

Théorie du déversement et processus d'informatisation

Eclairage sur le paradoxe de R.Solow

par Jacques Prades

CERISES

Université de Toulouse 2-Le Mirail

Résumé

L'objet de cet article est de proposer un nouvel éclairage du paradoxe de R.Solow.

Il existe une gamme assez large d'interprétations de ce paradoxe dans la littérature économique qui tourne autour de l'idée que les outils utilisés ne permettent pas de rendre compte de la réalité nouvelle

A l'inverse, on a peu exploité l'idée d'un «recouvrement informationnel» des activités et des logiques traditionnelles et des conséquences analytiques qui pourraient en être tirées.

Cette deuxième approche pourrait éclairer ce paradoxe.

« You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics » [\[1\]](#). La littérature économique a réservé à ce paradoxe un sort particulier : dans les années quatre-vingt, on a cherché à l'expliquer par les transformations induites par le processus d'informatisation de la société qui rendait inopérant les outils utilisés pour en rendre compte. Dans les années quatre-vingt dix, certains économistes ont prétendu que le paradoxe était en train de se dissoudre, prenant appui sur les données macro-économiques de la fin du siècle aux Etats-Unis.

Mais les résultats des trois dernières années aux Etats-Unis et la baisse de la productivité globale des facteurs perceptible dans l'ensemble des pays de l'OCDE réactivent le débat.

Ces hésitations théoriques à partir de données conjoncturelles fragilisent le raisonnement qui appelle un changement d'hypothèse. La finalité de cet article est de proposer un autre type de lecture susceptible de comprendre le paradoxe de Solow. Il vise à questionner la théorie du déversement [\[2\]](#) qui sous-tend les approches des cycles économiques.

1. L'informatisation comme nouveau paradigme numérique

C'est en 1939 que J. Schumpeter utilise les constatations statistiques de l'économiste russe N. Kondratieff qui montrait l'existence de cycles économiques, c'est-à-dire de phases de croissance et de récession régulières d'une durée variant de 40 à 60 ans. Chaque phase de croissance résulte de grappes d'innovations qui font constellation autour de quelques innovations majeures : le premier cycle, de 1780 à 1842, correspondait au textile et à la mécanique ; le deuxième cycle, de 1842 à 1897, reposait sur la machine à vapeur et sur l'acier ; le troisième cycle, à partir de 1898, reposait sur l'électricité, la chimie et le moteur à explosion. C'est durant les phases de croissance que mûrit le nouveau système technique,

composé d'une famille d'innovations qui est associée à l'essor d'une ou plusieurs industries et services. Schumpeter insiste sur l'importance des innovations d'organisation que reprennent à leur compte les néo-schumpéteriens : « Le développement du premier réseau de chemin de fer dans le monde nécessita non seulement l'invention et l'innovation de la machine à vapeur (qui avaient été réalisées longtemps auparavant), mais aussi toute une série d'autres inventions qui ont affecté les industries mécaniques, la sidérurgie, mais également le marché des capitaux, la législation, la formation, etc. » (C. Freeman, 1991).

C'est l'interaction entre cette transformation des produits, des processus et des modes d'organisation du travail d'une part et de nouvelles représentations d'autre part qui serait à l'origine d'un « nouveau paradigme technico-économique » : les entreprises anciennes se structurent en fonction de la nouvelle donne alors que de nouveaux acteurs arrivent sur le marché pendant que des pans entiers d'entreprises disparaissent.

Cette thèse se jalonne les discours d'accompagnement du processus d'informatisation depuis trois décennies.

Le rapport Nora-Minc, à la suite du rapport japonais Jacudi (Japan Computer Usage Development Institute) avait dressé en 1978 l'inventaire des innovations que pouvait procurer une utilisation massive de l'ordinateur. Il suivait de près la thèse de M. Uri Pora (1976). Moins de cinq ans plus tard, on faisait de la filière électronique en France le cœur de la politique industrielle. Vint ensuite le plan « Informatique Pour Tous » où 100 000 micros ont été déversés dans les écoles françaises. Quelque quinze ans plus tard, les autoroutes de l'information suscitent le même enthousiasme : l'Europe, les États-Unis et le Japon investissent plus de 370 milliards d'euro entre 1995 et 2002 (R. Petrella, 1994). Machines de bureau et matériels informatiques, fils et câbles isolés, composants électroniques, appareils d'émission et de transmission, appareils de réception et de reproduction du son et de images, instruments de mesure et de contrôle, équipement de contrôle des processus industriels, commerce de grosses machines de bureau et de matériel informatique, location de machine de bureau, télécommunications et logiciels constituent le champ d'application du système technique informationnel.

