



Les perspectives du secteur des TIC en Europe.

RÉSUMÉ.

Nous analysons ici les principales caractéristiques de l'évolution du secteur des TIC. Sa dynamique repose sur le progrès continu du secteur des composants, liée à des « non-convexités » dues aux effets de réseaux et aux coûts irrécupérables. Elle peut conduire à des régimes concurrentiels de type Schumpeter Mark I ou Schumpeter Mark II. C'est-à-dire que dans certains sous-secteurs, la structure du marché sera plutôt concurrentiel (Mark I) et dans d'autre plutôt monopolistique (Mark II). Mais un autre facteur déterminant est la « convergence ». La numérisation rend compétitive l'intégration de plusieurs systèmes ou objets de traitement de l'information, de communication ou de loisir sur un même support. Ce qui a comme conséquence que Schumpeter Mark II se développe au coeur, où la production logicielle domine, et Schumpeter Mark I à la périphérie de l'industrie. Dans ce contexte, l'industrie européenne est potentiellement prise entre deux forces : l'avantage-coût des pays asiatiques et l'inventivité et le dynamisme de l'industrie étasunienne. Pour sortir de cette situation difficile, il faut créer en Europe les conditions permettant de restaurer une dynamique d'accumulation de savoir dans un sous-secteur clef des TIC, la production logicielle. Pour cela, l'Europe peut s'appuyer sur sa tradition de coopération et de partage de connaissances, et sur des institutions qui ont montré leur capacité à stimuler des coopérations inter-régionales. En se focalisant sur un programme ambitieux de production de logiciel libre dans les systèmes embarqués et les réseaux domestiques, l'Europe peut atteindre plusieurs objectifs : permettre le libre accès à une ressource essentielle, stimuler la concurrence, faciliter la réalisation des objectifs de Lisbonne, et restaurer la compétitivité européenne dans les TIC.

MOTS CLEFS : TIC, POLITIQUE INDUSTRIELLE, RÉGIMES DE CONCURRENCE, SOCIÉTÉ DE LA CONNAISSANCE, LOGICIEL LIBRE.

ABSTRACT.

We present the main trends of evolution of the ICT sector. Its dynamics, supported by a constant technical progress in Ics, compounded with "non convexities" such as network effects and high sunk costs, may either lead to a Schumpeter Mark I or Schumpeter Mark II competition regime. This means that in some segments, the market will be more competitive (Mark I), while in other it will be more monopolistic (Mark II). But a key trend is also the so called "convergence". Digitization makes it cost effective to integrate different communications, information processing and entertainment systems and devices. Hence, Schumpeter Mark II grows at the core where software production dominates, while Schumpeter Mark I is established at the periphery. In this context, the European ICT industry is potentially smashed between two forces: the cost advantages of Asian countries and the inventiveness and dynamism of the US industry. The way out of this very difficult situation is to create the conditions of restoring knowledge accumulation in a key sub-sector of ICT, software production. To do this, Europe can rely on its tradition of cooperation and knowledge sharing and on a set of institutions that have shown their ability to stimulate inter-regional cooperation. By concentrating on an ambitious project of open source software production in embarked systems and domestic networks, Europe could reach several objectives: to make freely accessible an essential facility, to stimulate competition, to help reaching the Lisbon objectives and to restore the European competitiveness in ICT.

KEYWORDS: ICT, INDUSTRIAL POLICY, COMPETITION REGIMES, KNOWLEDGE BASED SOCIETY, OPEN SOURCE.

**Godefroy Dang
Nguyen¹**

Christian Genthon²

1 : Get-ENST Bretagne-
M@rsouin.

2 : Université Pierre Mendès-
France

Godefroy.DangNguyen@enst-bre-
tagne.fr

Christian.Genthon@upmf-gre-
noble.fr

<http://www.marsouin.org>

<http://www.upmf-grenoble.fr>

INTRODUCTION.

Le secteur des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) est en plein bouleversement, porté non seulement par le progrès technique, mais aussi par la diffusion de nouveaux biens et services (mobiles, Internet, DVD) et par des mutations profondes dans la répartition de l'emploi, avec l'arrivée des nouveaux pays producteurs: Corée, Chine, Inde. De plus, l'émergence puis l'éclatement de la «bulle Internet» a eu d'autres répercussions que financières: nombreuses créations puis disparition brutale d'emplois, nouvelles pratiques d'achat liées au commerce électronique, forte intégration des acteurs au sein de chaînes de valeur dédiées à la satisfaction du client final, apparition du «dégroupage» et de la «voix sur IP» qui menacent le «bon vieux téléphone», etc.

Dans ce paysage en profonde mutation, l'industrie européenne des TIC est souvent présentée comme un peu «à la traîne»: pas assez dynamique et innovante par rapport aux entreprises américaines, pas assez compétitive en coût par rapport aux pays émergents. Le but de cette communication est de nuancer cette vision un peu pessimiste, tout en donnant quelques pistes pour construire une véritable politique européenne. Pour cela nous décrivons d'abord la dynamique complexe du secteur (Section I), puis nous esquissons un schéma original de politique industrielle tenant compte des forces et des faiblesses des entreprises européennes (II).

UN SECTEUR EN PLEINE ÉVOLUTION.

Il importe avant tout de définir le périmètre des TIC envisagé dans cette communication. En règle générale, on admet qu'elles englobent l'ensemble des activités manufacturières et de services qui utilisent des circuits intégrés ou des composants électroniques pour les communications ou le traitement de l'information. Mais cette définition n'épuise pas le sujet. Par exemple, l'instrumentation médicale (fabrica-

tion de scanners, appareils d'IRM, de radiographie ou d'échographie) recourt largement à l'usage des circuits intégrés. Fait-elle pour autant partie de l'électronique? On estime que dans une voiture il y avait, en 2001, 1 700 \$ d'électronique embarquée. Pour caractériser ce phénomène de large diffusion, J.P. Dauvin, «Chief Economist» chez ST Microelectronics parle de «pervasion du silicium»¹.

