

LES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET L'ECONOMIE AMERICAINE

Déclaration présidentielle devant
the American Economic Association
New Orleans, Louisiane, le 6 janvier 2001

de

Dale W. Jorgenson*

13 décembre 2000

Le redémarrage de l'économie américaine depuis 1995 a dépassé toutes les attentes, à l'exception des plus optimistes. Les modèles de prévision économique nous ont sérieusement induits en erreur et ce n'est que très récemment que les projections sur la croissance ont été revues pour refléter une image plus optimiste¹. Il n'est pas surprenant de voir que la combinaison inhabituelle d'une croissance plus rapide et d'une inflation plus lente ait déclenché dans les années 90 un débat acharné chez les économistes qui se sont demandés si les améliorations des performances économiques américaines pouvaient se poursuivre.

Le débat économique est parti de la thèse selon laquelle les années 90 sont le reflet des années 70, époque à laquelle une série défavorable de « chocs sur l'offre » a mené à la stagflation – croissance plus faible et inflation plus élevée². De ce point de vue, le développement des Technologies de l'Information (TI) est l'un des épisodes de cette série de chocs positifs, bien que *temporaires*. L'idée concurrente veut que les TI aient provoqué un changement fondamental dans l'économie américaine, aboutissant à une amélioration *permanente* des perspectives de croissance³.

Le déclin imparable des prix des matériels informatiques a petit à petit renforcé le rôle de l'investissement en TI en tant que source de la croissance économique américaine. Le niveau de productivité dans les industries fabriquant des produits TI s'est graduellement accru et une renaissance de la

productivité se fait jour dans le reste de l'économie. En dépit des différences de méthodologie et des sources de données, nous parvenons actuellement à un consensus : le comportement notable des prix du secteur des TI explique la vague de croissance économique.

Dans la section ci-après, je montre que la renaissance de la croissance américaine est due au développement et à l'essor des semi-conducteurs. La chute des prix du secteur des TI est fortement liée aux développements de la technologie des semi-conducteurs, ce qui est largement reconnu par les techniciens supérieurs et les économistes. Cette technologie a trouvé ses plus larges applications dans les matériels de calcul et de communications, mais a surtout réduit les coûts d'un grand nombre d'autres produits.

En 1995 s'est produite une forte accélération de la chute du prix des TI, qui a été déclenchée par une accélération bien plus brusque de la chute du prix des semi-conducteurs en 1994. Bien que les analystes prévoient une chute continue des prix des semi-conducteurs pendant les dix prochaines années au moins, la récente accélération pourrait n'être que temporaire. Ceci peut s'expliquer par un changement dans le cycle de produit des semi-conducteurs passant de trois ans à deux ans, lequel changement s'est produit en 1995 suite à l'intensification de la concurrence sur les marchés des produits des semi-conducteurs.

Dans la Section II, j'exposerai les grandes lignes qui nous permettront d'analyser le rôle des technologies de l'information dans le regain de croissance aux Etats-Unis. Les indices de prix à qualité constante permettent la distinction entre le changement des performances des matériels informatiques et le changement des prix pour un niveau de performance donné. Les prix précis des ordinateurs, tels qu'appliqués pendant une période donnée, sont intégrés dans *the US National Income and Products Accounts* (NIPA) depuis 1985. Malheureusement, des lacunes importantes demeurent, notamment sur les tendances des prix pour les investissements qui y sont étroitement liés, tels que les logiciels et les matériels de communication.

Le coût du capital est un concept essentiel pour traduire l'impact économique des prix du secteur des technologies de l'information. La baisse rapide des prix fournit des stimulants économiques puissants pour la substitution des matériels informatiques aux autres formes de capital et aux autres services du travail. Le taux de baisse des prix du secteur TI est une composante essentielle du coût du capital, qui s'avère nécessaire pour évaluer les effets des stocks croissants d'ordinateurs, de matériels de communication et de logiciels.

Dans la Section III, j'analyserai l'impact qu'a eu en 1995 l'accélération de la chute des prix du secteur des technologies de l'information sur la croissance économique américaine. Je présenterai une frontière des possibilités de production qui englobe les substitutions entre les produits de consommation et les biens d'investissement, ainsi que les services du capital et du travail. Dans ce concept de frontière, les équipements en TI sont considérés comme une composante de la production de biens d'investissement et les services du capital liés à ces équipements comme une composante du facteur capital.

Le facteur capital a été la source la plus importante de la croissance économique américaine au cours de l'après-guerre. Une substitution plus rapide vers le secteur des technologies de l'information a donné davantage de poids aux composantes du capital ayant des productivités marginales plus élevées. L'apport très important du facteur capital depuis 1995 a relancé la croissance de près d'un point. L'apport du secteur des TI compte pour plus de la moitié dans cette augmentation. Les ordinateurs ont été le fer de lance d'une croissance plus rapide, mais les matériels de communication et les logiciels ont également apporté d'importantes contributions.

L'accélération de la chute des prix du secteur des technologies de l'information est le signe d'une hausse de la productivité plus rapide dans les industries fabriquant des TI. En fait, ces industries ont été la source de la majeure partie de la croissance de productivité globale au cours des années 90. Avant 1995, ceci était dû à la chute de la croissance de la productivité

dans d'autres secteurs de l'économie. Les industries fabriquant des TI ont contribué pour plus de la moitié au regain de la hausse de productivité depuis 1995, mais la croissance plus rapide ne se limite pas à ces industries.

En conclusion, je dirai que la chute des prix du secteur des TI continuera quelques temps encore. Ceci stimulera la substitution suivie des technologies de l'information à d'autres facteurs productifs. La baisse des prix des produits informatiques sert également d'indicateur de la hausse rapide de productivité dans les industries fabriquant des TI. Cependant, il serait prématuré d'extrapoler sur l'accélération récente de la croissance de la productivité dans ces industries et de la placer dans un avenir indéfini, car cela est fonction de la persistance d'un cycle de produit de deux ans pour les semi-conducteurs.

Dans la Section IV, j'exposerai les opportunités de recherche créées par le développement et la diffusion des technologies de l'information. Le nombre important et toujours croissant de documents témoigne de l'impact énorme des technologies de l'information sur les entreprises et les marchés des produits. Priorité doit être donnée à une meilleure compréhension des marchés des semi-conducteurs. Bien que plusieurs modèles de marchés pour les semi-conducteurs existent déjà, aucun n'explique le passage d'un cycle de produit de trois ans à deux ans.

Les effets considérables des technologies de l'information sur les marchés du capital et du travail ont déjà fait l'objet d'un nombre croissant d'articles économiques, mais de nombreuses questions importantes restent à résoudre. Pour les marchés financiers, la relation entre la valeur des capitaux propres et les perspectives de croissance mérite une étude plus approfondie. Pour les marchés du travail, il est nécessaire d'effectuer des recherches plus poussées sur les investissements en technologies de l'information et sur la substitution entre les différents types de travail.