Sous cette dernière forme, les économistes réaffirment la validité du processus de destruction-créatrice de J. Schumpeter sous la forme d'un nouveau paradigme (Prades, 1988).

Le trait le plus saillant du nouveau paradigme serait que l'information tend à se substituer à la matière comme le révèlerait la montée des investissements immatériels, les nouvelles formes d'organisation du travail, la mondialisation de l'économie et la fin de la valeur-travail.

Les consommations de matières premières dans le monde continuent à croître en même temps que l'investissement immatériel. Si la part relative de l'investissement immatériel augmente par rapport à l'investissement total, cela ne se traduit pas par une baisse de l'investissement matériel brut. Ce glissement n'affecte fondamentalement ni les modes d'organisation interne des firmes, ni la productivité comme déterminant de la compétitivité. Concernant les modes d'organisation interne des firmes, le taylorisme n'est pas mort : au sens d'une division horizontale et verticale du travail, les flux tendus renforcent la pression des normes et des temps de la distribution en aval à la conception en amont. Par ailleurs, ce n'est point la compétitivité qui est le moteur de l'économie. « Même si le commerce international n'a jamais été aussi développé, les niveaux de vie restent très largement déterminés par des facteurs internes et non par le résultat d'une quelconque compétition pour s'emparer des marchés

mondiaux » (P.R Krugman, 1996). La productivité est toujours l'élément principal et non secondaire de la compétitivité des économies, même si ses déterminants restent complexes [3]. La « valeur-travail » n'est pas dépassée par un prix qui se fixerait au niveau mondial; les salaires réels dépendent de la productivité globale de l'économie. La valeur du travail (D.Méda, 1998) n'est pas en voie de disparition, du moins dans l'immédiat. Il est enfin erroné d'imaginer qu'après le secteur tertiaire naîtra le quaternaire, puisque celui-ci n'est qu'une partie du premier, lequel existait déjà à la révolution industrielle.

2. Une autre lecture de l'informatisation

Il importe de recadrer historiquement les innovations issues des technologies informationnelles en terme technique et en terme de performance.

2.1. En terme technique :

À l'intérieur des systèmes techniques de réseau (télégraphe, chemin de fer, électricité) qui apparaissent avec la modernité on peut dater le système technique informationnel (Prades, 1990), apparu dans les années soixante et pleinement constitué une décennie plus tard par l'apparition des microprocesseurs. [4] A l'intérieur de ce système, on peut dégager trois lignées, c'est-à-dire trois familles de produits et de procédés qui naissent du même schéma fondateur :

- celle qui débute dans les années cinquante (donc qui précède de l'éclosion du système technique informationnel) par des langages de programmation lourds, de type procédural. En 1961, on comptait environ 6 000 ordinateurs dans le monde. L'essentiel de la novation résidait dans la puissance de calcul qui restait extrêmement centralisée.
- celle qui associe d'une part la miniaturisation à fort degré de concentration (le microprocesseur) et d'autre part l'apparition de la programmation déclarative (assertionnelle) dans les années soixante-dix ; dix ans plus tard, entre 1982 et 1986, la capacité de puissance de calcul a été multipliée par 4.
- celle, des années quatre-vingt, « l'informatique de savoir-faire » où tout est symbolisé. Puissance de calcul et extension du champ d'application sont alors fortement associées, ce qui conduit à des nouvelles chutes de prix; ils sont environ trois fois et demie moins chers en 1990 qu'en 1980.

Ces trois étapes marquent, *a posteriori*, un degré de plus en plus grand de *convergence technique*. La télécommunication et l'informatique se sont « mariées » et ont donné naissance au projet de réseau : le partage des ressources informatiques, la volonté de disposer d'un système de communication performant et la conviction et la représentation d'une cybernétique sociale seront à l'origine de la création d'un réseau de réseau.. La numérisation des données, c'est-à-dire la possibilité technique de traduire des signaux différents dans le code binaire de l'informatique (par opposition à la voie analogique, qui transmet des sons ou des images par signaux électriques), a accéléré le rapprochement des médias télévisuels, de la télécommunication et de l'informatique autour de deux fonctions : la fonction calcul et la fonction commutation (la mise en relation d'éléments dans un ensemble quelconque). On parlera du processus d'informatisation pour désigner le déploiement du système technique

informationnel sur les autres secteurs de l'économie à travers ces deux fonctions. La terminologie d'« informatisation » traduit à la fois l'industrialisation de l'information et la production nouvelle de significations [5].

