



**Cerna, Centre d'économie industrielle
Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris**

**60, boulevard Saint Michel
75272 Paris Cedex 06 – France
Tél. : 33 (1) 40 51 92 27
diop@cerna.ensmp.fr**

<http://www.cerna.ensmp.fr>

**Spécificité des investissements
dans les Technologies de l'Information**

Sidy Diop

Document de travail

Mai 2002

Sommaire

Abstract	3
I - Introduction	4
II – Technologies de l'information : quelques ordres de grandeurs	6
III - Technologies de l'information et entreprise numérique	10
III.1 - Les enjeux des investissements en Technologie de l'information	10
Menaces et opportunités de la numérisation	10
Nouveaux modes d'organisation	12
Une analyse plus fine des caractéristiques de la demande	13
III.2 - Les problèmes « d'implémentation »	13
III.3 - La question de la rentabilité	16
IV - Traitement statistique et comptable des Technologies de l'Information	18
IV.1- Les problèmes de mesure	18
La mesure de l'investissement en infrastrucute <i>e-business</i>	19
Le partage volume/prix de l'infrastructure e-business	20
IV.2 - Les problèmes d'amortissement	21
V - Les Technologies de l'Information dans une perspective académique	24
V.1 - La nature des investissements en technologie de l'information	24
Les bénéfices et coûts intangibles	24
Les actifs immatériels	25
V.2 - Les ajustements organisationnels	26
V.3 - Les retombées économiques des technologies de l'information	27
La productivité	28
<i>Business performance</i> et création de valeur pour le consommateur	29
Conclusion	31
Bibliographie	34

Abstract

Les investissements en technologies de l'information (TI) constituent à l'heure actuelle un enjeu majeur, du fait de leur ampleur (volume d'investissement), et des bouleversements qu'ils introduisent dans le système productif.

La question de la spécificité des investissements en TI reste peu abordée en tant que telle. Elle fait généralement l'objet d'un traitement partiel, dans le cadre de problématiques plus larges liées à la numérisation des entreprises, intéressants différents acteurs de la vie économique. Cet article se propose d'examiner cette spécificité, en regroupant les contributions de trois champs d'analyses. Une première partie s'intéresse aux discours et motivations des entreprises qui investissent dans les TI. Cela permet d'identifier 1) les nouveaux modes d'organisation et de coordination introduits par les TI. 2) les difficultés spécifiques à l'intégration de ces investissements. Dans un second temps, on examinera le débat des problèmes des technologies de l'information dans les statistiques. L'accent sera mis sur : 1) l'évolution rapide des performances et la baisse des prix de ces investissements 2) les phénomènes d'amortissement et de valorisation des investissements. On se tournera pour finir vers les contributions académiques, de différents domaines (gestion, économie, finance, « *Information Systems* »). Celles-ci discuteront de la spécificité des TI autour de trois notions : le caractère immatériel de ces investissements, les retombés économiques spécifiques aux TI, et les ajustements organisationnels qui les accompagnent.

Mots-clefs : Technologie de l'information, investissement, actif immatériel, numérisation, bénéfice intangible.

I - Introduction

Le déploiement de la numérisation, s'est manifesté dans les entreprises par une hausse importante des investissements en technologie de l'information (TI) ces dernières années. En valeur courante, l'investissement en biens et services des technologies de l'information a ainsi plus que doublé aux États-Unis entre 1992 et 1999 (de 198 milliards à 407 milliards de dollars). En investissant dans des outils permettant de visualiser, traiter, stocker ou transporter de l'information par des moyens électroniques, les firmes entendent faire face aux changements de leur environnement et acquérir de nouveaux avantages concurrentiels.

Les technologies de l'information sont désormais incontournables du fait de la place qu'elles occupent dans les firmes, mais également du fait de l'ampleur des changements qu'elles entraînent dans l'appareil productif : accélération des gains de productivité, bouleversement de la structure organisationnelle des entreprises, re-engineering c'est-à-dire réorganisation des entreprises en unités plus flexibles, apparitions de nouveaux canaux de distribution... L'impact de ces technologies est large, elles affectent non seulement le contenu des tâches productives, le temps et l'espace de travail des individus, mais transforment aussi plus généralement l'organisation interne et le mode de fonctionnement de l'entreprise.

Ces investissements qui participent à la mise en place d'un nouveau système productif basé sur l'échange électronique d'information, sont à l'heure actuelle la priorité pour les entreprises, et semblent devenir plus importants que les investissements « non numériques ». Il devient dès lors intéressant d'analyser les enjeux sous-jacents et plus précisément les raisons de la spécificité de tels investissements. Cela revient à se poser les questions suivantes : pourquoi ces technologies entraînent autant de changements au sein des firmes qui les ont mises en place ? Quels nouveaux modèles accompagnent la diffusion de ces technologies ? Quelle est l'ampleur de ces changements ?

Ces questions suscitent à l'heure actuelle de multiples réflexions émanant de différents acteurs de la vie économique. La plupart de ces réflexions proviennent d'acteurs directement impliqués dans le processus de numérisation, à divers titres. Leur contribution à la question de la spécificité des technologies de l'information reste donc cloisonnée, et circonscrite à un champ d'investigation limité, face à l'ampleur de la problématique. Nous proposons ici, d'examiner la question de la spécificité en recourant à plusieurs champs d'analyses :

- Celle des entreprises elles-mêmes, qui sont directement impliquées et qui doivent accompagner et maîtriser le processus d'adoption des TI. C'est une question très importante en raison du volume des investissements en TI, et du rôle stratégique de ces technologies.

De plus, investisseurs (comme les banquiers) exigent une bonne visibilité sur les motivations, choix, et financement de ces investissements.

- Celle des statisticiens et comptables, dans la mesure où ces investissements modifient leurs méthodes habituelles de collecte de données. Face à l'ampleur des changements à l'œuvre, ils ont dû rapidement réfléchir à l'adaptation de leurs outils. Ceci qui les a conduit à distinguer certaines particularités des TI.
- Celle de la littérature académique qui entend contribuer à la réflexion générale sur la nature du rapport entre entreprises et technologies de l'information. Cette vaste littérature constituée de plusieurs disciplines, participe à l'identification des concepts économiques et managériaux subordonnés aux spécificités des technologies de l'information.

Après avoir effectué une rapide synthèse sur les différentes étapes de la numérisation de l'entreprise et l'évolution des investissements associés, afin de mieux cerner l'ampleur du phénomène, nous organiserons notre travail autour de ces trois perspectives, qui apportent des points de vue complémentaires sur la spécificité des TI. Nous commencerons par celle des entreprises, qui se focalise sur les nouveaux rapports que ces technologies instaurent entre la firme et ses partenaires, sur les nouveaux modèles organisationnels, et les difficultés qui les accompagnent. La question des nouveaux enjeux de mesures de performance économique y est également abordée. Deuxièmement, nous traiterons des nouveaux enjeux statistiques et comptables, où l'analyse porte particulièrement, sur les conséquences introduites sur le traitement de ces investissements, par l'évolution rapide des performances et la baisse des prix des TI, mais également sur les phénomènes d'amortissement et de valorisation des investissements. Nous examinerons pour finir la littérature académique dont les contributions peuvent être ordonnées autour de trois notions : le caractère immatériel de ces investissements, les nouveaux ajustements organisationnels qui accompagnent les technologies de l'information, et les retombés économiques spécifiques à ces investissements.

II – Technologies de l'information : quelques ordres de grandeurs

Les technologies de l'information participent aux opérations de codage, stockage, traitement et diffusion de l'information par des moyens électroniques. Elles concernent l'ensemble des activités de la firme, tant bien les activités matérielles, que les activités non matérielles. Ces technologies ont été intégrées dans l'appareil productif en fonction de l'apparition de nouveaux matériels, et de l'évolution des besoins des entreprises :

Encadré 1 : Les Etapes de l'informatisation de l'entreprise

Années 60-70 : Automatisation des tâches administratives (comptabilité, paye du personnel, bons de commande, factures, gestion des stocks), et des processus de production (robotique et productique). Ère des gros systèmes et des systèmes informatiques centralisés . Modèle organisationnel hiérarchique et centralisé.

Fin 70 et années 80 : Apparition de micro-ordinateurs, et automatisation des applications bureautiques. Les terminaux reliés aux unités centrales sont remplacés par des ordinateurs personnels. Les départements de l'entreprise développent des applications liées à leur métier, chacun avec son propre système propriétaire.

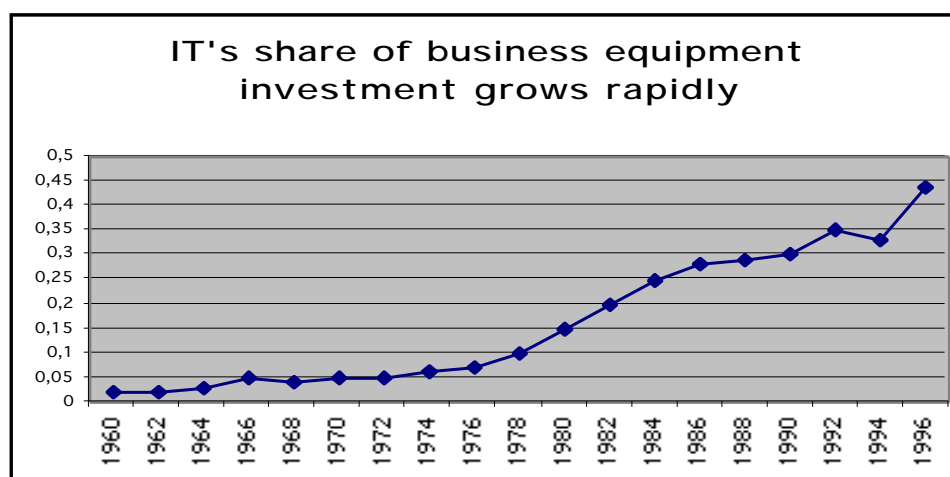
Années 90 : Mise en réseau des systèmes informatiques. Systèmes en réseau basés sur des micro-processeurs et organisés en « architecture client/serveur » : les ordinateurs sont à la fois serveurs de programmes ou de données stockés dans leur mémoire, et clients des autres serveurs auxquels ils sont reliés en réseau dans la firme.

Aujourd'hui : Généralisation des technologies précédentes et surtout essor d'Internet, et automatisation des échanges. Ère du commerce électronique, des progiciels de gestion intégrés et de la communication des systèmes.