I. L'Ere de l'Information

Le développement et l'essor des technologies de l'information sont à la base de la renaissance de la croissance américaine. Une pensée de la « nouvelle économie » -- *faster, better, cheaper* – caractérise la vitesse des changements technologiques et les améliorations des produits dans le secteur des semi-conducteurs et la chute précipitée et continue des prix des semi-conducteurs. La baisse des prix s'est répercutée sur le prix des produits qui reposent largement sur la technologie des semi-conducteurs, comme les ordinateurs et les matériels de télécommunication. Cette technologie a également permis de réduire les coûts des avions, des automobiles, des instruments scientifiques et de bien d'autres produits.

Les technologies de l'information modernes commencent avec l'invention du *transistor*, dispositif à semi-conducteurs agissant comme un commutateur électrique et codant les informations en mode binaire. Un chiffre binaire ou *bit* représente la valeur zéro et un, correspondant aux positions marche et arrêt du commutateur. Le premier transistor, fabriqué à partir de semi-conducteurs germanium, a été conçu chez Bell Labs en 1947 et ses inventeurs – John Bardeen, Walter Brattain et William Shockley⁴ – ont remporté le Prix Nobel de Physique en 1956.

L'histoire des technologies de l'information a ensuite été marquée par l'arrivée du *circuit intégré*, inventé conjointement par Jack Kilby de Texas Instruments en 1958 et Robert Noyce de Fairchild Semiconductor en 1959. Un circuit intégré est composé de milliers – voire de millions – de transistors qui stockent et gèrent les données en mode binaire. Les circuits intégrés ont été conçus au départ pour le stockage et le recouvrement de données et les dispositifs à mémoire semi-conducteur sont devenus connus sous le nom de *puces mémoire*⁵.

Le premier brevet pour le circuit intégré a été accordé à Noyce. A suivi alors une dizaine d'années de litiges sur les droits de propriété intellectuelle.

Ces litiges et leurs conséquences prouvent l'importance capitale de la propriété intellectuelle dans le développement des technologies de l'information. Kilby s'est vu décerner le Prix Nobel de Physique en 2000 pour la découverte du circuit intégré ; malheureusement, Noyce est décédé en 1990⁶.

A. La Loi de Moore

En 1965, Gordon E. Moore, alors Directeur de Recherches chez Fairchild Semi-Conducteur, a fait une observation prédictive, connue plus tard sous le nom de la *Loi de Moore*⁷. En portant sur un graphique les données sur les puces électroniques, il s'est rendu compte que chaque nouveau modèle de puce contenait pratiquement deux fois plus de transistors que le modèle de puce précédent et était lancé 18 à 24 mois après le modèle précédent. Ceci supposait une croissance exponentielle de la capacité de la puce de 35 à 45 pour cent par an ! La prédiction de Moore, faite à la naissance de l'industrie des semi-conducteurs, a permis de suivre l'évolution de la capacité des puces pendant trente-cinq ans. Il a récemment extrapolé cette tendance pour dix autres années au moins⁸.

En 1968, Moore et Noyce ont fondé Intel Corporation pour accélérer la commercialisation des puces à mémoire⁹. Les circuits intégrés ont donné naissance aux *microprocesseurs* avec des fonctions pouvant être programmées par un système logiciel et connus sous le nom de *puces logiques*. Le premier microprocesseur universel de Intel a été conçu pour un ordinateur fabriqué par Busicom, société japonaise. Intel a conservé les droits de propriété intellectuelle et a commercialisé le dispositif en 1971.

Les tendances à la hausse rapide de la capacité des microprocesseurs et des dispositifs à mémoire illustrent la croissance exponentielle prédite par la Loi de Moore. En 1971, la première puce logique contenait 2 300 transistors, alors que le Pentium 4 sorti le 20 novembre 2000 en contenait 42 millions ! En vingt-neuf ans, le nombre de transistors a augmenté de trente-quatre pour

cent par an. Le taux de la croissance de productivité pour l'économie américaine au cours de cette période a été plus lent par deux ordres de grandeur de différence.

B. Le Prix des Semi-Conducteurs

La Loi de Moore rend compte du fait que les générations successives de semi-conducteurs sont *plus rapides* et *meilleures*. L'économie des semi-conducteurs a débuté sur cette observation qui en découle directement : le prix des semi-conducteurs a baissé à un rythme vraiment surprenant ! Le graphique 1 donne les indices de prix des semi-conducteurs conçus par Bruce T. Grimm (1998) du *Bureau of Economic Analysis* (BEA) et utilisés dans les *US National Income and Product Accounts* depuis 1996. Ces indices se partagent entre les puces mémoire et les puces logiques -- sept types de puces mémoire et deux types de puces logiques, pour être précis.

Entre 1974 et 1996, les prix des puces mémoire a été divisé par 27 270, soit une *baisse* de 40,9 pour cent par an, alors que le facteur implicite de déflation pour le produit intérieur brut (PIB) a été multiplié par 2,7 soit une *hausse* de 4,6 pour cent par an ! Les prix des puces logiques, disponibles pendant une période plus courte - de 1985 à 1996 - a été divisé par 1 938, soit une *baisse* de 54,1 pour cent par an, alors que le facteur implicite de déflation du PIB a été multiplié par 1,3, soit une *hausse* de 2,6 pour cent par an ! Les chutes des prix des semi-conducteurs suivent de près la Loi de Moore sur la croissance de capacité des puces, mettant les semi-conducteurs à part des autres produits.

Le graphique 1 montre également une vive accélération de la chute des prix des semi-conducteurs en 1994 et 1995. La chute des prix des microprocesseurs est passée à plus de quatre-vingt-dix pour cent par an tandis que l'industrie des semi-conducteurs passait d'un cycle de produit de trois ans à un cycle très accéléré de deux ans. Ceci est reflété dans la mise à

jour 2000 du *International Technology Road Map for Semiconductors*¹⁰, préparé par un consortium des associations de l'industrie.

C. Indice de Prix à Qualité Constante

L'allure des prix des semi-conducteurs est un test sévère pour les méthodes utilisés dans les statistiques de prix officielles. Le défi consiste à séparer les changements de prix observés lorsque les performances des semi-conducteurs changent et les changements de prix lorsque les performances restent constantes. La réalisation de cet objectif a nécessité une compréhension précise de la technologie, la mise au point de techniques de mesures sophistiquées, et l'introduction de méthodes nouvelles pour le rassemblement des informations requises.