- ***B. En termes de performance***

La compétitivité d'une économie dépend toujours de *la force de son industrie* : si les emplois nouveaux sont principalement issus des services, c'est surtout parce que les industries externalisent leurs activités (particulièrement dans la filière informatique, électronique et des télécommunications), procèdent à de la sous-traitance et que les services évoqués sont principalement des services dédiés aux industries. Le chiffre que l'on obtient en déduisant du secteur industriel les emplois tertiaires dans les années soixante-dix est voisin de celui que l'on obtient aujourd'hui lorsqu'on ajoute à l'emploi industriel actuel, les emplois des services dédiés au secteur industriel (c'est-à-dire environ la moitié des emplois dédiés). On a entre 1970 et 1990 en France, une relative stabilité des emplois industriels : de 30 % à 35 % des emplois (si on ne retient que l'emploi marchand, l'industrie occupe un emploi sur deux). À cela, il faut ajouter que, prise à l'échelle mondiale, l'industrie délocalisée, même si elle n'a pas le poids qu'on lui prête ordinairement, occupe encore une place stratégique. Enfin, même si on assiste à un tassement des emplois industriels, cela ne justifie pas le manque d'importance d'entraînement de l'industrie dans l'économie. C'est elle qui d'abord concentre la majeure partie de la valeur ajoutée (41 % du PIB français). C'est elle qui ensuite est à l'origine des principaux modèles d'organisation du travail appliqués aux services. C'est elle qui enfin concentre les 2/3 de l'effort de recherche développement.

En réalité ce recadrage de innovations met en lumière une « tendance » économique lourde qui marque les sociétés issues de la modernité : celle du processus de rationalisation-industrialisation que souligne M. Weber [6].

Nous avons commencé par industrialiser l'agriculture ; ce processus est toujours à l'œuvre : 3,5 millions d'agriculteurs français ont quitté la terre entre 1950 et 1980. Le paysan n'existe quasiment plus que sous la figure de cet industriel de l'agriculture dont les exploitations de l'Amérique du Sud fournissent la vraie image : entouré d'ordinateurs qui reçoivent en temps réel la productivité de chaque machine qui est en train de travailler la terre, l'industriel surveille via les satellites l'exploitation et la distribution de ses produits. En France, le phénomène a été freiné par la taille des exploitations et par la sur-représentation politique du milieu rural, mais « la fin des paysans » est bien un phénomène tendanciel.

Puis nous avons « industrialisé l'industrie » qui succéda à ce que Marx nommait la manufacture, elle-même faisant suite aux corporations médiévales. Ce processus est bien sûr toujours à l'œuvre et c'est là que la rationalisation du travail est la plus poussée : taylorisme, fordisme et toyotisme.

Aujourd'hui, nous poursuivons le même processus : la transformation qui s'opère devant nos yeux est moins une « tertiarisation de l'économie » qu'une « industrialisation des services. »

On peut lire le même processus d'industrialisation en disant que nous avons d'abord prolongé le geste de la main, puis automatisé les procédures répétitives et enfin modélisé l'intelligence grâce à l'explosion des technologies cognitives. Mais cette industrialisation de l'intelligence passe toujours par une utilisation massive de matière première et il n'y a donc aucune substitution.

La révolution industrielle a moins comme signification la montée du secteur secondaire que la primauté de la rationalisation des procédures physiques qui a commencé par le corps, la gestuelle pour se poursuivre par l'âme, l'affectif, le plaisir et l'émotion [7]. L'émergence des sciences de la cognition, en apportant des connaissances nouvelles sur le fonctionnement du cerveau, la perception, l'émotion, le langage et la vie mentale en général, permet de représenter quelques-unes des fonctions qui sont mises en jeu dans les activités de création.

