l'éducation

Dans la conception néo-classique de la croissance, seule compte l'accumulation de capital humain qui joue le même rôle que le capital physique : l'augmentation du nombre d'années d'études et de la qualification du travail a le même effet

<sup>25</sup> [www.clubmoa.asso.fr](http://www.clubmoa.asso.fr)

sur la productivité du travail que l'augmentation du capital physique. L'éducation est donc une ressource exogène qui n'a d'incidence que sur l'efficacité marginale du travail. Dans le modèle néo-classique, les rendements sont décroissants, il y a donc à terme convergence dans la qualité du capital humain et dans les niveaux de croissance. Cette conception a été remise en cause à partir des années 1960 par le développement des théories de la croissance endogène. On a ainsi remarqué chez les agriculteurs que les plus éduqués innovaient plus vite : il y a donc une production endogène d'innovation liée à l'éducation. Ce constat a été fait tant aux Etats-Unis qu'en France pour la période des trente glorieuses.

Ainsi l'éducation va avoir **deux effets** complémentaires sur l'effort de R&D : d'une part, elle **réduit le coût de la R&D** car une offre plus élevée de chercheurs est un incitatif pour les entreprises d'investir dans la R&D, d'autre part elle permet **l'adoption rapide des technologies** dans les pays en retard. Cela a été le cas pour la « révolution verte » qui a permis l'utilisation des semences hybrides dans les pays en voie de développement qui disposaient d'une main-d'œuvre qualifiée, cela est le cas avec des pays comme l'Inde qui, en investissant dans l'éducation, intègrent, par la pratique de l'outsourcing la technologie occidentale, notamment dans le domaine du logiciel (Aghion et Cohen, 2004).

L'effet de levier de l'éducation agit par deux biais : d'une part, un investissement dans les hautes qualifications proches de la frontière technologique accroissent l'effet d'innovation que nous venons

de mentionner. D'autre part, un niveau de qualification générale élevé de niveau primaire et secondaire facilite la diffusion des innovations, la transformation des organisations et la reconversion des qualifications. Il faut donc équilibrer l'investissement éducatif aux trois niveaux, primaires, secondaires et supérieurs. Par exemple, le seul investissement dans les hautes qualifications peut avoir pour effet le départ des cerveaux vers les pays à hauts salaires (certains pays d'Amérique latine ou l'Inde) et avoir un effet moins fort sur la croissance que dans certains pays d'Asie du Sud-Est, comme Singapour, qui ont investi sur le niveau moyen d'éducation qui garantit une élévation générale des qualifications.

Nous avons montré (Rochet 2002) que la gestion de la mutation technologique en cours requérait au contraire une culture qui dépasse le cadre technique et qui soit capable d'intégrer des paramètres techniques, sociologiques et stratégiques. Du point de vue de la compétitivité économique, Keith Pavitt (1994) souligne qu'une des différences importantes entre deux systèmes d'innovation dynamiques est **l'importance de la population ayant reçu une formation technique** et capable, pour cette raison, d'accumuler des connaissances, **plus que le nombre de diplômés de l'enseignement supérieur**.

Pour la France, l'Éducation nationale est concernée à trois niveaux : d'abord fournir à l'économie le nombre de techniciens en informatique dont elle a besoin, et qui ne doivent pas seulement être formés à la programmation mais aussi au système d'information. Il y a là un travail de gestion prévisionnelle qui n'est pas

encore entrepris avec l'intensité qu'il mériterait.

Ensuite, **intégrer l'usage des TIC** dans les activités d'enseignement : on est ici, en France, très loin du compte. Les TIC ont été introduites comme machine de guerre contre l'enseignement traditionnel dans un contexte idéologique qui rappelle les discours sur la nouvelle économie dans Wired au début des années 90. La thèse de base est que l'ordinateur pourrait remplacer le professeur devenu simple animateur, l'enseignement des disciplines et de la culture générale disparaissant.

Enfin, l'enseignement supérieur doit pouvoir répondre à **quatre conditions de performance** (Aghion et Cohen, 2004) : générer de la recherche fondamentale de pointe mesurée en publications scientifiques, être capable de se connecter au développement industriel, assurer une formation de qualité tant au niveau 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> cycle qu'au niveau 3<sup>ème</sup> cycle et enfin être capable de se régénérer en permanence par la sélection des meilleurs projets et des meilleurs chercheurs pour challenger les positions établies.

A cet égard, le système français d'enseignement supérieur souffre de trois handicaps : la séparation des grandes écoles de la recherche qui coupe la formation des élites de la recherche et d'une formation à l'innovation au profit d'une formation technocratique qui tend à reproduire les structures existantes ; le sous-investissement dans l'enseignement supérieur qui est le parent pauvre du système éducatif et enfin son incapacité à s'évaluer et à adopter une politique de performance tant au niveau académique qu'au niveau de l'impact sur la performance économique.

Plus encore, l'abandon de la politique « d'élitisme républicain » a retiré à l'enseignement primaire et secondaire leur rôle « d'ascenseur social », avec une baisse général de niveau, au point que, commentant le rapport de Philippe Aghion et de Elie Cohen « Education et croissance » (Aghion et Cohen, 2004), Jean-Hervé Lorenzi se demande s'il est encore possible de faire de l'or (un haut niveau d'enseignement supérieur) avec du plomb (une formation rabais-sée des élèves sortant de l'enseignement secondaire).

Le niveau traditionnellement élevé de l'enseignement français pourrait donc être géré comme un atout - ce qui pourrait sans doute l'aider à se réformer - alors que les Etats-Unis restent dépendants de l'importation d'étudiants, de professeurs et de techniciens qualifiés que leur enseignement secondaire ne fournit plus. Pour l'heure, il est devenu, à défaut d'une réforme radicale, le talon d'Achille des capacités d'évolution de notre appareil industriel.

### ***La nécessaire recherche d'un nouveau consensus social***

L'historien britannique Eric Hobsbawm a montré que les conflits sociaux émergeaient à la fin des longues phases de développement des cycles de Kondratiev et qu'il y avait des « conflits en grappes » comme des « innovations en grappes ». Freeman et Louça identifient en fait **deux points critiques** : l'un à la fin de la **phase d'expansion**, lorsque les travailleurs disposent d'organisations puissantes et que le plein emploi donne des marges de manœuvre. La dernière grande vague de ce type se situe autour de 1968. Les travailleurs veulent obtenir les gains d'une productivité croissante tandis

que les entrepreneurs veulent conserver des marges d'investissements face au déclin de la profitabilité. L'autre point critique se situe à la **phase d'ajustement** entre l'ancien et le nouveau paradigme techno-économique, quand le cycle entre en phase de récession avec croissance rapide du chômage et développement de l'insécurité de l'emploi, comme en 1974-75 et autour de 1983.