Ellen R. Dulberger (1993) de IBM a présenté un indice pour les prix des semi-conducteurs basé sur un modèle d'appariement. Un tel indice combine les rapports de prix pour des produits présentant les mêmes performances à différents moments. Dulberger a présenté les indices de prix à qualité constante sur la base de formules de calcul de l'indice, y compris *l'indice idéal de Fisher* (1922) utilisé dans les comptes nationaux américains¹¹. L'indice de Fisher est une moyenne géométrique des indices habituels de Laspeyres et Paasche.

W. Erwin Diewert (1976) a défini un indice *superlatif* comme un indice reproduisant *exactement* une représentation *flexible* de la technologie sous-jacente (ou préférences). Une représentation flexible fournit une approximation de second ordre pour une technologie arbitraire (ou préférences). A.A. Konus et S.S. Byushgens (1926) ont d'abord montré que l'indice idéal de Fischer est superlatif dans ce contexte. Les indices de Laspeyres et Paasche ne sont pas superlatifs et ne parviennent pas à traduire de manière précise les substitutions entre les produits en réponse aux changements de prix.

Grimm (1998) a combiné les techniques des modèles d'appariement avec les méthodes hédoniques, basées sur un modèle économétrique des prix des semi-conducteurs à différents moments. Un modèle hédonique donne le prix d'un produit à semi-conducteur en tant que fonction des caractéristiques déterminant les performances, telles que la vitesse de traitement et la capacité de mémoire. Un indice de prix qualité constant isole le changement de prix en maintenant fixes les caractéristiques des semi-conducteurs.

A partir de 1997, le *Bureau of Labor Statistics* (BLS) a intégré un indice de prix pour les semi-conducteurs calculé selon la méthode des modèles d'appariement sur l'Indice des Prix de Production (PPI = *Producer Price Index*) ; et depuis les comptes nationaux se sont basés sur les données calculées à partir du PPI. Reflétant la politique de longue date de BLS, les données historiques n'ont pas été révisées. Les prix des semi-conducteurs reportés dans le PPI avant 1997 ne maintiennent pas la qualité à un niveau constant, ce qui n'a pas permis de traduire la chute rapide des prix des semi-conducteurs et l'accélération en 1994.

D. Ordinateurs

Le lancement par IBM de l'Ordinateur Personnel (PC) en 1981 a été un événement décisif dans l'essor des technologies de l'information. En 1978, la vente à IBM du microprocesseur 8086-8088 d'Intel pour l'intégrer sur le PC a été une percée commerciale majeure pour Intel¹². En 1981, IBM a obtenu la licence pour l'utilisation du système d'exploitation MS-DOS auprès de Microsoft Corporation, société fondée par Bill Gates et Paul Allen en 1975. Le PC établissait une relation Intel / Microsoft qui continue encore aujourd'hui d'exister. En 1985, Microsoft a lancé la première version de Windows, son système d'exploitation phare pour le PC, donnant naissance à la nomenclature Wintel (Windows – Intel) pour cette collaboration continue.

Les ordinateurs centraux, ainsi que les PC, ont commencé à reposer largement sur les puces logiques pour le traitement central et sur les puces mémoire pour la mémoire principale. Cependant, les semi-conducteurs représentent moins de la moitié des coûts des ordinateurs, et les prix des ordinateurs ont baissé bien moins rapidement que les prix des semi-conducteurs. Les mesures précises sur les prix des ordinateurs à qualité de produit constante ont été intégrées aux NIPA en 1985, et au PPI dans les années 90. Les comptes nationaux reposent désormais sur les données du PPI, mais les données historiques du PPI sur les ordinateurs, telles que les données PPI sur les semi-conducteurs, ne parviennent pas à maintenir la qualité à un niveau constant.

Gregory C. Chow (1967) a été l'un des premiers à utiliser les techniques hédoniques pour mettre au point un indice à qualité constante des prix des ordinateurs lors de recherches menées chez IBM. Chow a relevé des chutes de prix de plus de vingt pour cent par an pendant la période 1960-1965, donnant ainsi un premier aperçu de la remarquable allure des prix des ordinateurs¹³. En 1985, le *Bureau of Economic Analysis* a intégré aux NIPA les indices de prix qualité constante pour les ordinateurs et les périphériques conçus par Rosanne Cole, Y.C. Chen, Joan A. Barquin-Stolleman, Ellen R. Dulberger, Nurthan Helvacian, et James H.Hodge (1986) de IBM. Jack E. Triplett (1986) a examiné l'interprétation économique de ces indices, portant à l'attention d'un large public la chute rapide des prix des ordinateurs.

L'indice BEA-IBM de prix à qualité constante pour les ordinateurs a provoqué des échanges houleux entre le BEA et Edward F. Denison (1989), l'un des créateurs de la méthodologie de la comptabilité nationale dans les années 50 et responsable des comptes nationaux au BEA de 1979 à 1982. Denison a vertement attaqué la méthodologie BEA-IBM et a vigoureusement discuté l'intégration des indices de prix qualité constante dans les comptes nationaux¹⁴. Allan Young (1989), alors Directeur du BEA, a reproduit le raisonnement du BEA en faveur de l'intégration des indices de prix à qualité constante.

Dulberger (1989) a présenté un rapport plus détaillé sur ses recherches relatives aux prix des processeurs informatiques pour le projet BEA-IBM. La vitesse du traitement et de la mémoire principale a joué un rôle central dans son modèle. Triplet (1989) a rendu une étude exhaustive sur les indices de prix hédoniques pour les ordinateurs. Robert J. Gordon (1989, 1990) a apporté un modèle alternatif des prix des ordinateurs et identifié les ordinateurs et les matériels de communication, ainsi que les avions commerciaux, comme des éléments ayant les plus grands taux de chute des prix.

Le graphique 2 montre l'indice BEA à qualité constante des prix des ordinateurs et des périphériques et ses composants, y compris les ordinateurs centraux, les PC, les dispositifs à mémoire, d'autres périphériques, et les terminaux. La chute des prix des ordinateurs suit l'allure des prix des semi-conducteurs présentés dans le graphique 1, mais de façon plus atténuée. L'accélération en 1995 de la chute des prix des ordinateurs suit l'accélération de la chute des prix des semi-conducteurs qui a résulté du passage en 1995 du cycle du produit de trois ans à deux ans.

E. Matériels informatiques et Logiciels

La technologie des communications est cruciale pour le développement et la diffusion d'Internet, sans doute le signe le plus marquant des technologies de l'information dans l'économie américaine¹⁵. Kenneth Flamm (1989) a été le premier à comparer l'allure des prix des ordinateurs et les prix des matériels de communication. Ses conclusions ont montré que les prix des matériels de communication baissaient un peu plus lentement que les prix des ordinateurs. Gordon (1990) a comparé les résultats de Flamm avec les indices de prix officiels, révélant une distorsion importante des indices officiels.