Ainsi, alors qu'on estime le marché des semi-conducteurs à 200 milliards de dollars et 3 millions d'emplois, les systèmes électroniques au sens strict incorporant des composants représentent 1 000 milliards de dollars et 18 millions d'emplois, tandis que l'ensemble des services liés à l'électronique a un chiffre d'affaires de 5 000 milliard de dollars et emploie 100 millions de personnes. Il y a donc un très fort effet de levier dans la production de semi-conducteurs, qui permet le développement d'activités nombreuses. Cependant cette production est de plus en plus déconnectée de la conception de systèmes et de services: les composants deviennent «standardisés», perçus comme des «commodités» c'est à dire des matières premières achetées en bloc par les utilisateurs. C'est pour cela que bon nombre d'entreprises de l'électronique ont fini par abandonner la production de leurs propres composants. Ce n'est que dans des domaines particuliers (les microprocesseurs ou les cartes à puce...) que le composant électronique retrouve sa place au cœur des systèmes. Dans ce cas une intégration ou tout au moins une coordination étroite entre le fabricant du composant clé et le concepteur de système utilisant ledit composant, devient un élément essentiel de la réussite du produit.

Un consensus existant au sein des pays de l'OCDE définit le secteur manufacturier des TIC en y incluant l'équipement informatique et de bureau fondés sur l'électronique, les composants et tubes, les câbles, les appareils de réception et d'enregistrement radio et TV, les instruments de mesure, de test, de navigation, l'équipement industriel électronique. Le secteur des

¹ J.P. Dauvin «Les semi-conducteurs» Repères La Découverte.

services des TIC englobe les services télécommunications et informatiques, la location de matériel informatique, la vente en gros d'équipement électrique et électronique. Le secteur des TIC ainsi défini est doté de caractéristiques très spécifiques :

- le progrès technique est rapide et **prévisible**, fondé notamment sur la fameuse «loi de Moore». À cet égard, les principaux fabricants de composants sont réunis dans un «club» appelé ITRS², qui réfléchit collectivement sur l'évolution technologique. Le tableau suivant présente l'état récent de cette réflexion. On en déduit que les industriels du secteur ont une vision assez précise de leur futur technologique. Pour autant, les risques n'ont pas disparu, car les investissements irréversibles sont colossaux. Construire une usine pour fabriquer la nouvelle génération de mémoires coûte 2 à 3 milliards de dollars, et mettre au point cette génération requiert un budget de R & D de l'ordre de 1 milliard de dollars. Chacun n'a pas la même appréciation de ces risques,
- comme beaucoup d'activités économiques, les TIC sont soumis à des fluctuations conjoncturelles dont on a vu les effets dramatiques au moment de l'éclosion puis de l'éclatement de la bulle Internet. Pour fixer les idées, le chiffre d'affaires des fabricants de matériel de télécommunications a été divisé par 2 entre 2000 et 2002, passant de 120 à 60 milliards de dollars³,
- les innovations sont de nature «systémique». Cela signifie que lorsqu'une innovation majeure apparaît, c'est tout un contexte de marché qui se met en place où les entreprises qui réussissent ne sont pas forcément celles qui sont les plus innovantes, mais celles qui disposent des «actifs complémentaires»

nécessaires à la réussite du nouveau produit. L'exemple le plus fameux est celui de l'ordinateur personnel. Bien qu'Apple ait toujours eu des machines plus performantes et plus innovantes que le PC, celui-ci s'est imposé, pour deux raisons : d'abord parce qu'il a été conçu par IBM, à l'époque l'entreprise informatique la plus puissante et la mieux introduite auprès des clients les plus importants, les grandes entreprises. L'autre raison du succès des PC fut son «ouverture», qui permettait l'imitation rapide par des «clones» et la baisse des prix subséquente, provenant notamment des producteurs taiwanais et coréens. Parfois il arrive que ce soient les institutions publiques qui créent ces «actifs complémentaires» pour établir le succès de ces systèmes. Ainsi les pays membres de l'UE, dans un célèbre MoU⁴ de 1987, ont décidé de s'entendre pour geler des fréquences hertziennes pour le téléphone cellulaire fondé sur un standard adopté en commun, le GSM⁵. Celui-ci fut le plus grand succès de l'industrie européenne des TIC, alors que dans le même temps les USA s'en remettaient à chaque ville pour choisir librement son standard. Du coup les constructeurs et opérateurs américains se sont fait dépasser par leurs homologues européens (Nokia et Vodafone notamment). Ceux-ci ont bénéficié d'un coup de pouce institutionnel créant un large marché unique (l'actif complémentaire manquant) qui leur a permis d'asseoir leur leadership,

- il y a et il y a toujours eu, dans les TIC, une *interaction entre la recherche publique et la recherche privée*. Ceci n'est d'ailleurs qu'une illustration d'un phénomène beaucoup plus profond, celui de l'interaction entre l'utilisateur et le producteur. À titre d'exemple le rapport Beffa paru en 2005 cite le cas des USA, où le gouvernement finance directement

² International Technology Roadmap for Semiconductors

³ Groupement Professionnel de la Filière électronique et Numérique (2004) : «Livre Bleu».

⁴ Memorandum of Understanding

⁵ Global System Mobile

entre 11 et 21% de la recherche des entreprises, ou celui du Japon qui met en place une politique de coordination na-

tionale de la recherche autour du triangle État/ entreprises/ universités,

Première année de production	2004	2007	2010	2013	2016	2018
Taille minimale						
-DRAM (10 ⁻⁹ m)	90	65	45	32	22	22
-Microprocesseur(10 ⁻⁹ m)	37	26	18	13	9	7
Alimentation (Volt)	0,9/1,2	0,8/1,1	0,7/1	0,6/0,9	0,6/0,85	0,5/0,7
Frequence (GHz)	4,1	9,2	15	22,9	39,6	53,2

Tableau 1. La "Road Map" ITRS. Source : Lemoine (2004).