L'investissement en technologie de l'information révèle un besoin en équipements informatiques et réseaux entretenu par l'invention de nouvelles technologies et la dépréciation rapide de l'infrastructure existante. Les différentes phases de cette informatisation se traduisent par une montée de la part des investissements en TI dans l'investissement total des entreprises, comme le montre le graphique suivant dans le cas des entreprises américaines.

La part de l'investissement (actualisé) des TI dans l'investissement total connaît une croissance importante depuis les années 1970. Ainsi le taux de croissance est d'environ 800 % entre 1970 et 1996. Deux faits déterminant dans cette évolution : l'introduction du PC en 1980 et celle de l'Internet au début des années 90.

Graphique1 : La part des TI dans l'investissement total



Source : US Dept of commerce.

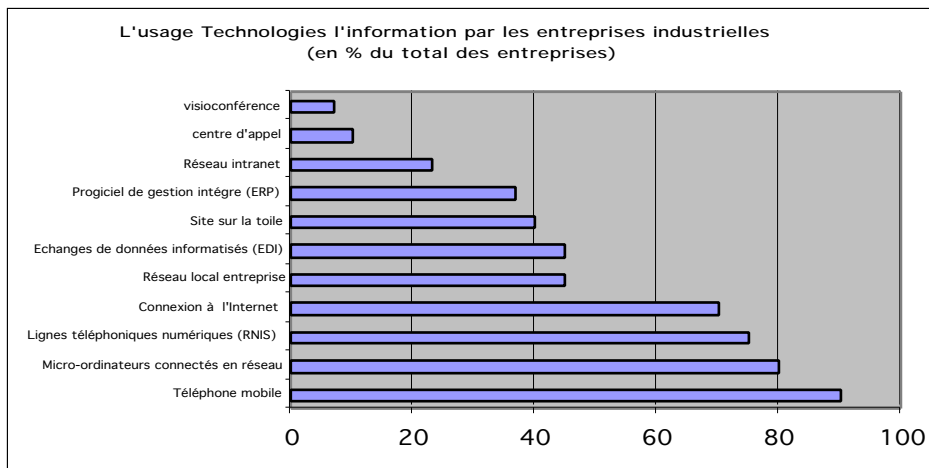
En France, la part des TI dans le total des investissements (hors bâtiments et infrastructures mais R&D compris), a augmenté à un rythme moyen de 0,4 % par an, passant d'environ de 10 à 18 % sur la période 1970-1999. L'investissement en TI (bien qu'il reste encore, en valeur, une part relativement modeste de l'ensemble de l'investissement) a vu son importance croître fortement à la différence des autres composantes. Il dépasse l'investissement en matériels de transport (156 milliards de francs) pour la première fois en 1999 et n'est pas loin d'atteindre celui de R&D (190 milliards de francs), alors que ceux-ci étaient de l'ordre du double en 1980.

Si on recentre l'analyse sur une période plus récente, de 1994 à 2000 aux États-Unis, le PNB a augmenté selon un rythme annuel de 5,6 %, la consommation de 3,1 % et l'investissement à un taux de 21,7 %. Ce sont précisément les investissements en TI qui sous-tendent ce dernier *boom*, avec un taux de croissance de 32 % sur la même période pour les logiciels et « *information processing equipment* », et un taux de 131 % pour les investissements en informatique hardware et équipements périphériques.

À présent, les entreprises entendent exploiter au maximum leur infrastructure informatique, d'autant plus que c'est la société entière qui passe à l'ère de la numérisation¹. Les possibilités qu'offrent les TI aux entreprises se multiplient, et désormais l'usage de l'information communicante est une donnée fondamentale de leur activité. En France, cet usage prend principalement les formes suivantes.

¹ Le nombre de PC dans le monde, et le nombre de connexions à Internet passe de 3 à 100 millions entre 1994 et 1998 (Morgan Stanley).

Graphique2: L'usage des TI par les entreprises

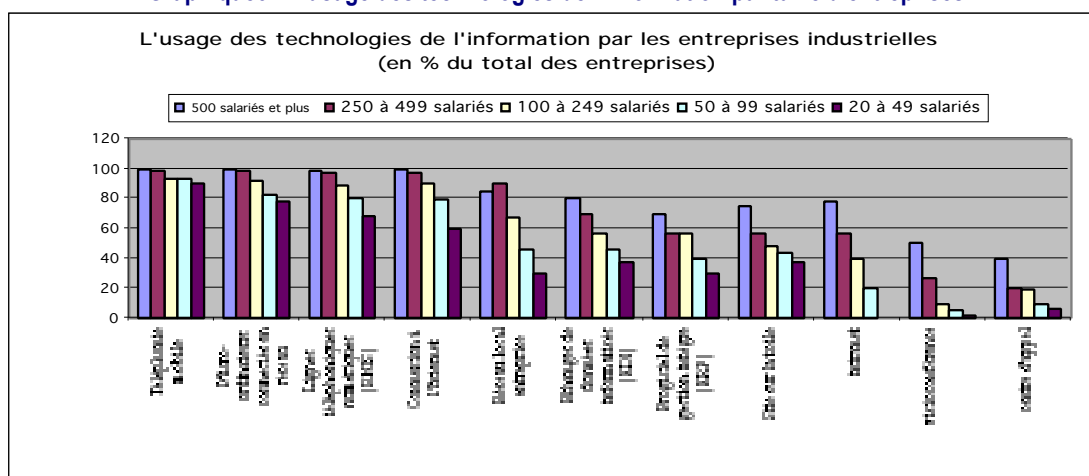


Source : Sessi- enquête TIC 1999.

La diffusion des TI concerne comme on le voit ci-dessus, l'ensemble des secteurs industriels. À la fin de l'année 1999, près de 70 % des entreprises industrielles de plus de 20 salariés sont connectés à Internet, et 80 % ont des micro-ordinateurs connectés en réseaux. Pour les logiciels importants, la diffusion s'accélère : 37 % ont adopté des progiciels de gestion intégrés, 39 % ont mis en place un site Internet et 49 % utilisent les échanges de données informatisés (EDI). Enfin la diffusion d'outils tels que les réseaux Intranet ou les centres d'appels restent limitée, avec par exemple moins de 10 % des entreprises industrielles pour l'adoption d'un Extranet.

Toutefois l'intégration de ces instruments se fait avec une certaine disparité au sein des firmes. En effet, l'utilisation des TI s'est surtout banalisée auprès des grandes entreprises. Comme le montre le graphique suivant, les entreprises sont d'autant plus équipées en technologie de l'information qu'elles sont de grande taille (et innovantes). Même si l'écart tend à se réduire, les TI se diffusent plus rapidement au sein des grandes firmes

Graphique3 : L'usage des technologies de l'information par taille d'entreprises



Source : Sessi- enquête TIC 1999.

Plus l'entreprise est de grande taille plus le taux d'équipement en technologie de l'information est important. Ainsi, si 100 % des grandes firmes (500 salariés et plus) sont équipées de micro-ordinateurs, et sont connectés à Internet, seulement 63 % des firmes de 20 à 49 salariés le sont. La différence est encore plus forte pour des outils plus récents tels que les ERP ou les EDI où l'on observe un écart de taux d'équipement entre grandes et petites firmes de 45 points.

Malgré l'existence de cette disparité entre petite et grande firme, l'ampleur des investissements TI est incontestable. Le montant des dépenses informatiques atteint en France plus de 50 milliards d'euro en 2001, avec un taux de croissance annuel moyen de 6 % depuis 1997. Le processus de numérisation est fondamentalement porté par cette vague d'investissement. Nous allons nous intéresser à présent à la question de la spécificité de ces investissements.

III - Technologies de l'information et entreprise numérique

L'environnement économique dans lequel évoluent les entreprises a été marqué ces dernières années par l'avènement d'un phénomène : la hausse spectaculaire de la capacité à « numériser l'information ». Cet événement engendre des implications majeures pour la firme. Parce qu'elle a la possibilité dans un premier temps de numériser (et stocker) désormais l'ensemble de l'information résultant de l'interaction avec ses différents partenaires (internes, et externes), mais également la possibilité dans un second temps de la traiter, et la diffuser (sous la forme appropriée) à ces mêmes partenaires.

Les technologies de l'information sont essentielles pour les entreprises désirant tirer profit des nouvelles possibilités de la numérisation. Toutefois, elles s'accompagnent d'une grande difficulté quant à leur installation et exploitation. Ces deux dimensions constituent une problématique majeure pour les entreprises, et alimentent la réflexion de différents acteurs de l'entreprise (sous forme de discours de chefs d'entreprise, de responsables de direction, ou encore de consultants spécialisés). Ce sont ces réflexions que l'on se propose de résumer ici, toujours dans l'optique de dégager certaines spécificités dans les investissements en TI. Cette partie s'organisera autour de trois thèmes retrouvés dans les propos des firmes : premièrement les entreprises attendent de ces investissements des bénéfices inédits, deuxièmement elles découvrent des nouveaux problèmes d'installation, et troisièmement les outils de calcul de rentabilité dont elles disposent s'avèrent difficilement applicables à ce type d'investissement.

III.1 - Les enjeux des investissements en Technologie de l'information

Il s'agit ici en grande partie des discours des unités « *e-business* », créés par les firmes, afin d'alimenter la réflexion stratégique sur la numérisation, mais également des discours des entreprises de conseils. Leurs analyses portent principalement sur les nouvelles menaces et opportunités de la numérisation, les nouveaux modes d'organisation et les nouveaux rapports firmes/consommateurs permis par les TI.