Les équipements de communications constituent un marché important pour les semi-conducteurs, mais les indices de prix à qualité constante ne couvre qu'une partie de ces matériels. Les équipements de commutation et

de terminal reposent largement sur la technologie des semi-conducteurs, de manière telle que le développement des produits reflète les améliorations des semi-conducteurs. L'indice de prix à qualité constante de Grimm (1997) pour les équipements de commutation des téléphones numériques, tel que présenté dans le graphique 3, a été intégré aux comptes nationaux en 1996. La production de services de communication dans les NIPA intègrent également un indice de prix à qualité constante pour les téléphones cellulaires.

De nombreux investissements en communications concernent les appareils de transmission, connectant les terminaux de données, les terminaux vocaux et les terminaux vidéo aux équipements de commutation. Les technologies telles que la fibre optique, la diffusion par micro-ondes, et les satellites de communication ont progressé à un rythme qui a même dépassé le rythme spectaculaire du développement des semi-conducteurs. Une illustration est le multiplexage par répartition en longueur d'onde dense (DWDM = *dense wavelength division multiplexing*), une technologie envoyant simultanément des signaux multiples sur une fibre optique. L'installation de matériel DWDM, qui a commencé en 1997, a doublé la capacité de transmission des câbles optiques tous les 6 à 12 mois¹⁶.

Les logiciels et le matériel informatiques sont essentiels pour les technologies de l'information et ceci se traduit par le grand volume de dépenses en matière de logiciels. La onzième révision complète des comptes nationaux, éditée par le BEA le 27 octobre 1997, a donné une nouvelle classification aux logiciels informatiques et les a catégorisés dans les investissements¹⁷. Avant cette avancée importante, les dépenses professionnelles en matière de logiciels étaient considérées comme des décaissements courants alors que les dépenses personnelles et publiques étaient considérées comme des achats de biens non durables. L'investissement en logiciels croît rapidement et est désormais beaucoup plus important que l'investissement en matériel informatique.

Robert P. Parker et Grimm (2000) définissent les nouvelles estimations sur les investissements en logiciel. Le BEA distingue trois types de logiciels – préemballés, personnalisés et spécifiques. Le logiciel préemballé est vendu ou accordé en licence sous une forme standardisée et est livré sous forme de bouquets ou de fichiers informatiques téléchargés sur Internet. Le logiciel personnalisé est spécialement conçu pour une application spécifique de l'utilisateur et est livré avec les services d'analyse, de conception et de programmation permettant la personnalisation. Le logiciel spécifique est un logiciel créé pour une application spécifique. Cependant, seuls les indices de prix pour les logiciels préemballés maintiennent les performances à un niveau constant.

Parker et Grimm (2000) présentent un indice qualité constante pour les logiciels préemballés, donné dans le graphique 3. Ceci combine un modèle hédonique de prix pour les logiciels d'applications professionnelles et un indice basé sur des modèles d'appariement pour les tableurs et les programmes de traitement de texte, indice développé par Steven D. Oliner et Daniel D. Sichel (1994). Les prix des logiciels préemballés ont chuté de plus de dix pour cent par an sur la période allant de 1962 à 1998. Depuis 1998, le BEA s'est appuyé sur un indice de prix basé sur des modèles d'appariement de PPI pour tous les logiciels préemballés ; avant 1998, les données du PPI ne maintiennent pas la qualité à un niveau constant.

Les prix BEA pour les logiciels spécifiques se basent sur les niveaux de salaire des programmeurs. Implicitement, ceci ne suppose aucun changement dans la productivité des programmeurs informatiques, même avec l'investissement croissant en matériels et logiciels informatiques visant à soutenir la création de nouveaux logiciels. Les prix des logiciels personnalisés représentent une moyenne pondérée des prix des logiciels préemballés et spécifiques avec des coefficients de pondération arbitraires de 75 pour cent pour les logiciels spécifiques et 25 pour cent pour les logiciels préemballés. Ces indices de prix ne maintiennent pas les performances des logiciels à un

niveau constant et montrent une image déformée des prix des logiciels, ainsi que des produits logiciels et des investissements.

F. Opportunités de Recherche

Les indices de prix officiels pour les ordinateurs et les semi-conducteurs fournissent le paradigme pour les mesures économiques. Ces indices traduisent la chute régulière des prix dans le secteur des TI et l'accélération récente de cette chute. Les indices de prix officiels pour les équipements de commutation de central et les logiciels préemballés maintiennent également la qualité à un niveau constant. Le BEA et le BLS, les plus grandes agences statistiques spécialisées dans la recherche sur les prix, ont effectué le meilleur travail dans ce domaine. Cependant, un rôle important a été joué par la recherche sur les prix chez IBM, qui a longtemps été l'entreprise informatique dominante¹⁸.

Il est important de souligner que les technologies de l'information ne se limitent pas aux applications de semi-conducteurs. Les équipements de commutation et de terminal pour les communications vocales et vidéo et les communications de données ont commencé à s'appuyer sur la technologie des semi-conducteurs et l'évidence empirique observée sur les prix de ces équipements reflète cet état de fait. Les appareils de transmission emploient des technologies évoluant à un rythme bien supérieur à celui des semi-conducteurs. Cet écart important dans nos statistiques de prix officiels ne peut être comblé que par des indices de prix à qualité constante pour tous les types de matériels de communications.

Les investissements en logiciels sont plus importants que les investissements en matériels informatiques. Cette constatation n'est apparue qu'en 1999, au moment où le BEA a intégré dans les comptes nationaux de nouvelles mesures sur les investissements en logiciels préemballés, personnalisés et spécifiques. Ceci est une étape fondamentale dans la compréhension du rôle des technologies de l'information dans l'économie

américaine. Malheureusement, les prix des logiciels constituent un autre angle mort statistique car seuls les prix des logiciels préemballés sont dûment représentés dans le système officiel des statistiques de prix. Le défi de taille qu'il reste à relever consistera à élaborer des indices de prix qualité constante pour les logiciels personnalisés et les logiciels spécifiques.

II. Le Rôle des Technologies de l'Information

Au niveau agrégé, les technologies de l'information sont identifiées avec les ordinateurs, les matériels de communication et les logiciels. Ces produits apparaissent dans le PIB en tant qu'investissements réalisés par les entreprises, les ménages et les gouvernements ainsi qu'avec les exportations nettes vers le reste du monde. Le PIB comprend également les services liés aux produits informatiques utilisés par les ménages et les gouvernements. Une méthodologie pour l'analyse de la croissance économique doit traduire la substitution des produits des TI à d'autres produits de biens et services.