**Les marges de manœuvre pour financer l'essor de la cinquième vague sont très faibles** : la France a le taux d'activité le plus bas des moins de vingt-cinq ans et des plus de cinquante ans grâce au financement public de dispositifs d'assistance qui ne procèdent que d'une **vision malthusienne du travail** dénoncée depuis longtemps par Alfred Sauvy

et de nombreux démographes et économistes. Elle est accrue par l'idéologie du « partage du travail », héritier épicurien de la « fin de la croissance des forces productives » marxiste. Le taux élevé de prélèvements obligatoires (53% du PIB) n'est que le reflet et la conséquence du faible nombre de Français qui travaillent (40% de la population), soit 24 millions d'actifs tandis que pour une population équivalente, la Grande-Bretagne en compte 28 millions (Rochet 2003). **La conséquence en est une désindustrialisation de la France** qui est un ferment de décomposition sociale de nature à l'handicaper durablement.

Il n'y a pas encore de conflits directement liés aux activités de la cinquième vague : d'une part, l'idéologie « nouvelle économie » est violemment libertaire et antisyndicale et d'autre part la diffusion des TIC dans les activités économiques reste faible (13 secteurs INSEE sur 90, selon Jacques Mairesse). Les sources d'explosion liées à l'entrée en cinquième vague n'en sont pas moins présentes :

1. L'idéologie libérale préfère le marché (financier) à la qualité de l'organisation. Or, le marché a fait preuve de sa cécité et de sa focalisation sur le court terme et sur l'uniformité. Le marché, en fait, ne s'intéresse pas à l'entreprise comme système complexe créateur de valeur au sens de « production utile », focalisé qu'il est sur la valeur des actions. L'économie néo-classique ne considère pas à la firme comme lieu d'innovation mais uniquement comme machine à optimiser le profit en adoptant la « bonne solution » (Nelson, 1996). La pression qui en résulte sur les entreprises est à l'origine des fraudes comptables retentissantes des Worldcom et Enron, pour maintenir le niveau des plus-values.

Pour les experts de l'AFAI, (Association Française de l'Audit et du Conseil Informatique) la qualité d'une entreprise s'apprécie selon les critères suivants :

- qualité de l'organisation : elle peut s'évaluer à partir d'une check-list énumérant les qualités que doit avoir un système d'information, car l'organisation se reflète de plus en plus exactement dans le SI
- qualité du marketing, de la connaissance des clients, de la veille concurrentielle, etc.
- connaissance de la fonction de production (et donc de la fonction de coût).

A partir du marketing et de la connaissance de la fonction de production, on peut construire des scénarios stratégiques pour explorer les divers chemins possibles et choisir le plus prometteur, animer une veille technologique qui permettra d'être au front de pointe des technologies, s'assurer de l'efficacité de la mise en œuvre de la fonction de production.

Une organisation de qualité attire des personnes compétentes, qui souhaitent disposer d'un bon environnement pour produire au mieux.

Enfin il ne faut pas oublier le dernier critère, qui est crucial : la qualité du dirigeant et de l'équipe dirigeante.

<http://www.afai.asso.fr/>

La réflexion sur l'adaptation des conditions de travail et des qualifications aux nouvelles technologies est encore embryonnaire. François Caron souligne que la « résistance au changement » dont on accable les travailleurs n'est qu'une absence d'analyse de la modification des conditions de travail (Caron, 1997).

De nombreuses études de l'OCDE soulignent que c'est aux technologies de s'adapter aux conditions de travail et non l'inverse. La réflexion autour de l'évolution des conditions de travail et des métiers, analogue à celle qui a existé dans les années 1980 autour du changement socio-technique (l'intégration de l'évolution des conditions de travail dans la conduite des investissements industriels lors de la réorganisation post-taylorienne des processus de la grande industrie), réflexion alors impulsée avec succès par l'ANACT<sup>26</sup>, n'est pas encore au niveau requis. Or, l'impact des TIC peut être considérable<sup>27</sup> en changeant les paramètres de productivité des métiers et créant des effets d'exclusion, l'écart entre métiers utilisateurs des TIC et les autres se transformant par l'effet cumulatif de l'apprentissage lié à l'usage (Gollac, 2003). Dans le domaine du logiciel, Wendy Mackay, directrice de recherche à l'INRIA, décrit l'usage comme un processus co-adaptatif analogue aux processus biologiques des systèmes vivants où un organisme modifie son environnement tout en s'y adaptant.

Les projets de recherche qu'entreprend le CIGREF ont précisément pour objet de voir comment l'usage modifie la pratique du métier et comment l'évolution de l'organisation peut améliorer l'usage. Dans le domaine du logiciel, Wendy Mackay note qu'à certaines occasions,

l'utilisateur peut jouer un rôle de traducteur entre la structure du logiciel et son usage effectif et être à la source d'innovation (Mackay, 1991). Il peut alors devenir un acteur du processus de conception et d'innovation des systèmes (Von Hippel, 2003).

A défaut, les conditions de travail sont considérées comme une variable d'ajustement. Quand un projet informatique échoue, par absence de cadrage stratégique, absence d'étude d'impact, survente par des consultants, généralement lié à une maîtrise d'ouvrage insuffisante ou absente, on en rend responsable les " utilisateurs " accusés de faire de la " résistance au changement " - qu'il va s'agir de " combattre " par l'intervention d'une nouvelle bordée de consultants. La grève de la toute nouvelle Bibliothèque Nationale de France en 1998 fut le résultat logique d'un système d'information arrogant, d'un projet guidé par des considérations de prestige où la fonctionnalité avait été rejetée au second plan. Seule la reprise en main de l'ensemble du projet autour d'un plan stratégique d'ensemble a permis de remettre sur les rails ce projet aussi dispendieux qu'inefficace (Rochet, 2003-2).

Management de l'innovation, nouveaux modèles d'activité, intégration des usages dans la conception, pilotage de la transformation organisationnelle, tels sont les facteurs clés de succès pour réussir l'entrée dans l'économie de la cinquième vague.