- les TIC sont également le siège d'importants *effets de réseau*, dont le fondement est le phénomène d'effet externe : l'utilité de chaque individu déjà possesseur d'un bien ou abonné à un service, augmente lorsque le nombre de possesseurs ou d'abonnés s'accroît. Ainsi l'utilité du téléphone ou du courrier électronique pour les abonnés, croît au fur et à mesure que le nombre de téléphones ou d'adresses électroniques augmente, car on peut joindre plus de personnes : c'est un *effet de réseau direct*. Il existe aussi les effets *indirects*. Par exemple la diffusion de lecteurs de DVD incite les producteurs de films à porter leur catalogue sur ce format, ce qui augmente l'utilité de chacun des possesseurs de lecteur, qui disposent de plus de choix. Chaque possesseur d'un lecteur de DVD retire ainsi une utilité **indirecte** (via un catalogue plus large) de l'augmentation du nombre de lecteurs.
- la fabrication d'ordinateur,
- la production de logiciels et les services informatiques,
- le transport des communications,
- l'accès aux réseaux,
- les applications sur Internet,
- la fabrication d'équipements de Télécommunications,
- la production et la distribution de contenus audiovisuels.

On observe que le progrès technique affecte ces secteurs de façon très différente donnant lieu à l'établissement de *régimes de concurrence* particuliers. Cependant en première analyse, il faut distinguer deux grandes catégories, *le régime de concurrence de Schumpeter Mark I*, où le progrès technique suscite plus d'innovations et de concurrence, et *le régime de Schumpeter Mark II*, où les innovations sont portées par les entreprises installées qui y trouvent à la fois les incitations et les moyens d'accroître leur pouvoir de marché⁶.

Des régimes de concurrence particuliers au sein de la filière.

Les caractéristiques générales évoquées précédemment ne suffisent pas à comprendre dans le détail ce qui transforme les TIC, car celles-ci juxtaposent et articulent des activités aux logiques économiques tout à fait particulières. Pour obtenir une image la plus précise possible de ces transformations, il convient, dans un premier temps, d'examiner séparément les principaux segments, à savoir :

La fabrication de matériel informatique a été caractérisée par la diffusion universelle du PC, qui remplace peu à peu les stations de travail, les mini-ordinateurs et les grands systèmes. La do-

⁶ Malerba (1999). Joseph Schumpeter, économiste autrichien émigré aux USA a beaucoup travaillé sur l'innovation. Les conclusions de ses écrits paraissent parfois contradictoires : tantôt l'innovation encourage la concurrence (version I), tantôt elle n'est à la portée que des monopoles (version II).

mination du couple «Wintel» (Windows/Intel) en fait une industrie fortement monopolistique, où le progrès technique contribue à renforcer le monopole. Certes, AMD représente une alternative non négligeable aux microprocesseurs d'Intel, et Linux est venu récemment menacer Windows, notamment sur le marché des serveurs. Mais dans l'ensemble le progrès technique ne remet pas trop en cause cette double hégémonie, au moins à court/moyen terme. On peut donc affirmer que le régime concurrentiel auquel est soumis ce segment d'activité est assimilable à un régime de type Schumpeter Mark II.

L'industrie du logiciel est également dominée par Microsoft pour les logiciels de bureautique, tandis que la concurrence est plus vive pour les logiciels d'entreprise, entre SAP et Oracle notamment. Cette industrie se caractérise par d'importants «coûts irrécupérables» c'est-à-dire des dépenses que les entreprises doivent supporter, qu'elles vendent ou non leur produit. C'est le cas des coûts de programmation et des coûts publicitaires. Les coûts de (re)production sont eux, extrêmement faibles. Il en résulte une tendance à la concentration dans le secteur, comme en témoigne le rachat récent de PeopleSoft par Oracle et le rapprochement avorté entre SAP et Microsoft. Cette concentration permet de faire face à des guerres de prix et/ou à l'explosion des budgets de R & D et de publicité. Elle favorise la monopolisation, d'autant que celle-ci peut être accrue par des effets réseau directs ou indirects : les logiciels doivent communiquer entre eux (effet direct), et d'une version à l'autre (effet indirect). En outre, la nécessité d'une «compatibilité ascendante» donne un avantage aux leaders du marché. Enfin Microsoft dispose de beaucoup de trésorerie (environ 40 milliards de dollars) pour soutenir n'importe quelle guerre de prix en face de nouveaux entrants. Les économies d'échelle et le pouvoir de marché des entreprises en place en font clairement un segment également soumis au régime Schumpeter Mark II (tendance à la monopolisation).

Le secteur des *services de communication* se caractérise par une compétition intense mais récente, depuis l'abolition des monopoles inter-

venue en 1998 en Europe, en 1984-85 au Japon, en Grande-Bretagne et aux USA. La concurrence est fortement contrôlée par autorités de régulation, qui surveillent notamment les flux financiers de reversement entre les possesseurs de réseaux interconnectés, et qui imposent les conditions d'accès des concurrents aux réseaux des opérateurs dominants : dans le cas particulier des mobiles, la concurrence est principalement limitée par la rareté des fréquences du spectre hertzien et le nombre réduit de licences octroyées. L'apparition récente des opérateurs virtuels (MVNO) qui achètent des minutes en gros aux opérateurs détenteurs de licence, n'a pas véritablement libéré le marché qui reste dominé par les opérateurs en place. Ceux-ci cherchent à rentabiliser leurs investissements dans les infrastructures GSM, avant de se lancer dans le déploiement de la troisième génération de mobile, dite UMTS⁷. Dans la téléphonie fixe par contre, l'apparition de la «voix sur IP» menace à court-moyen terme les revenus des opérateurs dont le chiffre d'affaires sur ce segment représente encore 45 % de leurs recettes. La technologie IP elle-même est source d'intégration, notamment entre les fournisseurs d'accès à Internet (FAI) et les opérateurs d'infrastructures. En France on a vu récemment le rapprochement de Neuf Télécom et de Cégétel tandis que le FAI Free (du groupe Iliad) a pris le contrôle d'Altitude, le seul opérateur de boucle locale radio. Cette intégration révèle la nécessaire coordination entre les investissements des fournisseurs d'accès (qui connaissent les attentes des utilisateurs et calibrent leurs capacités en conséquence) et les opérateurs (qui anticipent les besoins de trafic). De plus, la possession de ressources réseau permet aux fournisseurs d'accès de mieux chiffrer une offre tarifaire et technique de plus en plus sophistiquée avec l'arrivée du «très haut débit» (20 Mb/s et plus). Auparavant et notamment durant la bulle Internet, les opérateurs de réseau avaient beaucoup investi dans le déploiement de la fibre optique sur les infrastructures à longue distance, sans véritable-