Alors que la technologie des semi-conducteurs est la force motrice qui se cache derrière l'essor des TI, l'impact de la chute imparable des prix des semi-conducteurs se transmet à travers la chute des prix dans le secteur des TI. Seules les exportations nettes des semi-conducteurs, qui se définissent comme la différence entre les exportations américaines vers le reste du monde et les importations américaines, apparaissent dans le PIB. Les ventes de semi-conducteurs aux fabricants nationaux de TI sont justement compensées par les achats de semi-conducteurs et sont exclues du PIB.

Les *indices de prix à qualité constante*, tels que ceux revus dans la section précédente, sont une composante essentielle de la méthodologie pour l'analyse du redémarrage de la croissance américaine. Les prix des ordinateurs ont été intégrés aux NIPA en 1985 et font désormais partie du PPI également. Beaucoup plus récemment, les prix des semi-conducteurs ont été intégrés aux NIPA et au PPI. Malheureusement, les preuves relatives à ces évolutions des prix des matériels de communication et des logiciels sont

extrêmement insuffisantes, rendant ainsi les indices de prix officiels extrêmement trompeurs.

A. Production

Les données sur la production présentées dans le tableau 1 se basent sur la plus récente révision de référence des comptes nationaux, mise à jour jusqu'à la fin de l'année 1999¹⁹. Le concept de production est similaire - mais n'est cependant pas identique - au concept du produit intérieur brut utilisé par le BEA. Les deux mesures comprennent les produits finaux achetés par les entreprises, les gouvernements, les ménages et le reste du monde. Contrairement au concept du BEA, la mesure de la production présentée dans le tableau 1 comprend également les imputations pour les flux de services liés à des biens durables, y compris les produits des TI, utilisés par les ménages et les gouvernements.

Les imputations pour les services des matériels informatiques se basent sur le coût du capital pour les TI, tel que décrit plus précisément ci-dessous. Le coût du capital est multiplié par la valeur nominale du stock de TI afin d'obtenir le flux des services imputé provenant des produits de ces TI. Dans le secteur des entreprises, ceci correspond au revenu du capital pour des entreprises utilisant ces produits comme facteurs de production. En ce qui concerne les ménages et les gouvernements, le flux du revenu du capital doit être imputé. Le même type d'imputation est utilisé dans les NIPA pour le logement. La valeur locative du logement occupé par un locataire correspond pour les sociétés immobilières au revenu du capital alors que la valeur locative du logement occupé par un propriétaire est imputé aux ménages.

Le PIB exprimé en dollars courants dans le tableau 1 est de 9,8 trillions de \$ pour 1999, lequel chiffre comprend les imputations, et la croissance de la production réelle est de 3,46 pour cent en moyenne pour la période de 1948 à 1999. Ces ordres de grandeur peuvent être comparés à la valeur

exprimée en dollars courants de 9,3 trillions de \$ en 1999 et le taux moyen de croissance réelle de 3,40 pour cent sur la période de 1948 à 1999 pour le PIB officiel. Le tableau 1 présente les valeurs exprimées en dollars courants et les indices de prix du PIB et de la production de TI. Ceci comprend la production de biens d'investissement sous la forme d'ordinateurs, de logiciels, de matériels de communication et de biens d'investissement hors TI. Ceci comprend également la production des biens et services de consommation hors TI ainsi que les flux imputés de services de capital des TI provenant des ménages et des gouvernements.

Le trait le plus marquant relatif aux données présentées dans le tableau 1 est la chute rapide des prix pour les investissements en ordinateurs, à savoir 17,1 pour cent par an de 1959 à 1995. Depuis 1995, cette chute a quasiment doublé à 32,1 pour cent par an. Par opposition, le prix relatif des logiciels a été constant pendant cette période et n'a commencé à chuter qu'à la fin des années 80. Le prix des matériels de communications s'est comporté de façon similaire à celui des logiciels, alors que l'utilisation par les ménages et les gouvernements des services de capital liés aux ordinateurs et aux logiciels montre des chutes de prix similaires aux investissements en informatique.

La partie supérieure du tableau 2 rassemble les taux de croissance des prix et des volumes pour les plus grandes catégories de produits pour la période 1990-1995 et la période 1995-1999. Les investissements des entreprises en ordinateurs, logiciels et matériels de communication sont les plus grandes catégories de dépenses liées aux TI. Les ménages et les gouvernements ont également dépensé des sommes assez considérables en ordinateurs, logiciels, matériels de communication et dans les services des technologies de l'information. Le graphique 4 montre que les produits de logiciels sont la plus grande catégorie des TI en tant que part du PIB, suivis par les produits des ordinateurs et des matériels de communication.

B. Services du Capital

Dans cette section sont présentées les estimations de capital pour l'économie américaine pendant la période allant de 1948 à 1999²⁰. Celles-ci commencent par les données du BEA sur les investissements ; la méthode de l'inventaire permanent génère des estimations du stock de capital et celles-ci sont agrégées, les prix des services étant utilisés comme coefficient de pondération. Cette approche, de laquelle Jorgenson et Zvi Griliches (1996) sont à l'origine, est basée sur l'identification des prix des services avec les productivités marginales de différents types de capital. Les estimations sur les prix des services intègrent le coût du capital²¹.

Le coût du capital est un facteur d'annualisation qui transforme le prix d'un bien en prix du facteur capital correspondant²². Ceci comprend le taux nominal de rendement, le taux d'amortissement, et le taux de moins-value due à la chute des prix. Le coût du capital est un concept essentiel pour l'économie des technologies de l'information²³, en raison de la chute stupéfiante des prix des TI présentés dans le tableau 1.

Le coût du capital est important dans de nombreux domaines de l'économie, notamment dans la modélisation du comportement des producteurs, dans la mesure de la productivité, et dans l'économie de la fiscalité²⁴. La plupart des questions importantes relatives à la mesure du coût du capital ont été débattues pendant des décennies. La première de ces questions concerne l'intégration du pourcentage de la baisse des prix des biens dans le coût du capital. L'hypothèse de prévision parfaite ou d'anticipations rationnelles est rapidement apparue comme la formulation la plus appropriée et a été utilisée dans la plupart des applications du coût du capital²⁵.

La seconde question empirique concerne la mesure de la dépréciation économique. La stabilité des modèles de dépréciation face aux changements des politiques fiscales et des chocs des prix a fait l'objet d'études attentives. Les taux d'amortissement présentés par Jorgenson et

Kevin J. Stiroh (2000b) résume de très nombreuses recherches empiriques sur l'allure des prix des biens²⁶. Une troisième question empirique concerne la description de la structure fiscale pour le revenu du capital. Ceci dépend des lois fiscales s'appliquant pendant chaque période donnée. La résolution de ces questions a préparé la voie pour l'utilisation de mesures plus précises du coût du capital pour tous les éléments d'actif figurant dans les comptes nationaux, y compris les technologies de l'information²⁷.