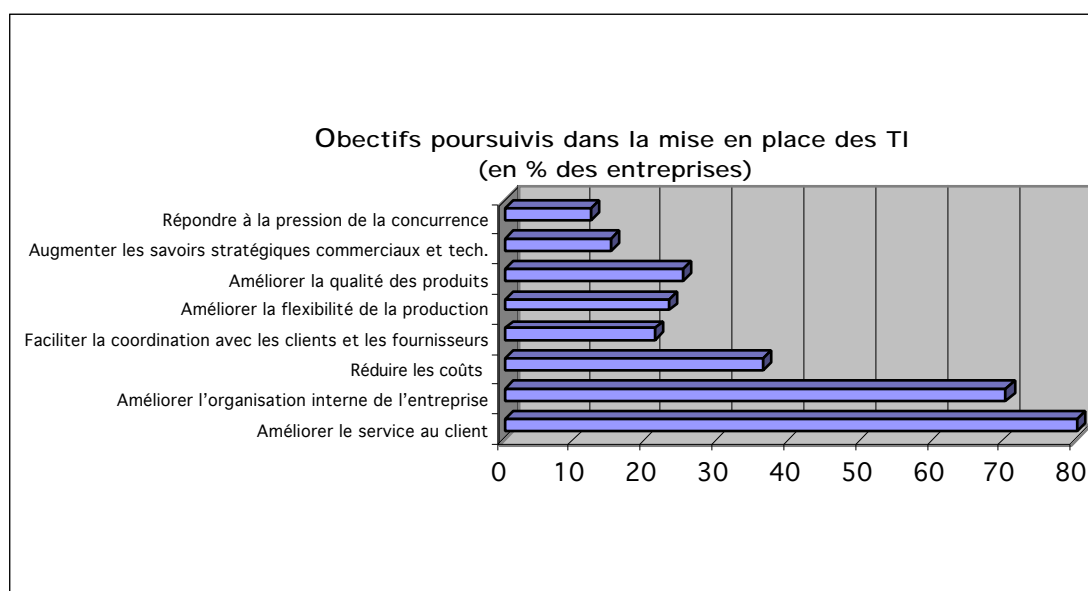
Menaces et opportunités de la numérisation

Selon ces praticiens, l'économie numérique fait surgir de nouvelles menaces pour la firme. Les dangers se trouvent selon eux dans la baisse des barrières à l'entrée (par exemple l'arrivée des banques en ligne sur le marché bancaire, avec la baisse du coût de création d'un réseau), la transparence accrue des prix (avec par exemple les sites comparateurs), ou encore la hausse du

degré d'exigence des clients (baisse des coûts de recherche, et parfois des coûts de sortie). On devrait dès lors assister à une hausse de l'intensité concurrentielle. Il s'agit dès lors pour les entreprises, de s'inscrire dans cet environnement concurrentiel, en investissant dans les TI.

De plus, comme le souligne un article du *Financial Times* (janvier 2000), un nombre croissant d'entreprises partage le sentiment suivant : « Inside every business, is an e-business waiting to happen ». Ainsi, les objectifs poursuivis par les entreprises consistent également à tirer profit des nouvelles **opportunités** de l'économie numérique, telles que la baisse des coûts d'approvisionnement, de distribution, l'extension des marchés pertinents, ou encore la meilleure circulation de l'information. Cette double dimension de ces investissements (menace et opportunité) est illustrée par le graphique suivant :

Graphique4 : Objectifs des investissements en technologies de l'information



Source : Sessi - enquête TIC 1999.

Ainsi comme le montre le tableau, dans la mise en place des technologies de l'information, on retrouve à la fois une justification de faire face aux « nouveaux risques », (par exemple, 50 % des firmes interrogées investissent dans les TI pour répondre à la pression de la concurrence), mais également un besoin de s'approprier les nouvelles opportunités des TI, (par exemple 80 % des entreprises investissent dans le TI afin d'améliorer le service client, 61 % des entreprises pour faciliter la coordination avec les clients et fournisseurs). Les propos du Président directeur général de Saint Gobain, Jean-Louis Beffa, illustre bien ce diptyque : « Internet peut détruire certains facteurs de différenciation qui permettaient à une entreprise *leader* de gagner plus d'argent que ses concurrents. À l'inverse, il peut contribuer à en rebâtir de nouveau, en donnant la possibilité, par exemple, de s'adresser unilatéralement à un seul client » (L'Usine nouvelle, Octobre 2001).

Nouveaux modes d'organisation

Les responsables de la réflexion stratégique des entreprises se rendent compte par la suite que la poursuite des objectifs décrits ci-dessus doit s'accompagner de nouveaux modes d'organisation. Par exemple avec la mise en place d'une solution de « *supply chain* » (ou chaîne logistique globale) dans une entreprise désirant produire à la demande, Pascal Emery associé du cabinet de conseil Accenture estime que : « les flux sont tirés par le consommateur final, ce qui nécessite une nouvelle structure, capable de réagir plus vite au changement » (Usine nouvelle Janvier 2001).

Les différents acteurs impliqués dans le processus de numérisation de l'entreprise soutiennent que les TI entraînent une transformation de l'organisation interne des entreprises. Les raisons principales se trouvent dans le potentiel de réduction des coûts de transactions (paiement, facturation, archivage, communication d'informations, coordination...) et dans le potentiel d'amélioration des processus de prise de décision, offerts par ces technologies. On assiste par exemple au décollage du télétravail², au décloisonnement des différents services de l'entreprise, ou encore à l'organisation de la firme en unités flexibles, et autonomes.

Deuxièmement, (toujours selon ces acteurs) les entreprises ont la possibilité d'améliorer leur circuit de distribution et d'approvisionnement, à travers la mise en place de transactions électroniques avec leurs partenaires externes (EDI par exemple). Ces solutions modifient la structure organisationnelle de l'entreprise avec par exemple le passage du modèle d'intégration verticale à un modèle de désintégration verticale. Les TI permettent à des entreprises indépendantes de maintenir entre elles des liens étroits³. Si cette forme d'organisation n'est pas complètement nouvelle, les investissements TI (Internet, Intranet, EDI, *e-supply chain*...) a permis d'étendre ce principe à un grand nombre d'industries et de services. De même, si la notion de partage des compétences n'est pas inédite, les TI dématérialisent la façon dont ce partage est effectué. On remplace ainsi une intégration verticale classique par une intégration électronique ou encore des coordinations de type hiérarchique par des coordinations basées sur les transactions électroniques.

Cependant, toutes les entreprises ne sont pas concernées par ce phénomène, cela va dépendre des caractéristiques des firmes, celles du secteur, ainsi que de la spécificité des biens échangés. On peut dire que globalement les firmes entendent utiliser les TI soit pour réduire les coûts d'une coordination donnée (sans incidence sur les frontières de la firme), soit utilisée pour transformer la nature de ses relations verticales.

² Respectivement 7 % et 9 % de la population active en Grande-Bretagne et au Danemark, en 1997, selon l'European Telework Development.

³ À l'extrême on obtient le mode en « entreprise creuse » (*Hollow Company*) qui délègue à ces différents partenaires l'essentielle des tâches de fabrication et de vente (exemple de Nike).

Une analyse plus fine des caractéristiques de la demande

Jusqu'ici les entreprises devaient faire face à un arbitrage entre « richesse et audience » (Evans et Wurster, 2000) : plus le nombre de clients que l'entreprise peut contacter est élevé, moins l'information qui découle de la relation client/entreprise est riche⁴. Avec la disponibilité de nouveaux outils de traitement de la demande (*Customer relationship management*⁵, centres d'appels, Scoring...), on assisterait selon les firmes à une remise en cause progressive de cet arbitrage. Il s'agit pour eux d'arriver grâce aux TI à analyser plus finement les caractéristiques de la demande, et donc à différencier et discriminer plus facilement leurs clients. De fait, la mise en place d'un investissement tel que le CRM permettrait à l'entreprise de traiter la totalité de ses interactions avec ses clients, afin de leur proposer des services/produits personnalisés. Ainsi selon le *McKinsey Quarterly Journal* : « the software allows companies to plan and analyze marketing campaigns, to identify sales needs, and to manage their customer contacts and call centers...good software can influence how much customer spend and how loyal they remain. Some companies using CRM programs report double-digit gains in revenues, customer satisfaction and employee productivity » (Septembre 2002). Cette possibilité serait d'autant plus avantageuse, que la baisse des coûts de recherche des clients (et parfois la baisse de leurs coûts de sortie) grâce à Internet, entraîne selon les entreprises un risque de perte de clientèle.

Une autre caractéristique de ces rapports aux consommateurs, soulevés par les firmes, est qu'elles ont désormais la possibilité de distribuer leurs produits sur de nouveaux canaux (Internet, Minitel, centres d'appels). Les TI leur permettraient donc de rajouter aux produits existants des services valorisés, mais également d'accroître potentiellement leur zone de chalandise. Ainsi la zone de chalandise que couvre un site Web transactionnel complet dans le secteur bancaire est estimée équivalente à un réseau de 1000 agences.

En restructurant le fonctionnement de l'entreprise autour des flux d'informations, les entreprises soutiennent que les technologies de l'information entraînent des bouleversements sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la firme (marketing, logistique, distribution, après vente...). Ces bouleversements rendent l'installation de ces outils encore plus complexe.

III.2 - Les problèmes « d'implémentation »

Les problèmes d'implémentation sont soulevés par les directeurs des systèmes d'information, et les responsables des ressources humaines, qui sont chargés de la bonne intégration des

⁴ L'exemple cité par Dang Nguyen du supermarché qui ne connaît pas individuellement ses clients, contrairement au commerce de proximité qui connaît bien les habitudes de ses clients, constitue une bonne illustration du phénomène. (Nguyen G, (2001) « L'entreprise numérique », Economica 2001).

⁵ Logiciels qui intègrent et analysent les interactions entre l'entreprise et son client sur : le marketing, la vente, le service client, le service après vente.

technologies de l'information dans l'appareil productif existant.

Le point de départ de leur réflexion se trouve dans la façon dont les entreprises ont intégré les TI. En effet, au cours des 20 dernières années les firmes ont développé leur infrastructure informatique par couches successives en fonction de l'apparition de nouveaux matériels (Mini-ordinateurs, architecture clients/serveur, PC). Or à présent les systèmes d'information à travers lesquels les entreprises veulent bâtir leur stratégie nécessitent une unification de toutes ces couches. Ainsi, la mise en place d'un ERP visant à gérer l'ensemble des fonctions verticales de l'entreprise (achats, paie, production, logistique...), impose la réunification de toutes les données relatives dans une base de données unique et transversale. Du fait de la superposition de ces différentes couches, et de leur développement en « systèmes propriétaires », les entreprises rencontrent d'énormes difficultés à faire fonctionner ensemble ces différentes applications, et leurs systèmes d'information butent sur le problème d'unification de toutes ces données. Contrairement à d'autres d'investissements « locales » (investissement dans une machine d'assemblage par exemple), il existe donc une forte nécessité d'interconnexion entre les différentes applications TI elles mêmes⁶. Autrement dit, il existe non seulement une nécessité d'interconnexion entre les TI et les autres actifs de l'entreprise, mais également entre ces technologies elles-mêmes. Par exemple, la difficulté d'installation d'une solution *supply chain* se trouve dans le fait qu'elle vise à coordonner les flux d'informations et les flux de produits de l'approvisionnement des inputs à la livraison du produit final. Il s'agit en effet de relier différents maillons de cette chaîne (bureau des ventes, usine de production, entrepôt, distribution) chacun obéissant à des logiques de fonctionnement différentes et s'appuyant sur une infrastructure spécifique. Ces problèmes d'intégration technique entraînent un risque supplémentaire, lié aux pertes d'efficacité qui peuvent en découler, ainsi qu'au risque de dysfonctionnement, voire de « paralysie » de l'entreprise, en cas de pannes informatiques⁷.