⁷ Il apparaît toutefois que le déploiement de la 3^{ème} génération UMTS pourrait être relancé par la diffusion de contenus audiovisuels (événements sportifs, court métrages,...)

ment connaître les perspectives de développement de services qui se trouvaient contraints, au même moment, par le «goulot d'étranglement» que représentait la boucle locale⁸. Face à ce mouvement de concentration le régulateur, plus que jamais, doit exercer un rôle de surveillance de la concurrence : si l'opérateur historique est de moins en moins dominant il existe un risque de cartellisation par un petit nombre de détenteurs d'infrastructures. Un régime de concurrence de type Schumpeter Mark I est ainsi garanti de façon institutionnelle. Cela étant, cette situation est relativement fragile⁹.

Dans la fabrication de *matériel de télécommunications*, les fabricants traditionnels (Nortel, Lucent, Alcatel, Siemens, Ericsson) ont été pris de cours par la montée en puissance des technologies IP. Leurs liens traditionnels avec les opérateurs historiques n'est plus une source d'avantage concurrentiel, et la réactivité leur a manqué face aux fabricants de matériel IP, Cisco notamment. Seul le marché de la téléphonie mobile a pu leur permettre de survivre, mais des nouveaux entrants agressifs moins liés aux opérateurs historiques (Nokia, Motorola, Samsung) ont su investir plus tôt et de façon plus cohérente dans ce segment d'activité. Au total, le progrès technique a rendu ce segment industriel beaucoup plus concurrentiel, d'autant que l'émergence future de producteurs coréens, chinois ou indiens va accroître la pression concurrentielle. Un régime de type Schumpeter Mark I devrait en résulter.

C'est dans le domaine des *applications de l'Internet* (commerce électronique, navigation et fourniture d'informations) que les attentes ont été les plus fortes et les échecs les plus nombreux après l'explosion de la «bulle». Néanmoins, certaines entreprises ont survécu et prospéré, mettant en évidence l'importance d'un *effet de réseau* qui se traduit par «le gagnant em-

⁸ Il en est résulté quelques faillites retentissantes, notamment aux USA (Covad, Global Crossing, 360 Networks, etc.).

⁹ Le régulateur américain a par exemple concédé aux opérateurs dominants un mainmise sur l'innovation de réseau, en ne les obligeant pas à ouvrir leur infrastructure à leurs concurrents.

poche tout» (winner takes all). Cela est particulièrement vrai dans les applications d'Internet destinées au grand public, avec l'affirmation d'entreprises comme e-Bay, Google, Yahoo, Amazon. Pourtant et c'est peut-être là le paradoxe, le commerce électronique entre entreprises se taille la part du lion (au moins 80 % du chiffre d'affaires). Or ici, aucune des «start-ups» n'a véritablement émergé, ni l'affirmation de positions dominantes. La raison essentielle est que le commerce dit «B to B» est beaucoup plus fragmenté et dominé par de grands donneurs d'ordres qui n'ont eu aucune peine à transposer sur Internet des relations commerciales électroniques qu'ils avaient mis en place précédemment, notamment avec l'échange de données électroniques (EDI¹⁰). Des chiffres publiés par Elisson et Elisson (2004) montrent par exemple que la plate-forme d'échange B to B Freemarkets, une startup typique du B to B, avait en 2003 un volume de transactions certes supérieur à celui de eBay (de l'ordre de 23 milliards de dollars) mais un résultat net bien inférieur (151 millions contre 2,2 milliards). Depuis Freemarkets a été vendu à Ariba pour 350 millions de dollars alors que la capitalisation boursière de eBay a battu tous les records. C'est bien dans le commerce électronique B to C que les particularités d'Internet ont imposé un régime de concurrence particulier, porté vers une certaine monopolisation. Cette tendance devrait s'accroître dans le futur, au fur et à mesure que les particuliers disposeront de meilleures conditions d'accès à Internet et prendront l'habitude d'y effectuer une partie de leurs achats.

En résumé, on peut dire que les tendances centrifuges (plus de compétition, plus de flexibilité) révélatrices du régime de concurrence Schumpeter Mark I se manifestent plutôt dans l'électronique grand public, la fabrication de matériel et les services de télécommunications. Dans le même temps, on voit aussi émerger une forme de monopolisation (Schumpeter Mark II) dans les logiciels, le commerce électronique et les composants. Aussi, la tendance générale de l'ensemble de la filière paraît de prime abord

¹⁰ Echange de données informatisées.

difficile à appréhender. Elle n'est pas, malgré tout, la résultante algébrique de ces mouvements divergents. Sa dynamique est conditionnée par quelques secteurs clés, où règnent ce qu'Abernathy et Utterback appellent des « dominant designs ».

Une dynamique d'évolution déterminée par quelques secteurs clés.

La première source de structuration des TIC est fondée sur la notion de «convergence». Celle-ci traduit le rapprochement des activités de plusieurs secteurs des TIC résultant d'une évolution technique profonde, la numérisation des signaux électromagnétiques. Cette évolution transforme les possibilités d'usage de bien des objets et des services de la vie quotidienne. Qualifiés « d'intelligents » ceux-ci ont désormais acquis des possibilités de communication : l'ordinateur, la voiture, le téléphone mobile, le PDA (Personal Digital Assistant), la télévision sont des exemples de tels objets. On regarde des films sur son appareil TV mais aussi sur un ordinateur ou dans une voiture.