La définition du capital comprend tous les éléments d'actif corporels dans l'économie américaine, les équipements et structures, ainsi que les biens durables et fonciers et les stocks des consommateurs et des gouvernements. Les flux de services du capital liés aux biens durables et utilisés par les ménages et les gouvernements entrent dans les mesures de la production ainsi que dans les mesures des facteurs de production. Une part sans cesse croissante de ces flux de services est associée aux investissements en TI. Les investissements en TI faits par les entreprises, les ménages et les gouvernements doivent être inclus dans le PIB, avec les services du capital des TI des ménages et des gouvernements afin de traduire tous les effets des TI sur l'économie américaine.

Le tableau 3 présente les stocks de capital de 1948 à 1999, ainsi que les indices de prix pour le total de l'actif corporel national et l'actif TI – ordinateurs, logiciels et matériels de communication. Le stock national des biens corporels dans le tableau 3 est estimé à 35,4 trillions de dollars en 1999, chiffre bien plus important que les 27,9 trillions de dollars de capital fixe estimé par Shelby W. Herman (2000) du BEA. Les différences les plus manifestes reflètent l'intégration des stocks et des biens fonciers dans le tableau 3.

Les investissements en TI des entreprises, ainsi que les achats d'ordinateurs, de logiciels et de matériels de communication par les ménages et les gouvernements, ont augmenté de manière spectaculaire ces dernières années, mais restent cependant relativement peu importants. Les stocks de tous les biens TI combinés ne représentent que 4,35 pour cent du stock national des biens corporels en 1999. Le tableau 4 présente les

estimations du flux des services du capital et les indices de prix correspondants pour la période 1948-1999.

La différence entre la croissance des services du capital et le stock de capital réside dans *l'amélioration de la qualité du capital*. Ceci représente la substitution en faveur des éléments d'actif avec des produits à marge supérieure. Le passage aux TI augmente la qualité du capital, puisque les ordinateurs, les logiciels et les matériels de communication sont des produits générant des marges relativement fortes. Les estimations sur le stock de capital ne suffisent pas à expliquer cette amélioration de la qualité et sous-estime de manière importante l'impact des investissements TI sur la croissance.

La croissance de la qualité du capital représente un peu moins de vingt pour cent de la croissance du facteur capital pour la période de 1948 à 1995. Cependant, les améliorations de la qualité du capital ont régulièrement augmenté en importance relative. Ces améliorations ont fait un bond à 44,9 pour cent de la croissance totale du facteur capital au cours de la période 1995-1999, reflétant la très rapide restructuration du capital visant à profiter de la brusque accélération de la chute des prix des TI. Le stock de capital est petit à petit devenu une mesure du facteur capital moins précise et il est aujourd'hui extrêmement insuffisant.

Le graphique 5 présente les services du capital TI comme une part du revenu intérieur brut. La partie inférieure du tableau 2 récapitule les taux de croissance des prix et les volumes de capital pour la période de 1990 à 1995 et la période de 1995 à 1999. La croissance des services des TI passe de 11,51 pour cent par an pendant la période de 1990 à 1995 à 19,41 pour cent pendant la période de 1996 à 1999, alors que la croissance des services du capital hors TI passe de 1,72 pour cent à 2,94 pour cent. Ceci renverse la tendance : jusqu'à fin 1995, la croissance du capital s'est ralentie.

C. Services du Travail

Cette section présente les estimations du facteur travail pour l'économie américaine de 1948 à 1999. Celles-ci intègrent les données individuelles des Recensements de la Population de 1970, 1980 et 1990, ainsi que les enquêtes annuelles sur l'état de la population (CPS : *Current Population Surveys*). Les indices à qualité constante pour le prix et le volume du facteur travail rendent compte du caractère hétérogène de la population active au niveau du sexe, de la catégorie professionnelle, de l'âge et de la formation. Ceci suit l'approche de Jogerson, Frank M. Gollop et Barbara M. Fraumeni (1987). Les estimations ont été revues et mises à jour par Mun S. Ho et Jorgenson (2000)²⁸.

La distinction entre le facteur travail et les heures de travail est analogue à la distinction entre les services de capital et le stock de capital. La croissance de la qualité de travail est la différence entre la croissance du facteur travail et les heures travaillées. La qualité du travail reflète la substitution des travailleurs générant des produits à forte marge par des travailleurs générant des produits à marge faible. Le tableau 5 présente les estimations du facteur travail, des heures de travail et de la qualité du travail.

La valeur des dépenses de main d'œuvre dans le tableau 5 est de 5,8 trillions de dollars en 1999, soit 59,3 pour cent de la valeur de la production. Cette part reflète de manière précise le concept du revenu intérieur brut, y compris les imputations pour la valeur des services de capital pour les ménages et les gouvernements. Comme cela est montré dans le tableau 7, le taux de croissance du facteur travail s'est accéléré et est passé de 1,70 pour cent pour la période de 1990 à 1995 à 2,18 pour cent pour la période de 1995 à 1999. Ceci est dû essentiellement à l'augmentation des heures travaillées, qui sont passées de 1,17 pour cent pour la période de 1990 à 1995 à 1,98 pour cent pour la période de 1995 à 1999, car la participation de la main d'œuvre a augmenté et les chiffres du chômage ont fortement baissé.

La croissance de la qualité du travail a chuté de manière considérable à la fin des années 90, passant de 0,53 pour cent pour la période de 1990 à 1995 à 0,20 pour cent pour la période de 1995 à 1999. Ce ralentissement traduit les fameuses tendances démographiques dans la composition de la population active, ainsi que l'épuisement du groupe des travailleurs disponibles. L'augmentation des heures travaillées ne traduit pas ces changements de la croissance de la qualité du travail et constitue une mesure extrêmement trompeuse du facteur travail.

III. La Renaissance de la Croissance Américaine

L'économie américaine connaît un nouvel essor tout à fait remarquable depuis le milieu des années 90, avec une croissance en augmentation continue de la production, de la productivité salariale et de la productivité globale des facteurs. L'objectif de cette section est de quantifier les sources de la croissance au cours des années 1948 à 1999 et au cours de diverses sous-périodes. Un des buts clé sera d'expliquer l'accélération brutale du niveau de l'activité économique depuis 1995 et, en particulier, de justifier le rôle des technologies de l'information.