Son intensivité vient du fait que l'homme est touché par le mouvement dans son intimité même, le langage et l'intelligence. « Il s'agit, précise Borillo (1997), de concevoir (...) des machines « coopératives », c'est-à-dire porteuses d'aptitudes sectorielles, limitées à certaines fonctions mais complémentaires de celles de l'homme dans la poursuite de tel ou tel objectif, présentant donc de ce fait un certain degré de compatibilité avec ces dernières dans la sphère des fonctions symboliques »

La profondeur des recherches cognitives signifie la pénétration de « la prothèse » au cœur même des procédures sensorimotrices et le mélange indissoluble entre corps et âme. L'informatisation constitue un recouvrement, une enveloppe qui coiffe toutes les activités, qui mélange du matériel et de l'immatériel, de l'artefact et du sensible. Cependant, en fin de compte, « l'interaction étroite entre l'homme et la machine » n'est pas si éloignée d'un projet « d'extension de l'intelligence humaine » (P. Flichy, 2001).

Cette lecture du processus d'informatisation suggère une sédimentation successive des innovations de procédé, de produit et d'organisation par la substitution des facteurs et de gammes sans modification radicale.

3. Retour sur le paradoxe de R.Solow

D'un point de vue économique, ce qui importe est qu'il n'y a aucun type de déversement sur un autre secteur que sur lui-même. Comme il n'y a pas de déversement sur un quatrième secteur, il est logique que le principal utilisateur des technologies de l'information, en dehors du secteur qui les produit, soit le secteur des services. Ceci est conforme aux données quantitatives que nous possédons.

L'effet de substitution porte autant sur les innovations de processus, sur les innovations de produits que sur les innovations d'organisation :

3.1. Si le travail tend à être économisé au profit du capital, les innovations de processus répartissent autrement les facteurs de production. On a donc bien un accroissement de la productivité du travail mais corrélativement une augmentation de l'intensité capitaliste. Cette dernière se heurte à un taux d'obsolescence plus élevé du matériel informatique et logiciels que les comptes nationaux américains évaluent à 30 % par an contre 15 % pour celui des autres équipements et 2 % pour les bâtiments (F. Lequiller, 2000). Cette obsolescence accélérée se double d'une sous-utilisation du capital liée au fait que, dans le domaine des services, un seul geste par salarié ne fait pas un emploi ; une multitude de gestes différents est plus difficile à automatiser, donc provoque une coordination plus complexe et des surcoûts liés au fait que tous les segments de la production ne sont pas informatisables de la même façon ; or, la productivité moyenne s'adapte aux segments les plus lents du processus productif (dans un troupeau de bêtes, la vitesse moyenne s'adapte sur l'animal le moins rapide). Plus on « industrialise » le secteur des services, et plus on bute sur des cultures, des habitudes, des modes de « faire » différents parce qu'on a affaire à des relations de personne à

personne : « l'intensité mentale » du travail s'accroît au fur et à mesure de l'informatisation. La décision d'investissement n'est pas remise en cause car le capital se substitue au travail. Mais la productivité globale des facteurs progresse faiblement. Même dans le cas américain, au plus haut de ses performances, dans la deuxième partie de la décennie quatre-vingt dix, lorsqu'on soustrait l'effet « bulle financière », la productivité globale était plus faible que durant les trente glorieuses. L'augmentation de l'intensité capitaliste associée à la baisse de la durée de vie des équipements et donc de l'accroissement du coût d'amortissement affaiblit la productivité du capital.

C'est ce qui explique que malgré la puissance du progrès technique qui touche tous les actes de la vie, la productivité globale est aujourd'hui plus faible que dans les chaînes de montage d'après-guerre.

3.2. L'informatisation se traduit moins par un accroissement de la diversité des espèces que par une homogénéisation des modèles en amont doublée d'une variété des formes en aval. Il n'y a donc pas irruption de nouveaux produits. La conséquence est que les innovations de produits prennent la forme d'une multiplication des gammes. Il en résulte un faible effet sur la demande car celle-ci se substitue à d'autres demandes plus qu'elle ne s'aggrave, contrairement aux récurrences observées lors d'une introduction d'innovation radicale de produit.

3.3. Les innovations d'organisation deviennent déterminantes si la représentation qu'on se fait des organisations est brutalement transformée par l'arrivée des nouvelles technologies ou coïncide avec cette arrivée. On a pu constater au niveau micro-économique que l'informatique accroît la productivité globale des entreprises qui se sont réorganisées avec l'arrivée des nouvelles technologies et réduit celle des entreprises qui ont dépensé en investissement et non dans l'organisation. L'imaginaire d'internet, fondé sur l'association de l'accès gratuit aux initiatives locales ne s'est pas toujours traduit par davantage de décentralisation de décision et de polyvalence. Dans beaucoup de cas, l'informatisation est venue renforcer le travail taylorisé

Cette moindre croissance de la productivité se traduit quand même par une baisse de coût et donc de prix (entre 15 à 20 % de 1975 à 1995 en moyenne pour les pays industrialisés). Mais parce qu'elles sont trop répétées et associées au nouveau bien qui se substitue trop rapidement au précédent, les baisses de prix n'impliquent pas d'élargissement de la demande : les clients finissent par attendre la baisse de prix suivante et se lassent de nouveautés mineures. Cette conclusion partielle peut être étayée par le paradoxe d'Arrow [\[8\]](#).