L'industrie informatique a joué son rôle de propagateur d'innovation en associant à l'ordinateur et aux réseaux numériques des promesses

---

<sup>26</sup> Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail.

<sup>27</sup> Impact qui peut aller jusqu'au rejet pur et simple : dans une étude sur l'informatique au travail dans le milieu du journalisme, A.F. de Saint-Laurent rapporte la réflexion « Ici, les bons en informatique, ce sont des tocquards. Le boulot ici, c'est la recherche de l'information, l'investigation, pas l'informatique ». ( Saint-Laurent, 2000)

## Les axes de la stratégie CIGREF 2005 : " Agir pour la société de l'information "

de transformation en profondeur de l'économie. Elle a été relayée par des néophytes qui l'ont servie avec le zèle des nouveaux convertis.

Il est maintenant clair que la révolution technologique ne peut se réduire à " achetez et vous verrez ". Elle passe par une reconception des modèles d'affaires des firmes et de l'ensemble de leur organisation et des conditions de travail.

Il est dans la logique des cycles technologiques que le leadership passe maintenant des fabricants et vendeurs aux intégrateurs de technologie que sont les entreprises, les administrations, les organismes à but non lucratif qui seuls sont à même d'en faire naître de la valeur économique et sociale, sous réserve qu'elles développent les compétences de gouvernance du S.I. appropriées.

La stratégie CIGREF 2005 (figure 3) définit quatre objectifs stratégiques :

**1. Permettre à l'entreprise de faire les bons choix S.I. pour améliorer l'usage :** Il s'agit de prendre en compte les usages dans la conception des systèmes et donc de gérer le S.I. comme un levier de création de valeur pour l'entreprise, en obtenant que la maîtrise d'ouvrage remplisse effectivement et de façon professionnelle l'ensemble de ses responsabilités.

**2. Rééquilibrer les relations avec les fournisseurs :** La fin de la logique financière doit aussi être celle d'une période où les entreprises

utilisatrices sont la variable d'ajustement des stratégies des fournisseurs. C'est dans les entreprises utilisatrices que peut et doit se réaliser l'innovation induite par les TIC et le leadership des utilisateurs sur l'innovation doit s'accompagner d'un rééquilibrage des relations avec les fournisseurs.

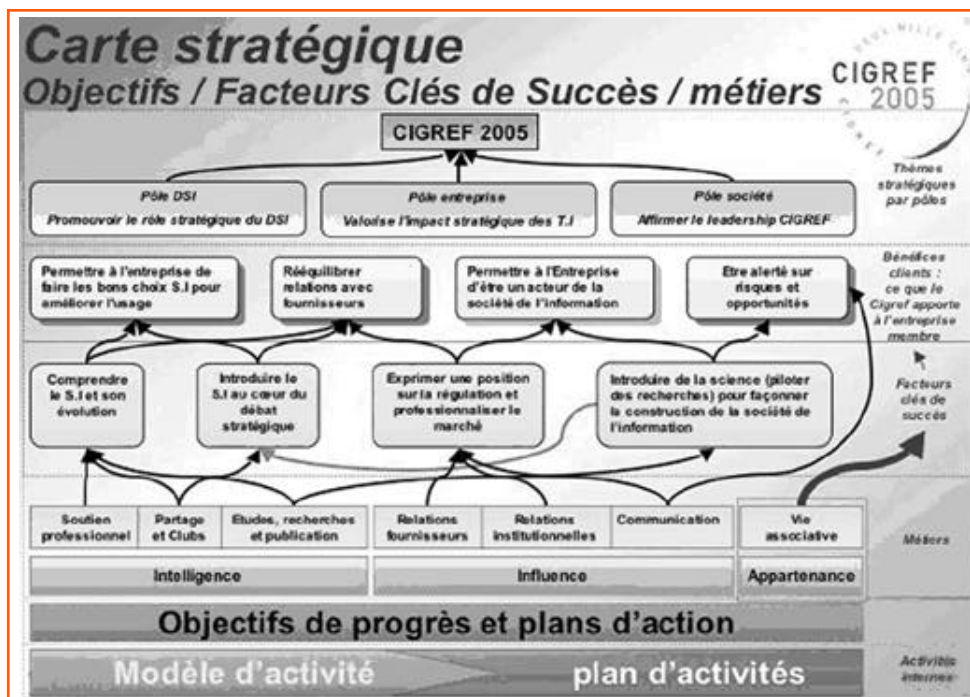
**3. Permettre à l'entreprise d'être un acteur de la société de l'information :** Le rôle des politiques publiques est essentiel par le soutien à la recherche, la transformation du cadre institutionnel au plan national et international, la définition de nouvelles règles, l'accompagnement de la construction d'un nouveau consensus social. Mais alors que la France est un pays d'innovateurs, le système public de soutien à l'innovation est inadapté tant par le retard de l'administration dans le domaine du S.I. que par sa capacité à interagir avec le marché et une nouvelle donne économique qui se construit dans la turbulence. Une coopération très proche entre les pouvoirs publics et les entreprises est donc nécessaire dans une perspective de développement de pratiques d'intelligence économique et stratégique.

**4. Être alerté sur les risques et opportunités liés à l'usage des TIC :** Les TIC permettent de créer de nouveaux systèmes dans un environnement turbulent où le risque est émergent. La gestion des risques est partie intégrante du management de l'innovation. Elle ne doit pas devenir un " principe de précaution " qui stériliserait les

opportunités mais un art qui va de l'évaluation de la fiabilité des technologies émergentes à la scénarisation stratégique des nouveaux modèles d'activités.

inconvenient le conservatisme sur la base de l'expérience acquise tandis que la seconde peut ne pas trouver son point d'ancrage dans la réalité des entreprises utilisatrices.

Figure 3 :  
La stratégie  
CIGREF 2005



Le CIGREF mobilisera trois métiers pour y parvenir :

1. **La vie associative** : le CIGREF est, en Europe, la seule structure de DSI fonctionnant sous le principe associatif à but non lucratif. Il est particulièrement adapté au partage d'expériences entre DSI, à la définition d'objectifs en lien avec les problèmes à résoudre par les DSI et au développement de concepts opérationnels.
2. **L'influence** : Le CIGREF entend jouer pleinement son rôle de représentant des entreprises utilisatrices face aux fournisseurs, auprès des pouvoirs publics et des institutions.
3. **L'intelligence** : Il s'agit de marier le partage d'expérience et la recherche : la première activité peut avoir pour

Ces orientations se traduisent par le lancement en 2004 d'un programme de recherche dont le thème générique est " création de valeur par le système d'information " et qui se décline en projets de recherche d'une durée de trois ans.