Le cadre approprié pour l'analyse de l'impact des technologies de l'information est la frontière des possibilités de production, exprimant les produits des biens d'investissement des TI ainsi que les facteurs de production des services du capital des TI. Un avantage majeur de ce cadre est le fait que les prix des produits et des facteurs de production des TI sont liés par le biais du prix des services du capital des TI. Il permet de reproduire avec succès les substitutions entre produits et facteurs de production du fait du développement rapide des TI. Il comprend également les coûts d'ajustement tout en permettant aux marchés financiers d'être modélisés de façon indépendante.

En conséquence de l'essor rapide des TI, un certain nombre des concepts les plus familiers de la croissance économique ont été remplacés.

La fonction globale de production arrive en tête de ceux-ci. Le stock de capital en tant que mesure des facteurs de production du capital n'est plus adapté pour capter l'importance croissante des TI. Ceci cache totalement la restructuration des facteurs de production de capital qui est une source majeure du redémarrage de la croissance. En fin de compte les heures travaillées doivent être remplacées en tant que mesure des facteurs de production du travail.

A. La Frontière des Possibilités de Production

La *frontière des possibilités de production* décrit les combinaisons efficaces des produits et des facteurs de production pour l'économie dans son ensemble²⁹. La production agrégée Y consiste en .biens d'investissement et de consommation. Ces produits sont générés à partir du facteur de production agrégé X , comprenant les services du capital et du travail. La productivité correspond à une augmentation neutre de sens de Hicks des facteurs de production cumulés.

La frontière des possibilités de production prend la forme de :

$$(1) \quad Y(I_n, I_c, I_s, I_t, C_n, C_c) = A.X(K_n, K_c, K_s, K_t, L)$$

où les produits comprennent les biens d'investissement hors TI I_n et les investissements dans le matériel informatique I_c , les logiciels I_s , et les matériels de communication I_t , ainsi que les biens et services de consommation hors TI C_n et les services du capital des TI aux ménages et aux gouvernements C_c . Les facteurs de production comprennent les services du capital hors TI K_n et les services du matériel informatique K_c , des logiciels K_s , et des matériels de télécommunications K_t , ainsi que les facteurs de production du travail L .³⁰ La *productivité globale des facteurs* (TFP) est caractérisée par A .

L'avantage majeur de la frontière des possibilités de production est le rôle explicite qu'elle joue sur les prix à qualité constante des produits des TI. Ces derniers sont utilisés comme déflateurs pour les dépenses nominales en

investissements dans les TI aux fins d'obtenir les quantités de TI. Les investissements en TI sont cumulés en stocks de capital TI. Le flux des services du capital des TI est un cumul de ces stocks avec les prix des services comme pondération. De même les prix à qualité constante des services du capital des TI sont utilisés pour *déflater* les valeurs nominales de consommation de ces services.

Un autre avantage majeur de la frontière des possibilités de production est l'incorporation des coûts d'ajustement. Par exemple un accroissement de la production de biens d'investissement en TI exige l'abandon d'une partie de la production de biens de consommation et de biens d'investissement hors TI – entraînant ainsi un coût élevé de l'ajustement du taux de l'investissement des TI. Cependant, les coûts d'ajustement sont externes à l'unité de production et sont entièrement reflétés dans les prix des TI. Ces prix incluent les prévisions attendues des prix futurs des services du capital en TI.

B. Fonction de Production Agrégée

La fonction de production agrégée employée par Robert M. Solow (1957,1960) et, plus récemment, par Jeremy Greenwood, Zvi Hercowitz et Per Krusell (1997, 2000), Hercowitz (1998), et Arnold C. Harberger (1998) est une méthodologie concurrente. La fonction de production donne des produits uniques en tant que fonction des facteurs de production du capital et du travail. Il n'existe aucun rôle pour des prix séparés des biens d'investissement et de consommation et, de ce fait, aucune place pour des indices de prix à qualité constante des TI pour des produits de biens d'investissement en TI.

Greenwood, Hercowitz et Krusell utilisent un indice de prix pour la consommation afin de *déflater* les produits de tous les biens d'investissement, y compris les TI. Se trouvant devant le fait que des prix à qualité constante de biens d'investissement diffèrent des prix de biens de consommation, ils empruntent à Solow (1960) le concept de l'incorporation (embodiment) afin de convertir les produits des biens d'investissement en une forme appropriée

à l'évaluation du stock de capital ³¹. L'investissement a deux prix, l'un est utilisé pour mesurer la production et l'autre pour mesurer le stock de capital. Cet illogisme peut être supprimé en faisant simplement la distinction entre les produits de biens de consommation et de biens d'investissement, comme dans les comptes nationaux et dans l'équation (1). Le concept de l'incorporation peut alors être abandonné.

Peut être par inadvertance, Greenwood, Hercowitz et Krussell ont fait renaître la controverse autour de l'introduction d'un indice de prix à qualité constante pour les ordinateurs dans les comptes nationaux. Ils ont ranimé la proposition de Denison (1993) qui est d'utiliser un indice de prix de consommation pour faire baisser l'investissement dans les NIPA. Denison a trouvé cela attrayant en tant que moyen d'éviter l'introduction d'indices de prix à qualité constante pour les ordinateurs. L'approche de Denison conduit à une sous-estimation sérieuse de la croissance du PIB et à une surestimation de l'inflation.

Une autre limite de la fonction de production globale est le fait qu'elle ne parvient pas à intégrer les coûts d'ajustement. Robert E. Lucas Jr. (1967) a présenté un modèle de production avec des coûts d'ajustement internes. Fumio Hayashi (2000) montre comment identifier ces coûts d'ajustement à partir du Q de James Tobin (1969), le rapport de la valeur sur le marché boursier de l'unité de production à la valeur sur le marché des actifs de l'unité. La mise en œuvre de cette approche exige simultanément la modélisation de la production et l'évaluation des actifs. Si les coûts d'ajustement sont externes, comme dans la frontière des possibilités de production (1), l'évaluation des actifs peut être modélisée séparément de la production³².