Parallèlement, l'accroissement de la productivité se traduit par une augmentation des revenus. Cependant, cette élévation masque une forte dispersion des situations à l'intérieur d'un même statut, elle-même insérée dans une division entre travail qualifié et travail non qualifié qui recoupe (mais qui n'est pas déterminée) les lieux d'inscription des nouvelles technologies et les autres secteurs d'activité. Parce que les luttes syndicales n'obtiennent plus l'effet d'un nivellement pour toutes les classes de revenus, on assiste partout, avec une intensité différente, à un double partage des revenus : d'une part, un partage vertical entre une population riche peu nombreuse, qui s'accapare une large partie du revenu national, et une masse qui récupère une fraction dérisoire de l'augmentation de la richesse. Ainsi, aux États-Unis, depuis 1979, les revenus du cinquième le plus riche de la population ont augmenté de 18 % en termes réels, tandis que ceux du cinquième le plus pauvre ont baissé de 15 % (Salomon, 1996). D'autre part, on assiste à un partage horizontal entre salaire et emploi : soit on maintient des formes de protection des salaires (conventions collectives, salaires minimum,

etc.) au prix d'un chômage massif (France, Allemagne) ; soit on accepte un effondrement des garanties salariales minimales (les vingt pour cent des salariés américains à temps partiel ont une durée de travail qui a été divisée par deux en dix ans, soit environ 10 heures de travail hebdomadaire, la part du travail temporaire dans l'emploi total a doublé depuis 1989) et l'on assiste à un chômage qui diminue (Etats-Unis, Angleterre). Dans les deux cas, la demande est sapée.

Le cycle de Kaldor (Prades, 1997), qui soutenait donc les régulations keynésiennes, ne fonctionne plus : l'intense progrès technique dont la profondeur est indéniable a un impact modéré sur la productivité globale des facteurs, laquelle se traduit par une baisse de prix sans élargir la base de la demande, elle-même sapée par des disparités de revenus importantes qui ne peuvent avoir une incidence forte sur le taux de croissance. A son tour, la croissance n'est pas suffisante pour miser sur de nouveaux gains de productivité (ici, la question ne consiste pas à comparer la croissance de la demande finale face à celle de la productivité (B. Réal, 1990) mais à centrer notre attention sur la dynamique d'évolution des deux variables).

Ainsi pourrait s'expliquer le paradoxe de Solow.

Conclusion

Ce paradoxe invite au renouvellement de la réflexion autour du partage marchand/non-marchand pour venir à bout du chômage massif qui frappe les économies contemporaines. Loin d'une tendance à l'extension de la relation marchande, c'est au contraire par la réintégration de domaines de la vie sociale abandonnée successivement par la famille traditionnelle puis par l'Etat qu'il convient de réintégrer dans la vie en société. Les pratiques qui combinent l'économique et le social doivent donc être observées avec attention. Cette réflexion conduit également à s'interroger sur les relations qui existent entre l'innovation technologique et l'innovation sociale (Boyer, 1998) : la seconde n'est pas nécessairement celle qui conforte la première mais la source essentielle d'un processus qui pourrait se tarir si l'on n'y prend pas garde.

Bibliographie

BORILLO Mario, 1997, « *Risques techniques ou risque de la raison, les stratégies de la raison computationnelle* », p 67 à 76 in Zénon, espace-technoscience et imaginaire n° 2, France, Edition Milan

BOYER, Robert et DIDIER, Michel, 1998, *Innovation et croissance*, rapport du Conseil d'Analyse Economique, la Documentation Française

COHEN, Daniel et DEBONNEUIL, Michel, 1998, *Nouvelle économie*, rapport du Conseil d'Analyse Economique, La Documentation Française

DAVID Paul, 1975, Technical Choice Innovation and Economic Growth, Cambridge University Press

FLICHY Patrice, 2001, *L'imaginaire d'internet*, Editions La Découverte

FREEEMAN Christopher, 1991, *The Nature of Innovation and the Evolution of the Productive System*. Technology and Productivity, the Technology Economy Programm, Paris, OCDE

GORDON R, 1999, « U.S Economic Growth since 1970 : One Big Wave ? The American Economic Review

KRUGMAN, Paul R, 1996, *Pop Internationalism*, Massachusetts Institutes of Technology.