Ces projets correspondent aux trois niveaux de création de valeur en fonction de l'intensité de l'innovation :

- 1 - Dans les systèmes installés, il s'agit avant tout de définir une métrique pour mesurer la valeur produite, et de pouvoir utiliser cette métrique pour évaluer les projets au regard de leur contribution à la création de valeur.
- 2 - Les usages et leur impact sur les métiers et l'organisation sont la source d'innovation la plus immédiate qui permet de comprendre et



d'optimiser la trajectoire technologique de l'organisation en intégrant la technologie dans les modes opératoires.

3 - La stratégie globale de la firme

doit reposer sur la compréhension du jeu d'innovation dans lequel elle se trouve, jeu qui repose sur des leviers non technologiques.

Ces trois projets sont l'objet du cahier de recherche n°1.

## Les leviers non-technologiques de l'innovation : le programme de recherche MINE<sup>28</sup>

### Présentation

Le CIGREF est partenaire du programme de recherche international sur le management de l'innovation dans l'économie numérique (MINE), dirigé par le Dr Roger E. Miller, titulaire MINE de la Chaire Jarislowski en Innovation et en gestion de projets de l'École Polytechnique de Montréal, est dédié à l'identification et à l'analyse des mécanismes de création de valeur par l'innovation pour la performance des entreprises.

En associant des universitaires au niveau international avec des praticiens expérimentés, le programme MINE vise à livrer non seulement un cadre de référence novateur pour la création de valeur à travers l'innovation, mais aussi des processus et des outils de gestion pratiques pour aider les entreprises à accroître leur capacité d'innovation.

Grâce au soutien financier du Conseil de Recherche en Sciences

Humaines du Canada (CRSH) et aux contributions de partenaires industriels (Alcan, Laboratoires Universitaires Bell de Bell Canada, British Columbia Biotechnology Alliance (BCBA), Club Informatique des grandes entreprises françaises (CIGREF), Fujitsu, Innovatech, Laboratoire de recherche IREQ d'Hydro-Québec, The Society of British Aerospace Companies (SBAC), SR Telecom.), plus de 20 équipes de chercheurs (École Polytechnique de Montréal, MIT Sloan School, Stanford, SPRU Sussex, University of Toronto-CEM, University of New Jersey, UQAM, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines) interagissent avec des représentants des industries afin d'explorer et d'analyser divers aspects de la création de la valeur à travers l'innovation. L'approche du programme MINE est solidement ancrée dans le terrain et mise sur une collaboration intensive avec les représentants de l'industrie pour assurer la pertinence et l'applicabilité des résultats dans un contexte corporatif.

---

<sup>28</sup> Partie rédigée par Rouba Taha, doctorante au Laboratoire de recherche en gestion de l'Université de Versailles Saint Quentin, et chef de programme MINE au Cigref.

## Origine

Ce projet s'appuie sur les résultats d'un programme de recherche international réalisé récemment par Dr Roger E. Miller en collaboration avec l'Industrial Research Institute, IRI (Washington). Ce projet visait à identifier les meilleures pratiques en gestion de la technologie pour soutenir la croissance des firmes. Au cours d'une période de 18 mois, l'équipe de chercheurs a pu s'entretenir avec les directeurs des systèmes d'information et les vice-président R&D de plus de 125 compagnies, telles Lucent Technologies, Sun Microsystems, Compaq, Aventis, Airbus, Syncrude, Bell Canada, British Telecom, Ericsson, Johnson & Johnson, ou Bombardier. En travaillant en collaboration avec un comité de pilotage de 12 compagnies membres de l'IRI qui s'assurèrent du caractère appliqué et pertinent de cette recherche, les conclusions suivantes se sont dégagées, qui vont devenir les hypothèses de travail du projet MINE :

- Il existe plusieurs " Jeux d'innovation " dans lesquelles les pratiques de gestion de l'innovation et de capture de la valeur créée sont très différentes. Huit Jeux ont été identifiés à ce jour, à travers de nombreuses industries, mais les chercheurs anticipent de découvrir encore 3 à 5 autres dans le cadre du programme MINE. Par exemple, le Jeu des " Batailles d'Architecture ", typique de l'industrie des TI, se caractérise par la grande vitesse d'innovation et la croissance hyper sélective. Dans ce Jeu, la valeur est créée soit par la coordination avec d'autres joueurs et l'alignement des produits sur l'architecture dominante, soit par une tentative d'imposer une nouvelle

architecture de produit à travers le développement de coalition et l'établissement de standards de facto.

- Les stratégies, les structures et les pratiques d'innovation les plus adaptées dépendent du " Jeu d'innovation " dans lequel la firme joue. Il faut donc que ces dimensions soient parfaitement adaptées à la logique de création de valeur dominante dans le Jeu en question. Cependant, certaines firmes sont plus performantes que d'autres et atteignent ainsi des meilleurs niveaux de croissance et de profitabilité. Bien que des " meilleures pratiques universelles " n'existent pas, certaines pratiques sont statistiquement reliées à une meilleure performance lorsqu'elles sont analysées dans le contexte d'un " jeu d'innovation " spécifique.

- Les compagnies les plus performantes sont celles qui atteignent à la fois une croissance de vente et un retour sur investissement au-dessus de la moyenne, développent les compétences requises compte tenu du Jeu qu'elles jouent. En plus de l'adoption des pratiques les plus adaptées pour la gestion de l'innovation, elles parviennent à développer les compétences requises par leur environnement compétitif, technologique et réglementaire.