Outre ces difficultés d'installation technique, les problèmes organisationnels occupent une place importante dans les discours des entreprises, et sont de trois types. Premièrement, du fait de la complexité de ces technologies et de leur rapide taux de renouvellement, les firmes doivent faire face à une phase d'apprentissage plus longue, par rapport aux investissements qu'ils ont mis en place ces dernières années : le rythme d'évolution technologique s'accélérait, les salariés sont supposés apprendre à utiliser de plus en plus d'applications informatiques nouvelles. Durant cette période, les possibilités d'erreurs, le risque de perte d'efficacité, et le coût par utilisateur sont élevés. La solution pour certains, passe par des dépenses supplémentaires en formation du personnel, afin d'accélérer ce processus d'apprentissage, mais bien entendue ce choix augmente

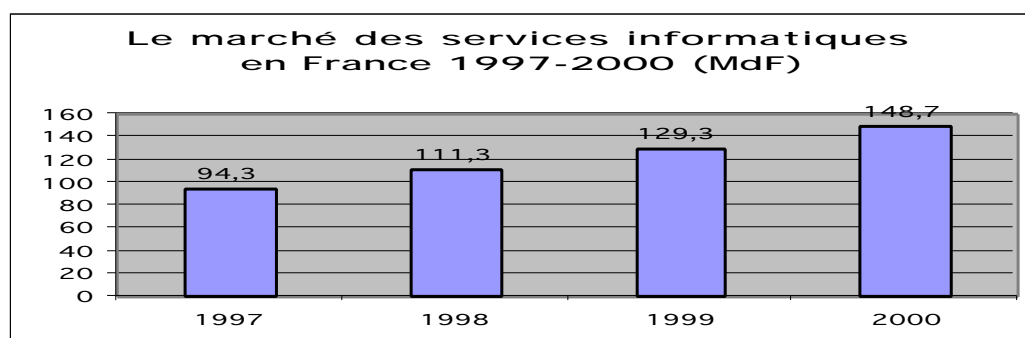
⁶ Il existe donc à la fois une nécessité d'interconnexion entre les TI et les autres actifs de l'entreprise, mais également entre les TI elles-mêmes.

⁷ 80 % des firmes qui ont connu une catastrophe TI majeur n'ont pas survécu (Bannister F, McCabe P, Remenyi D. Sept 2001 *The Electronic Journal of Information Systems Evaluation*).

coûts de l'entreprise. Deuxièmement, contrairement à certains investissements, qui selon le personnel facilitent la tâche des employés (machine-outil par exemple), la mise en place des TI affronte une réticence de la part de certains salariés du fait de l'ampleur des changements. Ces réserves proviennent en général de personnes dont le métier est (ou leur semble être) menacé ou profondément transformé par la mise en place des technologies de l'information. Troisièmement, les TI posent aux firmes un problème de « cannibalisation » de certains actifs, qui risque d'entraîner une réorganisation de l'entreprise. La particularité des TI est ici liée au fait que ces investissements se substituent massivement aux actifs existants, elles permettent de remplacer certaines tâches, métiers ou division par des process informatisés. Un exemple souvent cité est celui du risque de fermetures des canaux de distribution « agence » dans le secteur bancaire, avec les nouvelles possibilités de distribution en ligne des services bancaires.

Du fait de la complexité qui accompagne les investissements en technologie de l'information, mais aussi dans un souci de maîtrise des budgets, un nombre croissant d'entreprises recourt aux services de prestataires disposant de l'expertise à même de garantir le fonctionnement, l'efficacité et la continuité, de leurs applications technologiques. On assiste ainsi à la création d'une nouvelle demande, -qui concerne l'installation, l'intégration et la sécurisation de ces investissements-, et à une forte progression du marché des services informatiques comme en atteste le graphique suivant :

Graphique 5 : Les services informatiques en France



Source : IDC France, Note de conjoncture Trimestrielle Services, Janvier 2000.

Le marché des services informatiques est ainsi passé de 94,3 à 148,7 milliards de francs, soit une progression de 53 % sur 3 ans. La particularité de cette sous-traitance massive est qu'elle s'accompagne d'un transfert important d'un ensemble d'information sur l'entreprise vers des partenaires externes. La sous-traitance d'un progiciel de gestion intégré est différente de celle d'un service de livraison par exemple, du fait de l'existence de ce transfert et du caractère stratégique des informations échangées. La condition impérative de ce transfert réside dans l'existence d'une clause de confidentialité stricte, et d'une sécurité fiable quant à la transmission

et au stockage de données⁸.

Parallèlement aux investissements en TI, les firmes doivent consentir à d'importants coûts de gestion et de maintenance. La maintenance de l'infrastructure informatique représente désormais près de 80 % du budget informatique. Or, on observe que beaucoup de firmes ne prennent en compte que les coûts d'acquisition dans leur décision d'investissement (donc 20 % du coût total de l'investissement). Cette particularité quant à l'identification des coûts des investissements TI s'inscrit dans une problématique plus large de mesure de rentabilité.

III.3 - La question de la rentabilité

Ces problèmes sont en général soulevés dans les discours des chefs d'entreprises, chefs de départements ou chefs de projets, mais également par les cabinets de conseils qui tentent d'apporter des éléments de réponses à la question de la rentabilité des investissements TI⁹. L'ampleur des coûts réels des investissements en TI constitue le point de départ de la réflexion sur leur rentabilité. Ainsi, selon le cabinet McKinsey, les dépassements de délai et de budgets sont monnaie courante : un projet de douze mois durera en moyenne dix-huit mois et coûtera 20 à 30 % plus cher que prévu. En outre, si l'analyse habituelle coûts/bénéfices s'applique aux investissements classiques, elle s'avère inappropriée dans le cas des TI, car les entreprises pointent de nombreuses difficultés dans la mesure des bénéfices réels de ces investissements. En effet, elles soutiennent qu'il leur est presque impossible d'évaluer quantitativement, les avantages provenant des changements organisationnels, d'une hausse de la personnalisation des clients, ou encore d'une amélioration de la communication externe. Les investissements en TI posent donc des problèmes d'évaluation économique du fait des bénéfices intangibles ou qualitatifs qu'ils engendrent, face à des firmes disposants d'outils de mesure de rentabilité se basant sur des bénéfices quantifiables (ROI, Pay back period, VAN...).

Ce manque d'indicateurs pertinents sera traité différemment selon les entreprises ou les responsables de projets :

- Certaines évacuent complètement cette question en renonçant au calcul de rentabilité dans le cas de leur TI. La difficulté d'évaluer les technologies de l'information entraîne une faible visibilité dans le pilotage de ces projets.
- Certaines réagissent en baissant la part de leur budget consacré aux investissements TI. Sont

⁸ Ce qui renforce la domination sur ce marché, des grandes entreprises jouissant d'une grande notoriété. Ainsi en France les dix 1ères SSII représentent plus de 80% du marché.

⁹ Ceci est accéléré par l'émergence de conditions macro-économiques néfastes à partir du 4^{ème} trimestre 2000, où les entreprises ne peuvent plus se permettre de supporter des coûts aussi lourds. Ainsi, à partir du 4^{ème} trimestre 2000, les investissements en TI ont baissé sur une période de plus de 12 mois pour la 1^{ère} fois depuis 1974 aux USA.

privilégiés, les investissements estimés rentable à court terme. Ainsi selon un consultant e-business du cabinet Atos Oigin « ce sont les projets à retour sur investissement rapide qui ont un grand succès auprès des directions générales » (01 informatique février 2002).

- D'autres considèrent que l'externalisation permet de résoudre le problème de la rentabilisation. Le risque est dans ce cas transféré à un partenaire externe.
- Et enfin, certaines firmes appliquent des indicateurs de mesure de performance non économique. Une panoplie d'outils est créée pour suivre la conduite et la réussite des projets. Ces sont principalement des Indicateurs d'activités opérationnels (indicateur de qualité, enquête de satisfaction, nombre de contacts commerciaux...), des indicateurs techniques (référencement, disponibilité des applications, évolution des applications...), ou encore des indicateurs d'usage (nombre d'utilisateurs d'un système, fréquence des consultations...).

Quelle que soit l'entreprise, l'analyse de la question de la rentabilité des TI soulève donc de nouvelles problématiques directement liées à la spécificité de ces investissements. Toutefois si les discours des firmes nous ont permis de proposer une première revue des spécificités dans une perspective pratique, elle sera utilement complétée par les réflexions des statisticiens.

IV - Traitement statistique et comptable des Technologies de l'Information

Comme nous venons de le voir, les investissements en TI entraînent des changements importants au niveau des caractéristiques de l'entreprise. Ces changements affectent à leur tour les caractéristiques d'entités économiques plus larges auxquelles ces firmes appartiennent (industries, secteurs), qui à leur tour ont un impact sur les mesures agrégées de performances économiques. C'est précisément à ces trois niveaux que les investissements en TI vont poser des difficultés de recensements statistiques et susciter un débat intense.

Le débat sur le traitement statistique et comptable des technologies de l'information qui prend naissance aux États-Unis, va en fait participer très tôt à l'identification de certaines spécificités de tels investissements. La question de l'impact des TI sur les regroupements conventionnels (émergence d'un « secteur TI », évolution des frontières sectorielles...), de leur impact au niveau macro-économique (paradoxe de Solow , impact sur la productivité globale, sur les prix ou encore sur la croissance), et plus tard, de la mesure du commerce électronique y occupe une place centrale. Dès 1997 une nouvelle classification sectorielle (SIC) est adoptée, afin d'identifier les industries qui participent à la numérisation de l'économie, et en 1999 c'est l'introduction d'un volet « *e-commerce* » dans l'ensemble du dispositif d'enquête annuelle. En Europe, la discussion se focalise essentiellement à l'origine, sur les enjeux macro-économiques. Les nouvelles techniques de traitement statistique (américaines) sont appliqués, afin de mieux comprendre l'impact des TI. Les questions relatives à la mesure du commerce électronique apparaissent avec le décollage (plus tardif) d'Internet, et sont intégrées dans des enquêtes statistiques.