Greenstein et Khanna (1998) ont noté que la « convergence » pouvait donner lieu à la substitution (l'ordinateur remplace l'appareil TV pour regarder le film) ou à la complémentarité entre objets (le PDA et le mobile peuvent permettre d'accéder à Internet en voyage, la console de jeux devient la plate-forme universelle d'accès à tous les appareillages électroniques voire aux « robots » domestiques, ainsi qu'aux services Internet). La première conduit à plus de concurrence (Schumpeter version I) tandis que la complémentarité peut au contraire renforcer la concentration (Schumpeter version II). De plus la complémentarité technique (par exemple entre téléphonie fixe et mobile) peut conduire à la substitution d'usage (le mobile remplace le fixe chez le client). Enfin, les évolutions institutionnelles peuvent évidemment influencer sur les modes de convergence (substitution/complémentarité). Ainsi la régulation des télécommunications peut accélérer ou retarder la substitution du téléphone « classique » par la voix sur IP. Il est donc difficile, dans ce contexte, d'identifier

un régime de concurrence dominant pour les TIC.

La convergence a commencé il y a bien longtemps, dans les années 60, quand des entreprises comme General Electric ont mis en place le « time sharing », c'est à dire l'accès partagé à distance des ressources d'un ordinateur via un réseau de télécommunications. De nos jours cette convergence va de pair avec l'affirmation de « segments dominants », fondée sur l'étendue de leur marché, les complémentarités et les substitutions induites et les changements institutionnels provoqués.

Dans les années 80 le **PC** (Personal Computer) a été le produit leader, conduisant à des effets de substitution très importants dans l'industrie informatique (disparition progressive des mini-ordinateurs et des stations de travail) et à des complémentarités fortes avec les télécommunications (réseaux de données, EDI, Internet) ainsi qu'avec l'industrie des progiciels (bureautique). Cette domination du PC a structuré la convergence entre l'informatique et les télécommunications. Les systèmes distribués articulés autour d'un ordinateur central (mainframes) et les postes de travail dédiés ont disparu, au profit de réseaux de PC tour à tour « clients » et « serveurs », en même temps qu'outils universels de l'accès à l'informatique. Cette influence s'est faite sentir de manière très sensible jusque dans le milieu des années 90 : ce fut l'ère de *l'informatique personnelle* qui a même fini par pénétrer dans les foyers.

Dans les années 90, **la téléphonie mobile** a été l'autre segment moteur des marchés, conduisant, au sein des télécommunications, à la complémentarité technique et la substitution d'usage avec la téléphonie fixe, comme cela a été signalé plus haut. Actuellement, le mobile devient à son tour complémentaire des réseaux de données (téléphonie de 3^{ème} génération) et ceci offre des champs d'expansion nouveaux (les objets intelligents également mentionnés plus haut). Le portable devient à son tour l'outil universel de la mobilité connectée, et doit jouer un rôle analogue à celui qu'a joué le PC pour l'informa-

tique connectée. On va donc évoluer vers l'*électronique mobile*.

Enfin, depuis le début des années 2000, l'électronique grand public connaît un boom significatif avec les caméras numériques, les supports comme le DVD, et la multiplication des chaînes

audiovisuelles numérisées. On voit ainsi émerger une *électronique domestique* qui pourra devenir complémentaire de l'électronique mobile, les deux ensemble enrichissant l'informatique personnelle. Le tableau suivant résume ce propos, qui donne une « fresque » de l'évolution des TIC.

	Centrée sur le système (1964-81)	Centrée sur le PC (1981-94)	Centrée sur le réseau (1994-2005)	Centrée sur le contenu (2005 -?)
Utilisateurs moteurs	Entreprises	Professionnels	Consommateurs	Individus
Technologie	Circuits intégrés	Microprocesseur	Management de la bande passante	Logiciel embarqué
“Lois”	Grosch	Moore	Metcalfe	
Problématique réseau	Centre de données et de traitement	Réseaux locaux (LANs)	“Best effort”	“connexion sans couture”
Organisation industrielle	Intégration verticale	Intégration horizontale	“Coopetition”	Coopétition horizontale et verticale
Industrie dominante	Fabricants américains d'ordinateurs	Fabricants américains de composants	Opérateurs et fournisseurs d'accès	Fournisseurs de contenu

Tableau 2. L'articulation des TIC. Source: adapté de Low (2000)

UNE POLITIQUE EUROPÉENNE POUR LES TIC.

L'Europe peut nourrir des ambitions pour son industrie des TIC. À l'heure actuelle beaucoup d'espoirs sont portés par le déploiement des fibres optiques au plus près de l'abonné et certains opérateurs s'engagent résolument dans cette voie, comme Deutsche Telekom. En Italie l'opérateur alternatif Fastweb est également très dynamique. Mais cette vision infra-structurelle ne peut servir de politique, car elle ne garantit pas que les besoins seront couverts par des produits «made in Europe». En outre elle dépend de la volonté des États Membres (principe de subsidiarité), ce qui l'expose aux aléas des situations spécifiques. Une politique européenne orientée vers l'offre doit plutôt tenir compte de la situation de l'industrie européenne des TIC et du contexte technologique actuel. Elle doit ensuite s'appuyer sur ses points forts.

La situation européenne.

Parmi les secteurs qui utilisent des semi-conducteurs, c'est l'informatique qui en représente la part la plus importante (500 milliards de dollars attendus en 2007 sur un total de 1 600 milliards). Mais l'électronique grand public (270 milliards de dollars) et les télécommunications (265 milliards de dollars) pèsent autant à elles deux. De plus l'automobile (150 milliards de dollars) et l'aviation (100 milliards de dollars) sont des débouchés intéressants, où la présence européenne est significative.