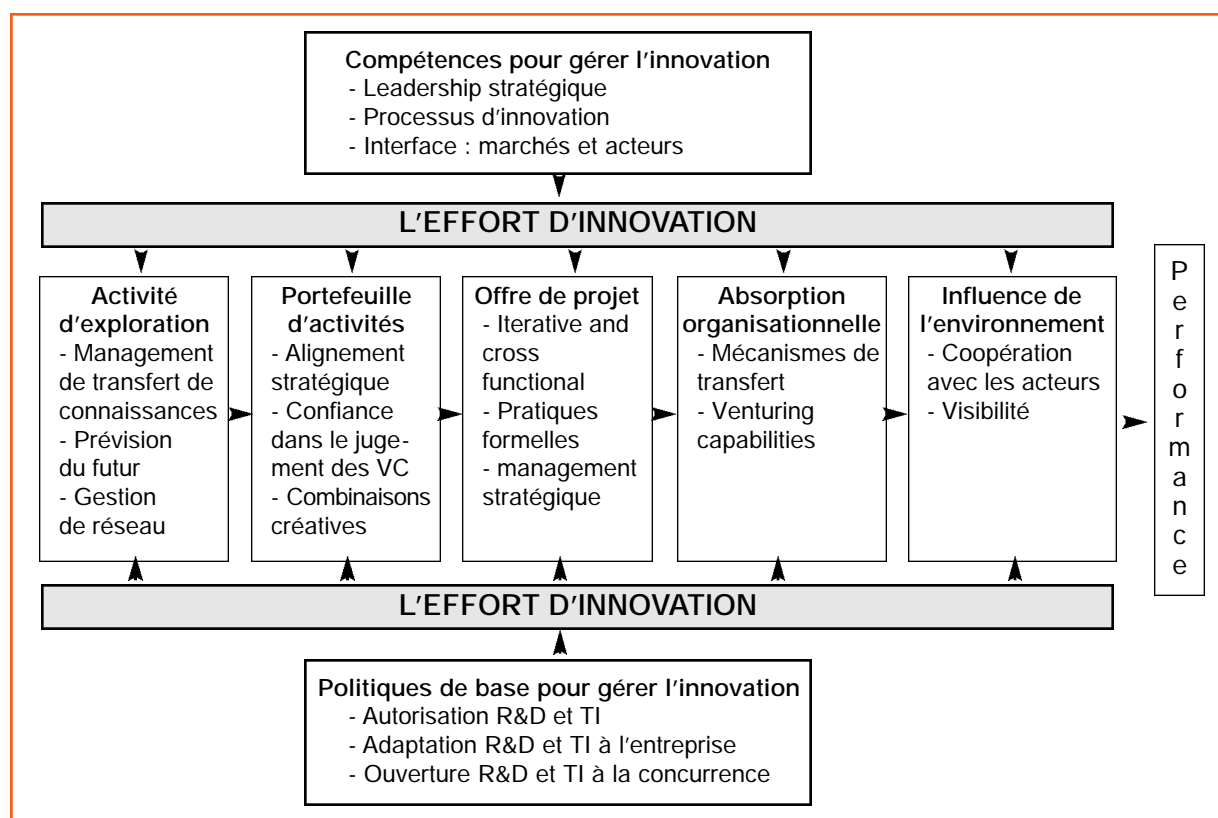
L'intérêt du concept de « jeu d'innovation » est de constater que les pratiques se regroupent en grappes (clusters) indépendamment de l'activité des firmes. Aussi, une firme, au delà de développer une démarche d'analyse comparative classique (par exemple, les banques vont s'étalonner sur les performances des meilleures pratiques des métiers de la banque), peut comprendre à quel jeu elle joue, en comprendre la

règle, les atouts nécessaires pour gagner au jeu de l'innovation et repérer les joueurs les plus performants, qu'ils appartiennent ou non à son secteur, défini par l'approche classique des « domaines d'activité stratégique ». Il est clair que dès lors les idées innovantes se trouvent à la marge : une banque aura intérêt à étalonner ses pratiques sur

les joueurs de son jeu qui ne sont pas banquiers.

L'Industrial Research Institute, dans son étude, avait identifié 106 « meilleures pratiques » regroupées en 26 compétences liées à l'innovation.

Bien que ce premier projet de recherche ait ouvert le chemin vers



une meilleure compréhension des nouvelles exigences de la création de valeur par l'innovation, l'échantillon de 125 firmes était trop restreint pour parvenir à des conclusions fiables de balisage (benchmarking), pour bâtir des cadres de référence pratiques et pour livrer des boîtes à outils opérationnelles aux compagnies. Les participants de l'IRI demandèrent donc l'extension de l'étude pour augmenter la taille de l'échantillon et pour explorer davantage le concept de « Jeu d'innovation ».

### Methodologie

La pertinence et la précision du travail sont une priorité essentielle pour les chercheurs. Voilà pourquoi l'approche est collaborative et s'alimente d'interactions intensives avec l'industrie. Les commanditaires industriels orienteront le travail de l'équipe des chercheurs et valideront les conclusions.

La deuxième priorité est l'excellence

du travail. L'équipe de recherche consacrée à ce travail est l'une des équipes les plus impressionnantes des sciences de la gestion, soutenues par des étudiants au doctorat motivés. Ces équipes exécuteront une somme impressionnante de recherche - surtout sur le terrain - pour développer des processus et des outils de gestion pratiques pour aider les entreprises à accroître leur capacité d'innovation.

En vue d'assurer la fiabilité et la pertinence de ce travail, ce projet se structure autour des principes suivants :

- Cette approche est ancrée dans la réalité du terrain: les observations sur le terrain sont privilégiées par rapport aux idées préconçues. L'analyse comparative (benchmarking) et les études de cas par questionnaires, basées sur l'analyse de performance de plus de 1 500 compagnies dans 10 à 20 pays permettront de livrer aux participants des outils pertinents et directement opérationnels.
- Le projet sera réalisé avec plusieurs équipes industrie/université. De plus, grâce à la participation des entreprises, 240 études de cas approfondies par entretiens dans des secteurs industriels variés seront menées.

Cette approche, axée sur le terrain ainsi que sur l'interaction intensive avec l'industrie conduira à des conclusions pertinentes et opérationnelles de même qu'aux "meilleures pratiques" facilement applicables dans un contexte d'entreprise.

## **Premiers résultats de recherche en Amérique du Nord**

Les recherches exploratoires au Canada ont donné lieu à publication des premiers résultats, notamment l'article de Roger Miller et de Serghei Floricel paru dans la revue R&D Management en 2003. Cet article se propose d'étudier les différences de pratiques en matière d'innovation des secteurs de la "nouvelle économie" (c.a.d l'économie numérique du 5ème cycle) et de "l'ancienne économie" (l'économie de la production de masse du 4ème cycle) à l'aide d'un instrument de mesure construit à partir d'une analyse exploratoire quantitative auprès de cadres issus des fonctions de R&D et liées aux technologies. Le terme "Nouvelle économie" est ici employé de manière équivalente à "économie numérique" ou "économie du savoir", soit une économie caractérisée par des fortes externalités positives, et des tendances monopolistiques liées au faible coût de reproduction et de transmission des produits digitaux, à des stratégies qui reposent sur des architectures technologiques, des interfaces, des alliances qui permettent de capturer la valeur produite. Quelle que soit l'approche, le trait essentiel de cette nouvelle conjoncture est qu'elle est basée sur le savoir, à la base de la connaissance scientifique, mais aussi la connaissance des usages, des processus, des nouveaux modes organisationnels. Ces dimensions immatérielles comptent beaucoup plus que les actifs matériels ou de marque.