L'introduction des technologies de l'information affecte de façon significative les méthodes de travail des statisticiens chargés de la collecte et de l'analyse de l'information. Que ce soit aux États-Unis ou en Europe, une des questions les plus problématiques concerne le traitement comptable des TI. Cette partie s'attaquera d'abord aux problèmes de mesures comptables et statistiques posés par les TI, pour s'intéresser dans un second temps aux problèmes d'amortissement.

IV.1- Les problèmes de mesure

Certains statisticiens focalisent leur analyse au niveau des firmes. L'idée étant que pour bien cerner les nouvelles difficultés statistiques liées à la mise en place des TI, il est important de partir du niveau des entreprises, car l'information agrégée au niveau sectoriel, ou macro-

économique provient des firmes.

À ce titre, il est éclairant d'exposer une définition des technologies de l'information proposée par le « Census Bureau » américain, selon laquelle les TI comprennent :

1. L'« *electronic business* » : nouveaux processus à travers lesquels les entreprises organisent leur model d'affaire, grâce à des ordinateurs reliés en réseau (vont permettre par exemple, les achats/ventes en ligne, le recrutement en ligne, la gestion de l'approvisionnement, la personnalisation du client).
2. **Le commerce électronique** : toutes les transactions effectuées sur des ordinateurs en réseaux, transférant des droits de propriétés, ou des droits d'utilisation de biens ou services.
3. **L'infrastructure e-business** : l'infrastructure économique utilisée afin d'appuyer l'« *electronic business* » et de conduire les transactions du commerce électronique (hardware, software, capital humain, réseau télécoms).

Les TI ont un impact à chacun de ces niveaux. Au niveau de l'« *electronic business* », il s'agit pour les statisticiens d'identifier les nouveaux dispositifs organisationnels, et les nouvelles catégories de « *business process* », et par la suite de les intégrer dans les programmes d'évaluation et enquêtes. Au niveau du commerce électronique, les statisticiens doivent principalement faire face à la difficulté de délimiter son contour (quels sont les produits ou services faisant l'objet de commerce électronique ? Comment les quantifier ? Quels sont les réseaux électroniques et les matériels permettant de qualifier une transaction de commerce électronique ?...). Toutefois, dans la mesure où c'est l'infrastructure *e-business* qui « donne naissance » à l'*electronic business* et au commerce électronique, l'analyse des problèmes statistiques au niveau de cette infrastructure est la plus riche pour notre problématique.

La mesure de l'investissement en infrastructure e-business

Avant tout, se pose le problème de définition d'un investissement en TI. Ainsi si les comptables ont toujours considéré les dépenses en matériels informatiques et matériels de communication comme des investissements, il n'en va pas de même pour les dépenses en logiciels. En effet, la question de l'intégration des logiciels dans le champ des investissements en TI, fut l'objet d'un long débat entre statisticiens, avant qu'on les fasse passer du statut de consommation intermédiaire à celui d'investissement (1995 en France, et 1999 aux États-Unis). Toutefois, ce problème de frontière entre consommation intermédiaire et investissement ne semble pas être complètement résolu. En effet, selon les règles comptables actuelles, pour pouvoir considérer les dépenses en TI comme investissement, les produits correspondants doivent être physiquement isolés. Ainsi, les investissements informatiques apparaissent dans les comptes

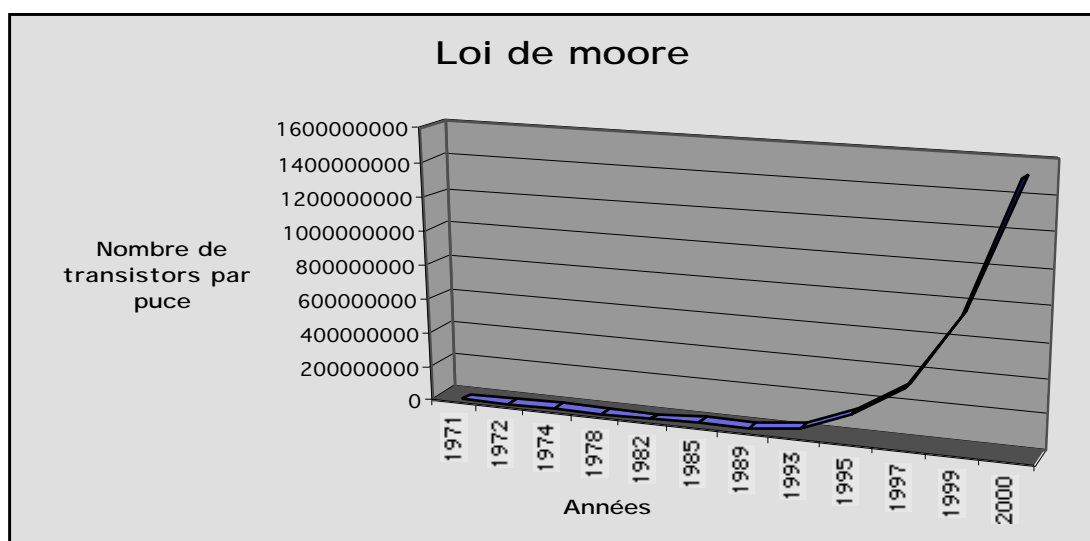
nationaux plus concentrés dans les activités de services -où ils prennent la forme de biens spécifiques tels que les PC, Mainframe...-, que dans les activités industrielles -où on retrouve plus de « dépenses » en composants ou puces, intégrés dans les machines-outils ou robots. Les difficultés liées aux TI obligent donc les statisticiens retenir une méthode d'évaluation qui ne reflète pas totalement la valeur de l'infrastructure TI des firmes. Les dépenses correspondant à cette informatique intégrée sont comptabilisées comme des investissements relatifs à ces biens et non pas en matériels informatiques. Ces dépenses sont néanmoins très élevées, et certaines estimations récentes considèrent qu'elles pourraient être deux fois supérieures aux dépenses d'investissement en matériels informatique stricto sensus. De plus, il existe encore un problème de mesure en ce qui concerne les dépenses d'élaboration ou d'amélioration de logiciels en interne : les dépenses de personnels correspondant ne sont pas isolées, et les comptes nationaux les reconstruisent à partir de sources fragiles.

Enfin, les statisticiens doivent faire face à un autre risque de sous-estimation de cette infrastructure, dans la mesure où les entreprises évaluent leur « capital informatique », à partir de leur budget informatique. Or comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, dans le cas des TI ce budget sous-estime les dépenses de l'entreprise qui comprend également d'importantes dépenses d'installation, de formation, et d'intégration.

Le partage volume/prix de l'infrastructure e-business

Les TI sont caractérisées par une évolution rapide des performances. La loi de Moore qui montre la courbe de croissance des performances des micro-processeurs illustre le progrès technique dans le secteur informatique :

Graphique 6 : La loi de moore : performance des micro-processeurs



Source : www.alinka.com/hpclusters.php3.

Cette loi soutient que la puissance des puces électroniques double tous les dix-huit mois, tandis que leur prix est divisé par deux. Du fait de ces caractéristiques, de nouveaux problèmes de mesure de capital, surgissent lorsque les statisticiens s'intéressent à l'analyse de l'évolution du capital TI. En effet deux méthodes étaient jusqu'ici disponibles pour effectuer le partage volume/prix : l'approche aux « coûts des facteurs », et celle « des services producteurs ». Dans l'approche aux coûts des facteurs, le volume d'un produit d'investissement varie selon l'évolution des facteurs nécessaires à sa production, quelle que soit l'évolution de ses performances productives, tandis que dans l'approche aux services producteurs, le volume de ce même produit d'investissement varie selon l'évolution de ses performances productives, quelle que soit l'évolution des quantités de facteurs nécessaires à sa production.

Dans le cas d'investissements « classiques », ces deux méthodes sont utilisées (mais surtout celle des services producteurs). Avec les investissements en TI, du fait de la rapidité du taux de renouvellement, l'application de ces méthodes est difficile à envisager, dans la mesure où elle suppose la mobilisation d'informations nombreuses et complexes sur l'efficacité productive et la qualité des biens d'équipements. Les statisticiens ont donc inventé de nouvelles méthodes, qui s'efforcent de prendre en compte les changements de qualité des biens : la méthode « hédonique »¹⁰, et la méthode d'appariement. Ainsi en ce qui concerne les matérielles informatiques, le partage volume/prix des séries d'investissement se fait selon la méthode hédonique depuis 1986 aux USA (et depuis 1996 pour une partie des matériaux de communication), et en France depuis 1995. Pour les logiciels, les méthodes varient selon le type de logiciel aux USA, et en France la méthode du coût des facteurs est privilégiée. À titre illustratif, rappelons que la contribution annuelle moyenne des TI à la croissance entre 1995 et 1999 varie de 0,2 à 0,6 % selon la méthode choisie.

IV.2 - Les problèmes d'amortissement

L'évolution rapide des prix et performances des technologies de l'information va également poser des problèmes aux comptes d'entreprise ainsi qu'aux comptes nationaux.

Premièrement, compte tenu des modalités d'amortissement fiscal aux coûts historiques, imposées par les organes de collecte statistiques en France, il existe un écart entre les situations financières nettes apparentes et réelles des entreprises. En effet, la forte baisse des prix des technologies de l'information entraîne mécaniquement une sous-estimation de la situation réelle de la firme (on déduit des bénéfices un montant sur-évalué), effet contraire à celui prêté d'ordinaire aux autres biens d'investissement (du fait de l'inflation). Autrement dit, la valeur actualisée de l'amortissement fiscal de ces investissements est supérieure à leur coût de

remplacement dans le cas des investissements en TI. Ce mécanisme joue d'autant plus que la baisse des prix des TI est importante et que la part des investissements en TI augmente dans les investissements totaux (Diewert et Fox, 1999). En outre, cette règle comptable va avoir un impact immédiat sur la valorisation de l'entreprise par les marchés financiers, car la dégradation des résultats de la firme élève la valeur d'un indicateur très surveillé par les analystes financiers : le « price earning ratio », toutes choses égales par ailleurs (prix de l'action sur bénéfices annuels par action)¹¹.