Dans le contexte de «l'Agenda de Lisbonne», l'Union Européenne s'est, en 1999, fixé pour objectif d'être « la zone économique la plus performante à l'horizon 2010 » en s'appuyant notamment sur l'usage des Technologies de l'Information. Cette prétention était sans doute exagérée. Néanmoins, l'objectif de diffuser l'usage des TIC reste le fondement d'un programme européen appelé « e-Europe », lancé dans la foulée de la résolution de Lisbonne. Car de manière générale, on sait que la proximité d'une clientèle active est un ingrédient essentiel

pour l'innovation et la performance (Porter, 1990). La compétitivité de l'industrie européenne des TIC dépend donc de la proximité d'utilisateurs compétents qui manipulent les TIC, mais elle dépend aussi de l'effort en R & D que ce secteur mobilise. De ce point de vue, la situation européenne n'est pas particulièrement brillante comme le montre le tableau suivant :

Pays	Index en 2003
Corée	233
Finlande	185
USA	169
Espagne	164
Italie	102
Allemagne	99
France	94
Pays-Bas	91

Tableau 3; Évolution des dépenses publiques en R&D dans le secteur des TIC (100 in 1997); Source: CSTI sur données de l' OCDE;

On note que l'effort varie presque du simple au double entre les pays les plus avancés (Corée, Finlande, USA) et les principaux états membres de l'Europe (Italie, Allemagne, France). Dans ces conditions, la politique européenne en faveur des TIC, qui s'appuie essentiellement sur le Programme Cadre de Recherche et Développement, doit être repensée.

Une politique industrielle dans les TIC.

Traditionnellement, les politiques industrielles sectorielles de l'Union Européenne sont très «ciblées» et temporaires. Si elles ont pour but de renforcer la compétitivité (notamment en situation de crise), elles n'ont pas vocation à se substituer longtemps aux mécanismes de marché. Néanmoins, en ce qui concerne la technologie, l'Union Européenne peut capitaliser sur des économies d'échelle : la taille du marché européen permet d'amortir les coûts de R & D. Elle peut aussi valoriser les effets externes c'est à dire, les bénéfices indirects que procure l'accroissement des connaissances (grâce à l'innovation), à ceux qui les utilisent (Pelkmans 2002).

Pour élaborer une politique européenne dans les TIC, l'Union a le choix entre une approche

«systémique» dans l'esprit de ce qui a été fait avec le GSM, ou une approche «ciblée», définissant un domaine prioritaire sur lequel faire porter un effort particulier, tout en continuant à organiser par ailleurs la diffusion des usages, comme elle le fait dans le cadre du programme e-Europe. L'approche «systèmes» serait malaisée à mettre en place dans une communauté de 25 états. Ce qui a été réussi avec le GSM a été conçu dans les années 80, à un moment où les opérateurs historiques de Télécommunications, alors en monopole, ne percevaient pas de menace immédiate sur leur avenir, et où les industriels, qui dépendaient largement des opérateurs pour leur carnet de commandes, n'étaient pas dans une situation concurrentielle aussi tendue. La mise en place de l'UMTS dans les années 90 a été autrement plus délicate, car le contexte institutionnel et concurrentiel avait changé dramatiquement.

Dans les conditions des années 2000, les incertitudes technologiques ne peuvent pas favoriser l'émergence d'un système commercialement réussi, flexible et adaptatif, qui améliore la gestion concurrentielle de l'industrie européenne des TIC.

Il faut donc choisir une action plus ciblée. On peut admettre que l'électronique grand public et la diffusion de contenus constitueront, dans le futur, le noyau de développement de systèmes (ou réseaux) domestiques à vocation très large (domotique, accès à Internet et à la distribution de programme audiovisuels, intelligence ambiante et robotique « au foyer », etc.) Cependant, compte tenu de la multiplicité des applications potentielles et de la variété des acteurs impliqués, il est difficile a priori de concevoir un système standardisé qui engloberait toutes ces applications. Quelques efforts sont cependant entrepris dans ce sens, comme en témoigne le consortium UpnPlay, qui tente d'établir, avec le soutien de Microsoft, Sony et Intel notamment, un protocole d'interconnexion universel qui permette la reconnaissance instantanée de tout type d'appareillage venant se connecter à un réseau IP. Cet effort de normalisation sur l'interconnexion est sans doute un des éléments les plus essentiels de l'évolution des TIC dans les

années 2000-2010. Toutes proportions gardées, il est analogue à la mise en place, dans les années 80, du protocole TCP/IP par la Darpa, l'agence militaire américaine, et qui a conduit au formidable succès d'Internet. Dans les deux cas, il s'agit de tirer parti des effets de réseau, la caractéristique la plus prégnante d'un point de vue économique, des ressources numériques.

L'Europe dispose, pour accompagner ces tendances, de certains atouts pour mener une politique technologique : la taille de son marché, une tradition de collaboration entre les entreprises et la puissance publique (que ce soit en Allemagne dans le cadre des Fraunhofer Institut, en France avec le CEA, en Italie avec l'ENEA, aux Pays-Bas avec le TNO ou dans les pays scandinaves) ; elle dispose en outre d'une élite scientifique et technique de bon niveau, et la diffusion des connaissances fait partie de ses valeurs.

Si ces atouts ne sont pas décisifs, ils peuvent servir d'appui pour une politique originale qui se fonderait sur une **production ouverte de connaissance**. Celle-ci pourrait prendre exemple sur le formidable essor des logiciels conçus et distribués en licence ouverte (open source software ou logiciels libres). Il est intéressant, à ce propos, de mettre en évidence l'effort des chercheurs européens dans la création ouverte de connaissance. Un exemple fameux est celui de Linux, un système d'exploitation des ordinateurs fondé sur le système Unix et adapté aux PC. Ce système a été conçu initialement par un finlandais, Linus Thorvald, puis intégré dans la mouvance des « logiciels libres ». C'est un vrai succès, et Linux est aujourd'hui le seul système d'exploitation qui, en part de marché, a dépassé Windows de Microsoft dans le segment des systèmes pour grands serveurs d'application. Lancashire¹¹ a mesuré la contribution de chaque pays à l'élaboration de Linux, et il montre que l'effort a été très différent d'un pays à l'autre. Le tableau suivant, qui résume sa recherche, montre que l'Europe a été bien placée dans la production de Linux, et qu'il

y a une vraie culture européenne de « l'open source ».