Cette économie est un mode turbulent ou la souplesse des organisations et des architectures technologiques est essentielle pour permettre l'adaptation des stratégies et des processus d'innovation. Le tableau 2 résume les principaux changements dans les processus d'innovation entre les économies du 4<sup>ème</sup> et du 5<sup>ème</sup> cycle.

L'hypothèse de base est que le contexte environnemental dans lequel les firmes innovent va déterminer leurs stratégies organisationnelles. La première phase de la recherche a identifié 13 composantes de l'environnement qui vont influencer sur la stratégie. Ces composantes sont exogènes à la firme, et la recherche a pour but de comprendre comment elles sont endogénéisées au travers de pratiques d'innovation.

Trois grandes conclusions se dégagent pour la gestion de l'innovation :

- Elle est, dans l'économie du savoir, basée sur l'exploration et l'apprentissage avec des clients en situation. Alors que dans l'économie du 4<sup>ème</sup> cycle, l'innovation résidait dans les procédés qui permettaient la standardisation, elle se focalise sur quelques clients hautement spécialisés ayant des besoins précis. Ce n'est pas une innovation linéaire poussée par des connaissances ou des technologies nouvelles, mais une innovation itérative qui dépend d'un processus de co-apprentissage avec quelques clients pointus qui permet de rester sur la frontière technologique.

- La capacité d'innovation dans un environnement turbulent, et donc le maintien d'une position concurrentielle de la firme, repose, au-delà des

liens existants avec la communauté scientifique, sur des liens forts avec le haut management et des clients de référence. C'est la qualité, la quantité et la rapidité des interactions au sein de ces réseaux qui permet l'adaptation de la firme aux fluctuations de son environnement.

- La vitesse d'innovation est un atout essentiel, il faut donc lutter contre tout ce qui la ralentit par des pratiques appropriées : prototypage rapide des solutions et retour d'expérience des projets, coopération entre les acteurs... Les pratiques d'innovation doivent viser la gestion de la fluidité et de la rapidité de ce processus.

### MINE - France

Le programme MINE en France se focalise, à l'initiative du Cigref, sur le rôle des TIC dans le processus d'innovation. Il associe le laboratoire de Recherche en Management, LAREQUOI, de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, et le Cigref pour étudier l'articulation entre l'utilisation des TIC, les pratiques d'innovation et les mécanismes de création de valeur.

Le programme MINE en France poursuit le programme de recherche lancé par les canadiens avec pour thème spécifique : « Les leviers non technologiques de l'innovation : l'articulation entre TIC, innovation et création de valeur ». Le but est, dans le cadre de la stratégie Cigref 2005, de faire émerger les configurations reliant ces trois éléments, d'identifier les leviers non technologiques qui permettent à l'entreprise de créer de la valeur par l'innovation, de connaître les stratégies d'innovation appliquées par les entreprises les plus performantes...

## Méthodologie

L'objectif est de produire un rapport complet à l'horizon 2007, qui fera l'objet d'une restitution aux DSI français et européens via le réseau EuroCIO. Ce rapport sera fondé sur des recherches approfondies réalisées sur la base d'entretiens semi-directifs avec des dirigeants, des directeurs de système d'information, des chargés de projets, des responsables marketing, des responsables R&D, des entreprises membres et non membres du Cigref, complétés par les documents sur les entreprises participantes.

Un minimum de deux vagues de 10 entreprises participantes est prévu pour les années 2004/2005 et 2005/2006 qui donneront lieu à des rapports intermédiaires présentés aux assemblées générales du Cigref en 2005 et 2006. Deux études exploratoires ont été lancées au cours de l'année 2004 auprès de la Société Générale et de La Poste - dont les DSI sont les sponsors du projet au sein du Conseil

d'administration du Cigref - pour lancer le programme MINE en France. Les entretiens ont permis de définir la problématique spécifique MINE-France pour répondre aux besoins des entreprises françaises. Les entreprises pourront bénéficier d'une comparaison entre les pratiques de l'entreprise et les tendances telles qu'elles ressortent des études française et internationale.

## *Calendrier des actions futures ou prochaines étapes*

- Septembre 2005 : présentation au conseil d'administration du Cigref d'un rapport intermédiaire sur la base d'un minimum 10 monographies approfondies.
- 2005/2006 : un rapport final sera présenté en septembre 2006 sur la base des mêmes méthodologies avec un minimum de 10 monographies réalisées au cours de l'année.
- Des restitutions seront organisées dans chaque entreprise participante, animées par l'équipe de chercheurs.

<b>Contacts pour participer :</b>	Claude Rochet Conseiller scientifique - Cigref claude.rochet@wanadoo.fr	Rouba Taha Chargée de programme - Cigref rouba.taha@cigref.fr
-----------------------------------	---	---