Deuxièmement, la rapidité de l'évolution des TI va avoir pour autre conséquence, de conduire les autorités comptables (Conseil national de la comptabilité en France, Financial Accounting Standards Board aux USA) à imposer une durée d'amortissement faible pour ces investissements (trois ans pour le hardware en France, et 5 ans pour les États-Unis par exemple). Cependant les entreprises considèrent que ces durées sont encore trop longues (surtout aux États-Unis).

En effet, ces règles pénalisent les entreprises en les forçant à choisir entre :

- Garder des équipements « archaïques », afin de recouvrir intégralement leurs coûts
- Abandonner le recouvrement total, afin de rester équipées en développement récent.

Ainsi, pour éliminer cette distorsion (et donc favoriser les investissements), l'association des compagnies TI américaine (Information Technology Industry Council) propose que l'on révisé la dépréciation comptable des équipements TI (2 ans pour les ordinateurs et les matériels périphériques, 2 ans pour les serveurs Internet/Intranet, et les équipements en réseaux connexes, 3 ans pour les équipements industriels en semi-conducteurs).

L'encadré suivant illustre dans un exemple théorique un écart important des résultats de l'entreprise selon le type de règle d'amortissement et la durée légale retenue :

¹⁰ Elle se base sur l'estimation économétrique de la valeur des produits en retenant comme variables explicatives l'ensemble des caractéristiques techniques les plus importants (vitesse, mémoire, poids...).

¹¹ Mairesse, Cette et Kocoglu montrent que l'écart entre les calculs du PER dans le cas d'une comptabilité aux coûts de remplacement et dans celui coûts historiques peut aller jusqu'à 3 à 5 % du niveau du PER.

Encadré 2 : Exemple d'impact des règles d'amortissement sur le niveau de résultat et d'impôt sur le bénéfice

Investissement au 31/12/1997 d'une entreprise Française dans un parc informatique (100 ordinateurs) d'une valeur de 100 000 Euros. On est le 31/12/2001 les ordinateurs d'une performance similaire sur le marché valent actuellement 650 Euros l'unité, soit une baisse des prix de 35 %.

Le résultat avant amortissement de l'entreprise est de 1 00 000 de Euros. Pour simplifier le calcul, on supposera que l'entreprise ait choisi un amortissement linéaire, la durée légal en France étant de 3 ans (5 ans aux Etats-Unis).

Lors de la présentation du compte de résultat, le résultat net de l'entreprise et donc le niveau d'impôts va fortement varier selon les modalités d'amortissement, comme le montre le tableau suivant :

		Résultat avant amortissement	Amortissement	Résultat net	Impôt sur le bénéfice (33%)
Amortissement au coût historique	Durée d'amortissement de 5 ans	100 000	20 000	80 000	26 666,7
	Durée d'amortissement de 3 ans	100 000	33 333	66 667	22 222,3
Amortissement au coût de renouvellement	Durée d'amortissement de 5 ans	100 000	13 000	87 000	29 000
	Durée d'amortissement de 3 ans	100 000	21 666,7	78 333,3	26 111,1

La même entreprise établit aux États-Unis aurait eu un résultat 30,49% plus important et payerait (à niveau de taux d'imposition égale) 30,49 % d'impôt en plus.

Le passage d'un système d'amortissement aux coûts historiques à un amortissement aux coûts de renouvellement (pour une durée d'amortissement équivalente), entraînerait une hausse du résultat de 17,49%, et une hausse de l'impôt sur le revenu du même ordre.

Dans un système d'amortissement aux coûts de renouvellement, la passage d'une durée d'amortissement de 5 à 3 ans, entraînerait une baisse du résultat de 11,06%.

Les organismes de collecte statistiques ainsi que les comptables doivent, on vient de le voir, améliorer et adapter leurs modes de collecte de l'information pour tenir compte des investissements en technologies de l'information. Cette réflexion constitue la seconde contribution dans l'analyse de la spécificité des TI. La troisième que l'on développe ici, va synthétiser et analyser ces différents discours, tout en y rajoutant des précisions, essentielles à la compréhension des spécificités de tels investissements.

V - Les Technologies de l'Information dans une perspective académique

L'émergence des nouvelles problématiques liées à la numérisation de l'entreprise fait l'œuvre d'une recherche foisonnante dans la littérature académique. Différents champs apportent une contribution à l'analyse des investissements en technologies de l'information dont principalement : la gestion, la finance, l'« *Information Systems* », et bien sûr l'économie. Chacune de ces disciplines contribue de sa manière à la compréhension de la numérisation de l'entreprise. La gestion s'intéresse principalement à l'analyse des nouvelles façons d'organiser et de diriger l'entreprise (et les difficultés sous-jacentes) en s'appuyant sur les technologies de l'information. L'« *Information System* », une discipline récente très liée aux services informatiques et au monde technologique, contribuent à partir d'expertises techniques à la compréhension du fonctionnement des systèmes informatiques et de leurs conséquences dans l'entreprise. La finance s'intéresse beaucoup au développement de nouveaux outils de mesures de rentabilité pour ces investissements (option réelle par exemple) ainsi qu'aux méthodes de valorisation des entreprises TI. Enfin, l'économie analyse les transformations dans le fonctionnement et la nature de l'entreprise, les changements dans les structures de marché, ou encore les gains introduits par les technologies de l'information. Nous proposons de regrouper en trois grands sujets les apports de cette vaste littérature sur la spécificité des technologies de l'information. Ce sont les contributions : 1) sur la nature même de ces investissements, 2) les ajustements organisationnels qu'ils nécessitent et 3) les retombés économiques qu'ils engendrent. Nous organiserons cette partie autour de ces trois points

V.1 - La nature des investissements en technologie de l'information

Les bénéfices et coûts intangibles

Les outils d'analyse des investissements (valeur actualisée nette, payback period, taux de rendement interne...) permettent de réduire l'incertitude sur la rentabilité économique des investissements « traditionnels ». On peut difficilement les appliquer aux technologies de l'information, car il faudrait arriver à mesurer par exemple : les bénéfices résultant d'une amélioration des processus de prise de décision (grâce par exemple à un Progiciel de gestion intégré), ou encore celle d'une amélioration de la coordination avec les fournisseurs (après la mise en place d'une solution de « supply chain»). Les difficultés de mesures sont liées au caractère intangible des bénéfices des TI. Si dans certains investissements traditionnels on retrouve une part de bénéfice intangible dans le bénéfice total (investissement en R&D par exemple), ici la spécificité tient lieu du fait que ce sont les bénéfices intangibles qui

prédominant. En effet, comme le montre certains d'auteurs de la littérature de gestion et d'économie, les TI sont des « instruments de contrôle de l'information » (Lillrank, Holopainen, Paavola), les bénéfices créés par ces technologies passent donc par une amélioration du contrôle de l'information¹², d'où leur caractère intangible.

Ainsi, les procédés facilités par les TI, tels que l'organisation en centre de profit, les contrats de type clients/fournisseurs en interne, les systèmes d'approvisionnement « collaborateur », ou encore le développement du workflow¹³, sont en fait des méthodes d'amélioration du contrôle de l'information (qui ont par la suite des conséquences sur les coûts de transactions, sur l'amélioration de l'organisation interne ou sur la qualité des services).

Le second type de spécificité des TI soulevé par la littérature (d'économie) se trouve dans la nature des coûts de ces investissements. En effet, lorsqu'on s'intéresse à l'analyse de ces coûts, ne prendre en compte que les coûts visibles (qui apparaissent dans les budgets), revient à s'intéresser qu'à environ 60 % de l'ensemble des coûts (Bannister F, McCabe P, Remenyi). Plus de 40 % des coûts des TI ne proviennent pas des budgets consacrés aux TI, et sont constitués de coûts intangibles. Pour ces auteurs, ce sont principalement des coûts d'adaptation, des coûts d'apprentissage, et des « *dis-bénéfites* » (ou perte de productivité relative au travail au personnel ou à la technologie). Quelle que soit l'entreprise l'intégration des technologies de l'information dans l'appareil productif s'accompagne d'un surcoût important.

Outre leur caractère intangible, les coûts des TI posent de nouvelles difficultés de mesures, à savoir :

- 1) Le problème de la mauvaise allocation des coûts due à l'inadéquation des plans comptables à ce nouveau type d'investissement.
- 2) Le problème de l'allocation des coûts partagés (réseaux, imprimantes par exemple) et plus généralement la difficulté d'isoler le coût d'un projet TI du fait de la forte interconnexion entre les différentes applications.
- 3) Le problème des coûts de désinvestissements de certains actifs (auxquels on substitue des actifs numériques) et de leur allocation entre les nouvelles applications.

Les actifs immatériels

Contrairement aux investissements classiques lorsqu'on étudie les investissements en technologies de l'information, il est important de ne pas se focaliser sur l'analyse du « capital

¹² Contrôle de l'information ex-anté (prédictif), et ex-post (analytique).

¹³ Ou « gestion électronique de processus » : une application des principes de la gestion de production aux activités administratives auxquelles il transpose la notion de « juste à temps ».

physique ». Les coûts informationnels ont depuis longtemps dépassé les coûts du capital : rien que sur la période après guerre, les investissements en capital humain, ont dépassé les investissements en capital physique d'un facteur de un à cinq (Jorgenson et Fraumeni). Le capital sous ses formes variées, est à présent une commodité, qui peut facilement être empruntée, externalisée, « leasée ». Excepté pour certaines firmes (mine, transport...), l'information représente un input crucial, et les TI permettent de mieux gérer cet input.

De plus, s'il est démontré que les investissements en TI ont un produit marginal brut (hausse de l'output associée à chaque dollar investi) supérieur aux autres investissements, cette supériorité ne doit toutefois pas être surestimée. En effet, comme le montre Strassman dans le cas des investissements en informatiques hardware et software est plus importante que celle des dépenses en capital physique. Ces dépenses doivent être considérées comme des actifs à part entière, qui forment le « capital informationnel ». Dans le cas des TI, les indicateurs de performance restent donc incomplets pour juger de la performance d'une organisation, précisément parce qu'ils ne prennent pas en compte le capital informationnel accumulé par l'entreprise. Il faut donc intégrer le fait qu'une firme puisse convertir les « dépenses informationnelles » en actifs. Par exemple les principaux actifs de Wal-mart ne proviennent pas de leur software ou hardware, mais du business process (actif intangible) bâti autour du système informatique. On peut dire qu'en général pour les entreprises la valeur des données stockées dans un disque est supérieure à celle du disque lui même.