Pays	Nombre de contributeurs	Population (millions ha)	Contributeurs/ million d'habitants
Finlande	9	5,176	1,74
Pays-Bas	18	15,981	1,13
Danemark	6	5,352	1,12
Australie	19	19,358	0,98
République Tchèque	10	10,264	0,97
Suède	8	8,875	0,90
Allemagne	64	83,030	0,71
Canada	20	31,593	0,63
Royaume-Uni	31	59,648	0,52
USA	132	278,059	0,48

Tableau 4. Le taux de contribution national à Linux. Source : Lancashire (2003)

On note, en particulier, qu'en valeur absolue tous les pays européens inclus dans ce classement (mais il y en a d'autres : France 9 contributeurs, Italie 4) pèsent plus (en nombre de contributions) que les USA (146 contre 132). On peut donc dire que l'Europe a clairement assumé le leadership du plus grand succès de l'open source, Linux, tant qualitativement (chef de projet) que quantitativement (nombre de contributeurs). Cela pourrait compenser à terme, si ce type de logiciel se développe, la mainmise américaine sur Internet¹².

Nous proposons donc d'étendre cette démarche à d'autres segments prometteurs des TIC. Mais la production ouverte de connaissance est potentiellement très large, et il faut la limiter à des éléments clés de la chaîne de valeur, en l'occurrence, les *systèmes d'exploitation embarqués*, les *systèmes de contrôle et l'interfaçage dans les réseaux domestiques*. L'idée est de pouvoir garantir une connectivité universelle, car c'est une condition nécessaire mais non suffisante pour le développement de produits et services innovants pour l'informatique ambiante et les réseaux domestiques. Cette promotion de l'open source permettrait de :

¹² Soit dit en passant Internet était aussi une aventure « open source » dans laquelle les chercheurs européens ont contribué significativement

¹¹

- offrir aux entreprises européennes et non européennes l'opportunité de se trouver sur un pied d'égalité, et de rivaliser entre-elles de façon équitable. Aucune restriction ne serait mise sur l'accès à des facilités essentielles, logiciel et connaissance en général,
- soutenir des projets et des initiatives qui ne seraient pas limités par les restrictions imposées par des détenteurs de droits de propriété intellectuelle,
- stimuler les interactions entre producteurs et clients, qui sont essentielles pour l'innovation, comme il a été vu au paragraphe précédent,
- former les jeunes et la main d'œuvre en général, pour obtenir des compétences réutilisables dans des contextes professionnels les plus variés.

Le choix des segments sur lesquels faire porter l'effort n'est pas anodin. Notre hypothèse de base est qu'il faut préserver la connectivité universelle au cœur des réseaux tout en garantissant l'innovation, la production de connaissance privée à la périphérie. En effet, il est clair que l'évolution technique, notamment dans l'électronique grand public et les systèmes embarqués, est portée par les initiatives privées et que la compétition, même autour des standards, s'avère très féconde. Ainsi la récente apparition du Wifi dans la téléphonie sans fil a été engendrée par l'initiative privée, et les acteurs ont dû s'organiser pour faire émerger un standard plus ou moins stabilisé. Mais la rivalité a incontestablement entretenu l'initiative des acteurs. Dans le domaine du stockage optique de données, il en a été de même, et cela a favorisé la diffusion des CD réinscriptibles, puis des DVD. Actuellement, une autre bataille naît autour des systèmes de management des droits d'auteur, pour accéder à la musique en ligne (terminaux de type i-pod ou MP3), ou bien aux spectacles en ligne (films).

Cependant, le risque est grand que, compte tenu des effets de réseau gigantesques que procure désormais Internet, une « coalition de vain-

queurs »¹³ de batailles de standards, puisse imposer ses choix techniques au reste de la communauté industrielle des TIC, et que leur du réseau soit en quelque sorte « capté » par un groupe d'acteurs dominants. Compte tenu de la situation de l'industrie européenne évoquée dans la section I, il y a peu de chances qu'il y ait beaucoup d'entreprises européennes dans cette coalition de vainqueurs.

Si ce scénario se produisait, il y a peu de chances pour que les autorités de surveillance de la concurrence (FCC et Department of Justice aux USA, Commission Européenne) puisse contrôler les éventuels abus de position dominante, tant les évolutions technologiques couplées aux effets de réseau rendent la situation complexe et ne facilitent pas une analyse sereine des comportements anticoncurrentiels. Les tribulations des procès anti-Microsoft servent d'exemples de ces difficultés qu'ont les autorités de surveillance à exercer leur rôle. Il est donc important de préserver l'interopérabilité et la diffusion équitable de connaissance au cœur des réseaux, de façon à rendre le processus concurrentiel plus transparent à la périphérie.