## Références bibliographiques

- Aghion, Philippe, (2002), « Une estimation empirique de la relation entre innovation et concurrence sur le marché des biens » in « Institutions et Innovation - de la recherche aux systèmes sociaux d'innovation », Centre Saint-Gobain pour la recherche en économie, Albin Michel.
- Aghion, Philippe et Elie Cohen, (2004), « Éducation et croissance » Rapport, La Documentation française, Paris.
- Benghozi, Pierre-Jean, (oct. 2001), « Relations interentreprises et nouveaux modèles d'affaires », in « Economie de l'internet », Revue économique.
- Bresnahan, Timothy, (2002) « La contribution des technologies de l'information à la croissance économique », in « Institutions et Innovation - de la recherche aux systèmes sociaux d'innovation », Centre Saint-Gobain pour la recherche en économie, Albin Michel.
- Brynjolfsson, Erik, (2002), « Computing Productivity: Firm-Level Evidence » MIT Sloan School of Management.
- Brown et Goolsbee, (2000), "Does the internet make markets more competitive? Evidence from the life Insurance Industry". KSG, Harvard University.
- Callon, Michel (1992) « Variété et irréversibilité dans les réseaux de conception », in « Technologie et richesse des nations », Economica.
- Caron, François, (1997), "Les deux révolutions industrielles du XX<sup>e</sup> siècle", Albin Michel.
- Carayon, Bernard, (2003), « Intelligence économique, compétitivité et cohésion sociale », rapport remis au Premier ministre en juin 2003, La Documentation française, Paris.
- Carayon, Bernard, (2004), « Rapport sur la stratégie de sécurité économique nationale », Assemblée Nationale, Paris.
- Commissariat général du Plan, (2004), « L'économie de la connaissance », La Documentation française, Paris.
- Corniou, Jean-Pierre, (2002), « La société de la connaissance », Hermès.
- David, Paul, ( 1992), « Dépendance de chemin et prévisibilité des systèmes dynamiques », in « Technologie et richesse des nations », Economica.
- Debonneuil, Michèle, Fontagné, Lionel, (2003), « Compétitivité », CAE, La Documentation Française.
- Dogson, Mark , Gann, David et Salter, Amon, (avril 2001), « The intensification of innovation », SPRU WP 65.
- Dunleavy Patrick, Helen Margetts, Simon Bastow, Jane Tinkler « Leaders and Followers: E-government, Policy Innovation and Policy Transfer in the European Union ».
- Flichy, Patrice « Genèse du discours sur la nouvelle économie aux Etats-Unis », (oct. 2001), in « Economie de l'internet », Revue économique.
- FMI « World Economic Outlook », Oct 2001.
- Franklin, (2003), Carl "Why Innovation Fails", Spiro Press, London,
- Freeman, Chris et Soete, Luc, (1997), "The Economics of Industrial Innovation" The MIT Press, Cambridge, MA.

- Freeman, Chris, et Louça, Francisco, (2001) "As Time Goes By", From the Industrial Revolutions to the Information Revolution. Oxford.
- Goldenberg, Jacob , Mazursky David, ( 2001), "Creativity in Product Innovation", Cambridge University Press.
- Gollac, Michel (sous la présidence de),( 2003), "Les métiers face aux technologies de l'information », Commissariat Général du Plan.
- Gordon, Robert , « Technology and performance in the American economy »,
- Gordon, Robert, (2001), " Five puzzles in the behavior of Productivity, Investment and Innovation", Septemember 10, 2003, draft, World Economic Forum, Global Competitiveness Report, 2003-2004.
- Hilaire –Pérez, Liliane, (2000), " L'invention technique au siècle des Lumières", Albin Michel, Paris
- Landes, Robert, (2000), « Richesse et pauvreté des nations », trad Armand Colin,
- Mackay, Wendy E, (1991), "Beyond Iterative Design: User Innovation in Co-adaptative Systems", Rank Xerox Research Center, Cambridge,
- Miller, Roger, et Floricel, Serghei, (2003), « An exploratory comparison of the management of innovation in the new and old economies », R&D Management.
- Mowery, David C. (1999), "The computer software industry", in "Sources of Industrial Leadership", Cambridge.
- Mokyr, Joel, (2002), « The Gifts of Athena, historical origins of the knowledge economy », Princeton University Press.
- Mokyr, Joel , (2003), "Long-tern Economic Growth and the History of Technology", prepared for the Handbook of Economic growth, edited by Philippe Aghion and Stephen Durlauf.
- Muldur, Ugur, (2003), in « Politiques industrielles pour l'Europe », La Documentation Française,
- Nelson, Richard, (1996), « The Sources of Economic Growth », Harvard University Press, Cambridge, MA.
- OCDE, (2001), « La nouvelle économie : mythe ou réalité ? », le rapport de l'OCDE sur la croissance.
- OCDE, (2002), Information Technology Outlook.
- OCDE, (2002), "Innovative clusters, drivers of national innovation systems".
- Odlyzko, Andrew, (2002), « Internet growth : Is there a « Morre'sLaw » for date traffic ? », « Internet growth : Myth and reality, use and abuse ».
- Oliner, Stephen et Sichel, Daniel, (2000), « The resurgence of growth in the late 1990s : Is information technology the story ? »
- Pavitt, Keith, (2000), « PUBLIC POLICIES TO SUPPORT BASIC RESEARCH: What can the rest of the world learn from US theory and practice? (And what they should not learn) », SPRU, WP n°53.
- Pavitt, Keith et Edward Steinmuller, (1999), « Technology in corporate strategy : change continuity, and the information revolution », SPRU, WP N° 38.
- Pavitt, Keith et Patel P, (1994), « Nature et importance économique des systèmes nationaux d'innovation » OCDE STI
- Perez, Carlota, (2003), « Technological revolution and financial capitals: The dynaùmics of bubbles and golden ages".



- Pisano, G. P. (2002), « In Search of Dynamic Capabilities », in « The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities », Dosi, Nelson and Winter, Oxford.
- Rabeau, Yves, (2004), « La vague schumpétérienne dans les télécommunications : implications pour les politiques publiques ». Choix 10, no 7. Montréal : Institut de recherche en politiques publiques.
- Rochet, Claude, (2001), « Dynamique industrielle et nouvelles technologies », in présentation de CIGREF 2005.
- Rochet, Claude, (2003), « Conduire l'action publique, des objectifs aux résultats », Village Mondial.
- Rochet, Claude, (Oct 2003), « Making crisis a momentum for change », Multinational Alliance for Organizational Excellence, Melbourne.
- Rochet, Claude, (2002), « Education et économie du savoir » in Revue Panoramiques « Education Nationale : des idées à rebrousse-poil ».
- Romer, Paul, (1992), « Two strategies for economic development : Using ideas and producing Ideas », BIRD.
- Rougier, Henri, (sous la présidence de), (2003), « Economie du logiciel : renforcer la dynamique française : rapport du groupe de travail présidé par Hugues Rougier », Commissariat du Plan.
- Saint-Laurent, A.F. (2000), « Qui fait Quoi ?, pratiques de l'informatique et résistance des métiers dans un quotidien régional », Actes de la recherche en sciences sociales, septembre.
- Simon, Herbert, (1958), « Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel », traduction Dunod.
- Stiglitz, Joseph, (2002), « Globalization and Its Discontents » . New York: W. W. Norton, (traduit en français).
- The Economist, (July 2003), « The new geography of the IT industry ».
- Van Ark, Bart, ( 2002), « Understanding productivity and income gaps in the OECD area: Are ICT and intangibles the missing links? », CCSO Quarterly Journal, vol. 4, issue 1.
- VOLLE, Michel, (février 1971), Bernard GUIBERT, Jean LAGANIER « Essai sur les nomenclatures industrielles » Economie et statistique n° 20.
- Von Hippel, Eric, (1994), «Sticky information» and the Locus of problem Solving: Implications for Innovations», Management Science 40, n° 4.
- Von Hippel, Eric, (2003), « Welfare implications of user innovation », MIT Sloan School of Management.
- Von Hippel, Eric, (2002), «Horizontal innovation networks by and for users» MIT Sloan School of Management, WP 4366-02.
- Yang, Shinkyu et Brynjolfsson, (2001), « Intangible assets and growth accounting from computer investments », <http://ebusiness.mit.edu>