Une analyse complémentaire développée par Brynjolfsson en 1999 montre que la particularité des TI est qu'elles mettent plus de temps que les investissements traditionnels à se réaliser et requièrent des investissements additionnels (coûts d'ajustements). Ces coûts peuvent également être considérés comme des actifs dans la mesure où par exemple 40 % du budget informatique sont dépensés en « maintenance » de logiciel (rafistolage de vieux programmes, réparation des mauvaises traductions du business process en code de logiciel...), dépenses qui procurent des flux de revenu à long terme.

V.2 - Les ajustements organisationnels

Dans le cas des TI, le passage de la phase d'investissement à celle de matérialisation des performances économiques nécessite des ajustements organisationnels importants, du fait de leur complexité et des changements majeurs qu'elles entraînent dans l'entreprise. Tout va dépendre de la capacité à mettre en place des modes d'organisations qui rendent efficaces l'emploi de ces technologies. Autrement dit, lorsqu'on investit dans les TI, un élément important sera de maîtriser les bouleversements organisationnels, afin de voir la matérialisation des bénéfices, et/ou empêcher les dysfonctionnements de la firme.

Ainsi on montre dans la littérature que :

1) Les TI sont de simples catalyseurs : ce sont seulement les utilisateurs qui créent de la valeur, si ces derniers disposent d'une bonne « organisation, motivation et connaissance » (Strassman).

2) Les TI auront des trajectoires différentes selon les caractéristiques de l'entreprise en question, parmi lesquelles la performance du management (Stolarick).

3) Les ordinateurs et autres types d'investissement en TI donnent lieu à de nouvelles méthodes organisationnelles, au niveau du groupe de travail, de la firme, et même de l'industrie, d'où une nécessité d'adaptation organisationnelle (Brynjolfsson).

Enfin, une étude économétrique menée par Stolarick en 1999 sur un échantillon de 55 000 industriels, montre que le succès d'un investissement en technologies de l'information (mesuré ici par la capacité de la firme à convertir des inputs en outputs) est indépendant du montant des dépenses investies. Les firmes à niveau de productivité élevée, dépensent relativement moins en TI, tandis que les firmes à productivité faible dépensent plus. Augmenter le niveau d'investissement en TI ne délivre pas nécessairement de meilleurs résultats, au contraire, des compétences du management (dont découlent la capacité à mettre en œuvre des ajustements organisationnels) vont fortement dépendre la productivité.

Pour illustrer cette spécificité liée aux ajustements organisationnels l'exemple d'un investissement dans un Progiciel de gestion intégré (PGI) est éclairant. En effet, il est intéressant de souligner que le personnel interne ou externe s'occupant de la mise en place d'un PGI, n'est pas seulement consacré à l'installation du software. Un aspect important de leur travail consiste à redéfinir le flux d'information afin d'exploiter le potentiel du PGI. En d'autres termes, le personnel consacré à l'implantation d'un PGI, ne bâtit pas seulement le système *software*, mais réorganise le *business process*. Le véritable investissement nécessaire au déploiement d'un PGI est ainsi estimé être sept fois plus important que la valeur du logiciel en lui-même.

V.3 - Les retombées économiques des technologies de l'information

Lorsque dans cette littérature, on s'intéresse aux textes qui traitent de la nature et des bénéfices des investissements en TI, il est important de discerner trois problématiques différentes souvent confondues dans la littérature de gestion et d'« *Information System* » : la question de la productivité, celle de la création de valeur pour le consommateur, et celle de *business performance*. Ces questions relèvent respectivement de la théorie de la production, de celle du consommateur et de celle de la stratégie concurrentielle.

La productivité

S'il est démontré dans l'étude citée ci-dessus (Stolarick) que les firmes à faible productivité, dépensent plus en TI que les firmes à productivité élevée, il existe (à présent) un consensus de la littérature sur le fait que la relation entre dépenses en TI et productivité est significative et positive.

En effet, à partir du moment où des explications au paradoxe de Solow (dans lesquels on retrouve certaines spécificités des TI) ont été trouvées plusieurs auteurs ont montré que les investissements en TI accordent à l'entreprise une productivité élevée. Ces explications sont par exemple :

- La nécessité de prendre en compte l'accroissement de la qualité ou variété des produits sous l'économie numérique : mais le déflateur utilisé par le gouvernement ne reflète pas correctement la valeur de l'output (l'inflation est surestimée et l'output réel sous-estimé)
- La nécessité de prendre en compte le fait que l'impact des TI sur la productivité met du temps à se matérialiser : les TI affectent le « cœur » de l'entreprise (la façon dont elle coordonne leurs activités avec l'information), trouver et intégrer l'application appropriée prend donc du temps. De plus les restructurations, nécessaires à la réalisation des bénéfices, ont seulement été entreprises récemment.

La spécificité des TI se trouve ici dans l'importance des gains de productivité qu'elles permettent. Ainsi Brynjolfsson montre, que les investissements en TI accordent aux entreprises des productivités plus élevées que les autres types d'investissement. En mesurant économétriquement à l'aide d'une fonction de production Cobb-Douglas, le retour sur investissement (ROI) du capital TI (« *computer capital* »), et du capital humain consacré à l'informatique (« *IS Labor* »), de 367 firmes sur la période 1987-1991, il arrive aux résultats suivants :

- Le ROI brut du capital TI est de 81 % par an.
- Le ROI de cette variable a été plus important que celui des investissements « capital non TI » (qui s'élève à 6,26 %).
- Les dépenses en « *IS labor* » ont généré proportionnellement plus d'output que les dépenses « *non-IS labor* » (1 dollar investi dans le « *IS labor* » augmente l'output de 2,62 dollars, contre 1,07 dollar pour le « *non-IS labor* »).

***Business performance* et création de valeur pour le consommateur**

Du fait de l'accroissement de l'intensité concurrentielle, les entreprises ont des difficultés à retenir la valeur totale des bénéfices créés par les TI, ou à en extraire une rente différentielle. En effet, dans l'économie numérique la diffusion des TI concerne à présent un grand nombre d'entreprises (la quasi-totalité des grandes entreprises). Or, selon le modèle Porterien d'avantages compétitifs, les avantages ne peuvent être procurés par des solutions génériques, mais par personnalisation. Si une firme a un accès unique à une technologie, elle peut être en mesure d'en tirer des profits élevés, mais la technologie n'accordera pas de sur-profit aux entreprises, lorsqu'elle est en accès libre : « IT has become a strategic necessity, but not a source of competitive advantage » (Clemons 1991)¹⁴.

Il n'existe donc pas a priori de spécificités des TI dans l'acquisition d'avantages compétitifs. Toutefois une spécificité de ces investissements (dans la question de *business performance*) se trouve selon certains auteurs dans l'ampleur de la réactivité qu'elles introduisent. En effet, grâce aux TI, le taux maximal auquel les ressources peuvent être mobilisées à une panoplie de tâches s'accroît¹⁵. L'entreprise qui n'investit pas dans les TI peut donc être considérée comme étant moins réactive que ses concurrents, et donc comme une entreprise susceptible de perdre des parts de marché.

En ce qui concerne la question de la création de valeur pour le consommateur, du fait là encore de l'intensité concurrentielle, les entreprises ne peuvent retenir la valeur totale des bénéfices créés par les TI. Les consommateurs tirent profit d'une partie de la valeur dégagée par les technologies de l'information, en bénéficiant d'une utilité accrue.¹⁶ L'exemple des services bancaires est à ce titre illustratif : suite à l'investissement massif des banques dans les TI, certains clients bénéficient à présent d'une amélioration du service bancaire à travers une plus forte personnalisation, une baisse des coûts de transactions (possibilité de gérer à distance les comptes et paiement), ou une baisse des coûts de recherche (accès à une offre élargie).

Le transfert des bénéfices aux consommateurs est donc nécessaire afin de protéger ses parts de marché. Ainsi selon Clemons (1991) : « Dans un marché concurrentiel, tous les bénéfices d'une baisse des prix des biens intermédiaires tels que les TI sont répercutés sur le consommateur à cause de la nécessité concurrentiel ». L'ampleur de ce transfert dans le cas de l'économie numérique est très significative. Ainsi, une étude menée par Brynjolfsson en 1993, (en

¹⁴ On peut toutefois ajouter comme tenu de l'ampleur des problèmes d'implémentation et d'utilisation des TI, que les firmes qui réussissent les premiers (ou les mieux) à surmonter ces problèmes, pourraient gagner des avantages compétitifs en s'appuyant sur ces investissements.

¹⁵ « Les technologies de l'information sont des outils qui permettent à l'entreprise d'accélérer le traitement et la diffusion de l'information, ainsi que d'augmenter sa réactivité » (Kumar, 1997).

appliquant la théorie du surplus du consommateur à la question de la valeur des TI) aboutit aux conclusions suivantes :

- En 1987 les TI ont dégagé entre 80 et 90 milliards de dollars de surplus aux consommateurs aux États-Unis.
- Avec une projection sur 1997, on arrive à un résultat de 200 milliards de dollars.

¹⁶ Améliorations des services associés aux produits (service clientèle ou après vente par exemple), personnalisation de l'offre, hausse de la variété disponible...

Conclusion

Il est incontestable que les investissements en technologie de l'information représentent un enjeu important pour différents acteurs de la vie économique, au premier rang desquels les entreprises. Nous avons rassemblé ici trois types de contributions permettant de mieux préciser leur spécificité :celles des entreprises elles mêmes, celles des statisticiens et celles de la littérature académique.