KALDOR Nicolas, 1954, « *The relation of Economic Growth and Cyclical fluctuations* ». Economic Journal,

KALDOR N, 1957, « *A model of Economic growth*. » Economic Journal. December

Economie et statistique, 2000, *Nouvelles technologies et nouvelle économie*, INSEE

MEDA, Dominique, 1998, *Le travail, une valeur en voie de disparition*, Aubier

PETRELLA Ricardo, 1994, « *La société doit maîtriser le développement technologique* » in Terminal, technologie de l'information, culture et société, n° 64

PRADES, Jacques, 1988. « *Quelques réflexions pour une problématique du changement technique* » in Une démocratie technologique, ACFAS, Quebec

PRADES, Jacques, 1990, "*De la nature intrinsèque des technologies*" Revue Economie et société.

PRADES, Jacques, 1997, *La remise en question du modèle de Kaldor*. Working paper the society for the Advancement of Socio-Economics, Montreal.

PRADES, Jacques, 2001, *L'homo economicus et la déraison scientifique*, l'Harmattan

REAL, Bernard, 1990, *La puce et le chômage*, Seuil

SAUVY, Alfred, 1980, La machine et le chômage, Paris, Bordas

SOLOW Robert, 1956, A contribution to the Theory of Economic growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol 70

SOLOW, Robert, 1987, « We'd better watch out » *New York Times*, Book Review, july, n°12

STIEGLER, Bernard, 1994, La technique et le temps, Paris, Galilée

URI PORA Michael, 1976, The information economy : Definition and Measurements. Thèse de doctorat, Université de Stanford

[1] Cette formule connue sous le nom du paradoxe de Solow peut être traduite par : « Il y a des ordinateurs partout sauf dans les statistiques économiques ».

[2] L'idée du déversement d'A. Sauvy sous-tend beaucoup d'analyses mais peu d'auteurs lui rendent hommage. Selon Sauvy, le progrès technique peut-être : *refouleur* (labor saving), c'est-à-dire que l'accroissement de la productivité provoque une diminution d'emplois ; *neutre*, c'est-à-dire que le nombre d'emplois reste identique pour plus de produits ; ou *multiplicateur*, c'est-à-dire que l'augmentation du capital permet un plus grand nombre d'emplois. Mais même dans le cas du progrès technique refouleur, le nombre d'emplois augmente par le travail qu'exige la consommation supplémentaire provenant de l'augmentation de revenus consécutive au progrès technique. Ce sont donc les transferts de consommation qui provoquent les mouvements d'emplois. Le déversement est donc, pour A. Sauvy, l'utilisation, en dehors de la branche d'où provient l'innovation, des revenus supplémentaires qui en résultent. Ces revenus supplémentaires peuvent être affectés à de nouveaux biens et services. D'où les déplacements en termes d'emplois.

Cette théorie du déversement, qui trouve ses origines chez les classiques, a été appliquée à l'évolution sectorielle (voir Prades, 2001).

[3] « La productivité du travailleur américain moyen est déterminé par un faisceau complexe de facteurs, dont la plupart sont hors de portée de toute action envisageable par un gouvernement » (P Krugman, 1996).

[4] Le système technique informationnel est fondé sur l'évolution des principes électroniques (miniaturisation et renouvellement de conception) au travers desquels l'information est l'énergie principale du système et où la cohérence repose sur des règles de compatibilité technologique.

[5] Je dois cette remarque à B. Miège qui, dans ma communication orale, m'a signalé que cette terminologie d' « informatisation » laissait sous-entendre une « répétition » sans production nouvelle de signification. Ce qui est de l'ordre de la répétition est le phénomène d'industrialisation mais « l'industrialisation de l'information » est une production nouvelle.

[6] Ce processus est un idéal-type au sens historique de M. Weber.

[7] Comme l'écrit M. Borillo (1999), «l'enjeu des sciences cognitives est la pénétration rationnelle par l'informatique de pratiquement tous les domaines de l'activité humaine. »

[8] Je discute cette thèse dans « Community Development Corporation et logiciels libres ». A paraître.