Tableau 1 : les 5 cycles de Kondratiev (la première révolution industrielle intègre les cycles 1 et 2, la seconde les cycles 3 et 4, la troisième est ouverte par le 5<sup>ème</sup> cycle)

Innovations techniques et organisationnelles	Exemples	Secteur économique moteur	Intrants clés
Moteur hydraulique	Moulin de Arkwright (1771) Puddlage (1784)	Filatures de coton Métallurgie Roue à eau	Fer Coton Charbon
Moteur à vapeur dans l'industrie et les transports	1831: ligne Liverpool Manchester 1838: 1 <sup>o</sup> vapeur transatlantique	Rails Moteur à vapeur Machine outils	Fer Charbon
Electrification: industrie, transport, domestique	1875: Convertisseur Bessemer	Equipements électriques Sidérurgie Usines Chimie	Acier Cuivre Alliages
Motorisation du transport	Ligne d'assemblage de Ford (highland park) Craking du pétrole (1913)	Automobiles, camions, tracteurs, chars d'assaut, moteurs diesel, avions, raffineries	Pétrole Gaz Matériaux synthétiques
Informatisation de l'économie	IBM 1401 et série 360 (1960s) Microprocesseur Intel (1972)	Ordinateurs Logiciels Télécoms Biotechs	Circuits intégrés Navigateurs

Source : Freeman et Louça, 2000

<b>Infrastructure de transport et de communication</b>	<b>Changement organisationnel et managérial</b>	<b>Dates :</b> - 1 : Maturation - 2 : Crises
Canaux, bateaux à voile	Usines, entreprenariats, partenariat d'affaire	1780 - 1815 1815 - 1848
Rail Télégraphe Bateau à vapeur	Sociétés par actions Contrats avec des artisans	1848 - 1873 1873 - 1895
Voies ferrées Bateaux à vapeur Téléphone	Professionnalisation Systèmes de management Taylorisme Grande industrie	1895 - 1918 1918 - 1940
Radio Autoroutes Aéroports Lignes aériennes	Production et consommation de masse Fordisme Hiérarchie	1941 - 1973 1973 - ....
Autoroutes de l'information	Réseau: internes, locaux, globaux	??

**Tableau 1 : les 5 cycles de Kondratiev (la première révolution industrielle intègre les cycles 1 et 2, la seconde les cycles 3 et 4, la troisième est ouverte par le 5<sup>ème</sup> cycle)**

	<b>Nouveau rôle de l'innovation</b>
Rôle dans la création de valeur	Transformer les connaissances nouvelles en produits et définir des standards pour réduire les incertitudes d'usage
Positionnement dans les réseaux d'innovation	S'appuyer sur un réseau d'entités spécialisées, maintenir des liens étroits avec les sources de production d'idées (Universités,...), les bassins régionaux d'innovation et les capitaux risqués.
Organisation interne de la fonction	L'innovation est une activité-cœur qui structure la firme : la libre créativité est associée à des objectifs clairs, des responsabilités et des délais. Il y a de nombreuses unités autonomes permettant une reconfiguration rapide de la firme
Recherche et production de connaissance	On explore très largement à l'extérieur (veille, intelligence économique et stratégique), les compétences clés permettent une intégration rapide des idées nouvelles, l'expérimentation interne est permanente.
Gestion de portefeuille	Se positionner dans un environnement turbulent, gérer les transitions de plateformes technologiques, sélectionner les technologies émergentes de manière décentralisée par des critères stratégiques simples.
Processus de développement produits	Apprentissage et adaptation en temps réel : développement concurrent des concepts et de la conception produit, essais itératifs de prototypes systémiques pour développer les architectures, prototypage rapide de nouveaux produits sur le marché, technologies flexibles et modulaires.
Gestion des obstacles internes pour capturer la valeur	Réinventer en permanence la firme : gestion de l'obsolescence des produits, des compétences et du découpage en unités d'affaires, face à celles résultant de l'innovation, essaimage d'unités nées de l'innovation.
Protection externe de la valeur créée	La coopération permet de stimuler l'adoption : la coopération permet d'avoir accès à une plus large base de connaissance, de promouvoir de nouvelles applications, de définir des standards et des portefeuilles de produits complémentaires et d'influer sur la création de l'environnement réglementaire au travers d'associations professionnelles

Source : Miller et Floricel, 2003

### Rôle classique

Comprendre les besoins du client et optimiser les spécifications produits, améliorer la qualité et réduire les coûts

Internaliser le fruit de l'innovation dans les grandes firmes compte tenu de leur capacité à accumuler et à protéger la connaissance, construire des partenariats avec les fournisseurs, analyse comparative des produits et des processus.

L'innovation est une activité support séparée des opérations : les budgets de recherche avancée sont centralisés et les budgets de recherche appliquée au soutien des produits existants sont décentralisés. On tend à externaliser l'activité pour réduire les coûts et accroître la flexibilité.

L'apprentissage est centré sur la capitalisation de la connaissance tacite interne, qui est traduite en processus et en routines qui intègrent diverses plates-formes technologiques permettant de créer les compétences clés.

Réduire l'incertitude dans les allocations de ressources par le criblage des projets, la diversification des risques, l'équilibre entre les marchés, les cycles de vie des produits.

Intégration de la résolution de problème : Intégration du marketing dans la conception, travail concurrent sur les aspects techniques, logistiques et manufacturing pour éviter les coûts de redesign, équipes projets pluridisciplinaires.

Faciliter l'intégration de l'innovation dans les opérations par des projets pilotes d'intégration des innovations radicales, développer les nouvelles activités au travers de structures autonomes.

Protéger l'avantage concurrentiel : La segmentation permet de bâtir des barrières à l'entrée et de rechercher des économies d'échelle et de défendre la propriété intellectuelle. Les marques permettent de baliser le champ et de développer des familles de produits.