En premier lieu, les discours des entreprises, reste à prendre avec précaution, dans la mesure où il s'agit d'acteurs directement impliqués dans le processus de numérisation, dont les résultats sont surveillés par les partenaires internes (employés, responsables, directeurs...), externes (investisseurs, banquiers, sous-traitants...) et par les concurrents. On retiendra cependant quelques points de l'examen des arguments et raisons des entreprises. Tout d'abord, suite à la transformation profonde de l'organisation interne de l'entreprise, et de ses rapports avec ses partenaires externes, les investissements en technologies de l'information offrent de **nouveaux models organisationnels**, et de **nouveaux rapports entreprise/consommateur**. Ces modes donnent à leur tour lieu à de nouveaux problèmes organisationnels auxquels les firmes doivent faire face : destruction d'actifs existants (les TI se substituent à certains actifs), phase d'apprentissage longue (un ensemble croissant d'acteurs est amené à utiliser des technologies de plus en plus complexes), réticences d'une partie du personnel (dont le métier est menacé ou profondément transformé).

La seconde spécificité des TI, mise en évidence par l'expérience des entreprises, est celle des problèmes d'implémentation. En effet, ces investissements ont la particularité d'avoir été intégrés par strates, en fonction de l'apparition des nouvelles applications et selon des « systèmes propriétaires ». Or à présent, se pose un **problème d'interconnexion** entre les différentes applications, et les firmes rencontrent d'énormes difficultés d'homogénéisation. Enfin, les technologies de l'information posent aux entreprises un problème de calcul de rentabilité économique, dans la mesure où les outils de calculs dont elles disposent s'appliquent difficilement dans le cas de ces investissements. La complexité d'installation combinée à un manque de visibilité dans les retombés économiques et une logique d'externalisation de certaines activités, contribuent à l'organisation d'un marché connexe à ces investissements : celui des services informatiques.

Deuxièmement, malgré les différences des statisticiens (tant bien au niveau national, qu'au niveau international) sur les problèmes de définition des investissements en TI ou encore sur le partage volume/prix de ces investissements, l'apport des réflexions statistiques à notre

problématique est également utile. Leur contribution part de l'évolution rapide des performances des technologies (loi de Moore) et de la forte baisse des prix qui en découle. On retiendra premièrement l'inadaptation des règles d'amortissement en vigueur aux technologies de l'information : l'amortissement aux coûts historiques conduit à une sous-estimation comptable de la situation réelle de l'entreprise, du fait de la baisse des prix de ces actifs. De plus, pour décrire l'évolution en volume des investissements TI, les statisticiens ont dû inventer de nouvelles méthodes de partage volume/prix, afin de tenir compte de l'amélioration des performances (méthode hédonique, méthode d'appariement). Et enfin, ces investissements font naître un ensemble de problèmes de recensement pour les autorités chargées de la collecte des informations légales des firmes : les définitions actuelles de cette catégorie d'investissement ne permettent pas de connaître avec précision la **valeur de l'infrastructure TI** existant. Les questionnaires de recensement ont dû être complètement revus pour tenir compte des bouleversements introduits par les TI au niveau des firmes, sectoriel, et macro-économique.

Enfin, la littérature académique reste encore handicapée par un manque de validation empirique, du fait de la nouveauté du phénomène et des difficultés à trouver des outils d'analyse appropriés à ces technologies. En outre, certains auteurs confondent la question de la productivité, celle de la concurrence et celle de la création de valeur pour le consommateur dans l'analyse des bénéfices des TI. Or, les différents gains introduits par les TI (baisse des coûts, hausse de la qualité du produit, amélioration du service client ...), sont des éléments de chacune de ces trois notions (Brynjolfsson). Si cette littérature à l'heure actuelle bute sur des obstacles de méthodes, elle permet toutefois de mieux cerner la nature de ces investissements. Ainsi selon ces analyses :

- Il est important de passer d'une analyse basée sur le « capital physique » à celle basée sur le « **capital informationnel** ». Les coûts associés à la création de nouveaux *business process*, de nouvelles structures organisationnelles, et de nouvelles stratégies de marché doivent être considérés comme des **actifs intangibles**, dans la mesure où elles procurent des flux de revenus à long terme. Ceci d'autant plus que les coûts informationnels ont depuis longtemps dépassé les coûts du capital, et que l'information représente un input crucial de l'ère numérique.
- Dans le cas des technologies de l'information, le passage de la phase d'investissement à celle de matérialisation des gains nécessite des **ajustements organisationnels** importants. Du fait de leur complexité et des changements majeurs qu'elles entraînent dans la firme, un élément important concerne la maîtrise des enjeux organisationnels.
- Les TI sont des instruments de **contrôle de l'information**, la matérialisation des bénéfices de ce type d'investissement passe par une amélioration de ce contrôle, d'où une prédominance des bénéfices intangibles.

Enfin, les contributions académiques mettent en évidence une autre spécificité, résultant des bénéfices propres aux technologies de l'information. Premièrement certains auteurs démontrent que les TI offrent aux entreprises des productivités plus élevées que les autres types d'investissements, et deuxièmement on a trouvé qu'une partie importante des gains est transférée aux consommateurs, du fait de l'accroissement de la pression concurrentielle découlant des nouvelles menaces introduites par l'économie numérique auprès des acteurs traditionnels.

L'analyse de l'instabilité du modèle de diffusion des technologies de l'information est importante pour l'avancée de la réflexion sur les nouveaux enjeux de la numérisation pour les entreprises. En ce sens, les différents apports sur la spécificité des TI constituent un point de départ. Cette question s'inscrit dans une problématique plus large d'**évaluation économique des technologies de l'information**, qui suscite l'intérêt des différents acteurs, mais reste encore à l'état embryonnaire dans la littérature théorique. Elle fait l'objet d'une problématique de recherche intéressante à approfondir.

Bibliographie

- Astostic B., Gates J., Jarmin R. (Juin 200) « Mesuring the Electronic Economy : Current Status and Next Steps » ; U.S Census Bureau .
- Baily, M., Chakrabarti A., (1988) « Electronics and white-collar productivity. Innovation and Productivity Costs, Brookings, Washington » D.C.
- Bharadwaj A., Bharadwaj S., Konsynski B., (1999) « Information technology effects on firm performance as measured by Tobin™s que ». *Management Science* 45 1008-1024.
- Bannister F, McCabe P, Remenyi D.(Sept 2001) « How much did we really pay for that ? : the awkward problem of IT costs », *The Electronic Journal of Information Systems Evaluation*
- Brynjolfsson, E., Hitt L. (1993) « Paradox lost ? Firm-level evidence of high returns to information systems spending » *Working paper* MIT Sloan school of management
- Brynjolfsson E, Hitt L (1994.) « Creating value and destroying profits ? Three measures of information technology's contribution » *Working paper* MIT Sloan school of management.
- Brynjolfsson E (september 1996) « The contribution of Information Technology to consumer welfare » *Information Systems Research* 281-300.
- Brynjolfsson E.,Yang S .(December, 1999) « The intangible costs and benefits of computer investments :evidence from the financial markets ». *Working paper* MIT Sloan school of management.
- Brynjolfsson E (Mai 2001) , « Intangible assets and growth accounting : evicence from computer investment » *Working paper*, MIT Sloan school of management
- Cercle des économistes (2000), « Espérances et menaces de la nouvelle économie », *Descartes & Cie*
- Cette G., Mairesse J., Kocoglu Y (2000) « La mesure de l'investissement en technologie de l'information et de la communication : quelques considérations méthodologiques » *Economie et statistique* n° 339-340, 2000.
- Cette G., Mairesse J., Kocoglu Y (2000) « Les technologies de l'information et de la communication en France : diffusion et contribution à la croissance » *Economie et statistique* N° 339-340, - 9/10
- Diewert E. et Fox K (1999) « Can Measurement Error explain the productivity paradox ? ». *Canadian Journal of Economics*, vol 32, n°2, April.
- Dunne T. (october 1991) « Technologie usage in the US manufacturing industries : New evidence from the survey of manufacturing technology » *Center for economic studies*, US bureau
- Evans C. et Würster (2000), « Net stratégies » T.S, Éditions d'Organisation.
- Feuvrier P., Heitzmann R. (août 2000) «Informatiques et télécommunication dans l'industrie

- française. Des entreprises de plus en plus communicantes » *Les 4 pages des statistiques industrielles* n° 137; Service des études et des statistiques industrielles
- Favre F., François J.P, Greenan N (Août 1998) « Les changements organisationnels dans les entreprises industrielles 1994-1997 » : la montée des procédures », *Service des études et des statistiques industrielles* n° 93
- Greenan, N., and J. Mairesse, (1996), « Computers and Productivity in France: Some Evidence » *NBER Working Paper* No. 5836
- IDC France, (Janvier 2000), « Note de conjoncture Trimestrielle Services ».
- Jorgenson, Fraumeni (1992) « Investment in Education and U.S. Economic Growth », *Scandinavian J. of Economics*.
- Lillrank P, Holopainen S, Paavola T » (Mars 2001) « Catching Intangible IT benefits », *The Electronic Journal of Information Systems Evaluation*
- Lombard D., Roussel P., Dumartin S., Heitzmann R., Aufrant M (Février 2001) « Observation statistique du développement de technologies de l'information et de la communication et de leur impact sur l'économie » ; *Conseil national de l'information statistique*, N° 63.
- Lucas H (1999.) « Information technology and the productivity paradox », *New York Oxford University Press*
- Ministère de l'économie des finances et de l'industrie, (1996-2001), « Enquête annuelle d'entreprise », *Service des études et des statistiques industrielles (Sessi)*
- Ministère de l'économie des finances et de l'industrie (août 2000) « L'industrie française à l'heure des technologies de l'information et de la communication » *Les 4 pages des statistiques industrielles, Service des études et des statistiques industrielles (Sessi)* N° 135.
- Nguyen G, (2001) « L'entreprise numérique », *Economica* 2001.
- Pasetti, J. (mars 2002) « IT and the economy, Accelerated depreciation of IT Assets » ; *Information Technology Industry Council* (http://www.itic.org/policy/tax_exp.htm)
- Porter, M. (1980) « Competitive strategy-techniques for analyzing industries and competitors, *The Free Press, New york.*
- Quirion B (1998) « Comment évaluer l'impact économique des TI, un processus d'évaluation des projets de système d'information », *Cahier de recherche du groupe Escp- Eap*, 137
- Saarinen T, (1996) « An expanded instrument for evaluating information system success », *Information and management*
- Strassmann P, (1996) The value of computers, information and knowledge, *working paper*
- Stolarick K., (octobre 1999) Are some firms better at IT ? Differing relationships between productivity and IT spending., *U.S bureau of census (Center for economic studies).*