D'un point de vue strictement européen, une politique industrielle encourageant la production « ouverte » de systèmes d'exploitation de cœur de réseau domestique et embarqué, aurait plusieurs avantages :

- la mise en œuvre de systèmes ouverts garantirait plus aisément l'adoption de ces systèmes par l'ensemble des acteurs des TIC, européens et non européens. Or les produits européens (mis à part le GSM) sont en général en position de challenger face aux initiatives américaines, et ne peuvent capter l'effet réseau que crée le standard commun. Ouvrir son système c'est donc espérer surmonter le handicap irrémédiable du challenger, en limitant le coût de passage d'un standard à l'autre. C'est typiquement une stratégie du challenger, position qu'occupent actuellement la plupart des entre-

¹³ La coalition pourrait d'ailleurs se réduire à un acteur, alors considéré comme un monopole.

prises européennes, qui cherche à dépasser le leader. C'est donc une stratégie *offensive*,

- cette politique européenne pourrait être relayée au niveau institutionnel par des programmes de stimulation de la R&D, comme ceux mis en place dans le Programme Cadre de l'Union, voire dans l'initiative Eureka. Ceci permettrait à des consortiums publics et privés de tirer avantage des développements logiciels produits par les projets « ouverts », pour mettre au point des prototypes voire directement des produits et des services commercialisables. Des actions plus spécifiques en direction des PME permettraient à celles-ci d'utiliser librement ces plate-formes ouvertes pour fournir des services nouveaux à leurs clients,
- la diffusion de ces plate-formes pourrait également être relayée dans les initiatives prises dans le cadre du programme e-Europe, notamment pour l'administration électronique et l'enseignement à distance,
- de manière plus générale, le milieu éducatif devrait être sensibilisé à l'approche ouverte des connaissances, qui correspond souvent à une attente des jeunes,
- l'Union pourrait également mettre en place des instances de certification et de labellisation garantes de la qualité des productions de connaissance ouverte et des produits et services qui les utilisent,
- elle pourrait financer un programme de sensibilisation auprès de la communauté des producteurs de logiciel, les invitant à tenir compte des efforts déployés dans la production ouverte de connaissance,
- elle devrait notamment focaliser son attention sur « l'informatique ambiante » et les applications d'électronique domestique mises en œuvre dans le cadre d'une production ouverte car c'est un

formidable marché où les atouts européens (taille du marché intérieur, richesse des productions de contenu) pourraient être valorisés.

CONCLUSION.

Ce papier a cherché à dégager les principales tendances d'évolution du secteur des TIC, pour en inférer une politique industrielle à l'échelle européenne spécifique à ce secteur. Nous avons vu que l'Europe est potentiellement écrasée entre deux tendances fortes : l'avantage en coût des entreprises asiatiques et la capacité d'initiative et de financement des firmes américaines. De plus, les caractéristiques du secteur (segments dominants, effets de réseau et convergence) renforcent le pouvoir de marché des leaders.

Face à ce contexte a priori peu favorable, nous suggérons de construire une politique européenne ciblée sur le segment des systèmes d'exploitation pour appareils embarqués et réseaux domestiques. La mise au point de tels systèmes sur une base de production ouverte de connaissance (licence d'utilisation de type GPL, ou General Purpose Licence) aurait un effet extrêmement bénéfique sur la position concurrentielle de tous les secteurs producteurs et utilisateurs de TIC et pourrait espérer contribuer à renverser une tendance qui leur est de plus en plus défavorable.

1. BIBLIOGRAPHIE.

- BEFFA J.L. (2003) : Les programmes mobilisateurs pour l'innovation industrielle. Rapport au Président de la République.
- DAUVIN J.P. (1991) : Les semi-conducteurs, La découverte, Paris.
- ELISSON G, ELLISSON S.F. (2005) : Lessons about Markets from the Internet, Journal of Economic Perspectives vol 19(2), p 139-158.
- GREESTEIN S., KHANA T. (1998): What does industry convergence mean? In D.B. Yoffie (ed.) Competing in the Age of Digital Convergence, Harvard Business School Press, Boston.
- Groupeement des Fournisseurs de l'Industrie Electronique (2004) : Livre Bleu : Grands Programmes Structu-

rants. Proposition des Industries Electroniques et Numériques. Disponible à www.fieec.fr/textes/Livrebleu.pdf

LANCASHIRE D. (2003) : Code, Culture and Cash : The fading altruism of Open Source Development , www.firstmonday.dk/issues/issue6_12/lancashire/index.html.

LEMOINE D. (2004) : Bilan Electronique 2003 Anvar, Paris, June.

LOW L.(2000): Economics of Information Technology and the Media, World Scientific, Singapore University Press.

MALERBA, F. & L. ORSENIGO (1996): The Dynamics and Evolution of Industries, Industrial and Corporate Change, 5, 1, 51-87.

OECD (2004): Comprendre la croissance économique, Paris.

PELKMANS J. (2002): European Integration: Methods and Economic Analysis, Pearson Educational, Harlow.

PORTER M. (1990): The Competitive Advantage of Nations, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

2-2006. Martin L., Pénard T., Pourquoi les entreprises bretonnes veulent-elles disposer d'un site Web ?

1-2006. Naccache P., Urien B., Du temps GMT au temps BMT : une interprétation de l'échec de l'Internet Time au regard de l'épistémologie réaliste critique.

Année 2005.

10-2005. Pennec S., Les techniques favorisant la mobilité, équipements privilégiés par les personnes en situation de handicaps. Présenté au colloque *Les nouvelles technologies dans la Cité*, Rennes, Université Rennes 1, 9 décembre 2004.

9-2005. Jullien N., Zimmermann J.-B. Peut-on envisager une écologie du libre favorable aux nuls ?

8-2005. Jullien N., Zimmermann J.-B. New approaches to intellectual property: from open software to knowledge based industrial activities.

7-2005. Le Goff-Pronost M., Nassiri N. Deux approches nouvelles pour l'évaluation de la télémédecine : l'évaluation contingente et l'analyse multicritère.

6-2005. Trédan O. Les Weblogs dans la cité: entre quête de l'entre-soi et affirmation identitaire.

5-2005. Suire R. Encastrement social et usages d'Internet: le cas du commerce et de l'administration électronique.

LES BULLETINS RÉCENTS.

Année 2006.

3-2006. Dang Nguyen G., Genthon C., Les perspectives du secteur des TIC en Europe.

Responsables de l'édition: Godefroy Dang Nguyen, Nicolas Jullien.

Contact : Nicolas Jullien

M@rsouin
GET - ENST Bretagne
CS 83818, 29238 Brest CEDEX 3

Marsouin@infini.fr
(0)229 001 245