C. Sources de la Croissance

Dans l'hypothèse où les marchés de produits et de facteurs sont concurrentiels, l'équilibre de production implique que la croissance de la

production pondérée par les parts des produits est la somme pondérée de la croissance des facteurs de production et de la croissance de la productivité globale des facteurs :

$$(2) \quad \begin{aligned} & \bar{w}_{I,n} \Delta \ln I_n + \bar{w}_{I,c} \Delta I_c + \bar{w}_{I,s} \Delta I_s + \bar{w}_{I,t} \Delta I_t + \bar{w}_{C,n} C_n + \bar{w}_{C,c} \Delta \ln C_c = \\ & \bar{v}_{K,n} \Delta \ln K_n + \bar{v}_{K,c} \Delta \ln K_c + \bar{v}_{K,s} \Delta \ln K_s + \bar{v}_{K,t} \Delta \ln K_t + \bar{v}_L \Delta \ln L + \Delta \ln A \end{aligned}$$

où w et v indiquent les valeurs moyennes des parts. La somme des parts des produits et des facteurs de production est égale à 1 dans l'hypothèse supplémentaire de rendements d'échelle constants,

$$\bar{w}_{I,n} + \bar{w}_{I,c} + \bar{w}_{I,s} + \bar{w}_{I,t} + \bar{w}_{C,n} + \bar{w}_{C,c} = \bar{w}_{K,n} + \bar{w}_{K,c} + \bar{w}_{K,s} + \bar{w}_{K,t} + \bar{v}_L = 1.$$

L'équation (2) permet d'identifier les apports des produits ainsi que les facteurs de production pour la croissance économique américaine. Le taux de croissance de la production est une moyenne pondérée des taux de croissance de la production en biens de consommation et d'investissement. L'apport de chaque produit est son taux de croissance pondéré. De même le taux de croissance des facteurs de production est une moyenne pondérée des taux de croissance des services du capital et du travail, et l'apport de chaque facteur de production est son taux de croissance pondéré. L'apport de la productivité globale des facteurs, c'est-à-dire le taux de croissance du facteur d'augmentation A dans l'équation(2), est la différence entre les taux de croissance de la production des facteurs de production.

Le Tableau 6 présente les résultats pour la période 1948-99 et diverses sous périodes d'une comptabilité de la croissance basée sur l'équation (2) et réalisée par Jorgenson et Stiroh (1999,2000b). La croissance économique est ventilée par catégories de produits et de facteurs de production, quantifiant l'apport des TI aux produits d'investissement et de consommation, ainsi qu'aux facteurs de production du capital. Ces estimations identifient les ordinateurs, les logiciels et les matériels de communication en tant que catégories distinctes des TI.

En remaniant l'équation (2), les résultats peuvent être présentés en termes de productivité moyenne du travail (ALP), définie comme $y = Y / H$, le

rapport de production Y aux heures travaillées H , et $k = K / H$, le rapport de services du capital K par rapport aux heures travaillées :

$$(3) \quad \Delta \ln y = \bar{v}_K \Delta \ln k + \bar{v}_L (\Delta \ln L - \Delta \ln H) + \Delta \ln A.$$

L'équation (3) répartit la croissance ALP en trois sources. La première est l'*intensification du capital*, c'est à dire la croissance du capital aux heures travaillées, qui indique la substitution capital-travail. La seconde est l'amélioration de la qualité du travail, qui traduit la proportion grandissante d'heures effectuées par des travailleurs ayant une productivité marginale élevée. La troisième est la croissance du TFP, qui contribue point par point à la croissance de l'ALP.

D. Apports de l'Investissement en TI

Le graphique 5 décrit l'accroissement rapide de l'importance donnée aux services des TI, qui à son tour reflète le rythme intensif des baisses subies par les prix des TI. En 1995-99 le prix des services du capital pour les ordinateurs a chuté de 24,81% par an, comparé à une augmentation de 36,36 pour cent du capital due aux ordinateurs. En conséquence, la valeur des services liés aux ordinateurs s'est accrue de façon conséquente. Cependant la valeur actuelle des ordinateurs exprimée en dollars était seulement de 1,6 pour cent du produit intérieur brut en 1999.

L'accumulation rapide des logiciels semble avoir différentes sources. Le prix des services liés aux logiciels a baissé uniquement de 2,04 pour cent par an au cours des années 95 à 99. Néanmoins les sociétés ont très rapidement accumulé des logiciels, avec un accroissement de 16,30 pour cent par an des services du capital réel. Une explication possible est que les sociétés répondent aux baisses des prix des ordinateurs en investissant dans des facteurs de production complémentaires comme les logiciels. Cependant une explication plus plausible est que les indices de prix utilisés pour *déflater* les investissements de logiciels ne parviennent pas à maintenir la qualité à

niveau constant . Ceci conduit à une surestimation de l'inflation et à une sous-estimation de la croissance.

Bien que la baisse des prix relative aux matériels de communication au cours de la période 1995 à 1999 soit comparable à celle des logiciels, les investissements dans ces matériels sont plus en harmonie avec les prix. Cependant les prix des matériels de communication ne réussissent pas à maintenir la qualité constante . La technologie des équipements de commutation, par exemple, est semblable à celle des ordinateurs ; les investissements dans cette catégorie sont *déflatés* par un indice de prix qualité constante mis au point par le BEA. Les déflateurs de prix conventionnels sont utilisés pour les matériels de transmission, tels que les câbles en fibre optique. Ceci conduit à une sous-estimation des taux de croissance des investissements, du stock de capital, des services du capital, et du Produit Intérieur Brut, ainsi qu'à une surestimation du taux d'inflation.

Les graphiques 6 et 7 mettent en évidence les apports croissants des TI à la croissance économique américaine. Le graphique 6 montre la ventilation entre les produits des TI et hors TI relatifs aux sous-périodes allant de 1948 à 1999, alors que le graphique 7 décompose l'apport des TI selon ses composantes. Bien que l'importance des TI se soit accrue de façon régulière, le graphique 6 montre que les investissements récents et l'essor de la consommation ont pratiquement doublé l'apport des TI. Le graphique 7 montre qu'à la fin des années 90 les investissements en ordinateurs à eux seuls représentent le facteur d'apport le plus important des TI, mais que les investissements en logiciels et matériels de communication prennent une importance de plus en plus grande.

Les graphiques 8 et 9 présentent une ventilation similaire des facteurs de production des TI selon la production. L'apport de ces facteurs de production s'accroît de façon encore plus forte. Le graphique 8 montre que l'apport des TI représente maintenant plus de 48,1 pour cent de l'apport total des facteurs de production du capital. Le graphique 9 montre que le matériel informatique représente le facteur d'apport le plus important des TI pour ce

qui est des facteurs de production, reflétant ainsi la part grandissante et le taux de croissance en augmentation constante des investissements en matériels informatiques à la fin des années 90.

Les investissements des entreprises privées prédominent dans les TI, selon Jorgenson et Storch (1999, 2000b)³³. Viennent ensuite les dépenses des ménages en matériels et en services informatiques. Pour obtenir un tableau complet il faut également ajouter à cela les achats du gouvernement en matériels et services informatiques, ainsi que les exportations nettes de produits des TI. Les sociétés, les consommateurs, les gouvernements et les acheteurs d'exportations américaines réagissent aux changements de prix concernant ces produits, accroissant ainsi les apports des ordinateurs, des logiciels et des matériels de communication.

Le tableau 2 montre que les prix des investissements en ordinateurs ont chuté de plus de 32 pour cent par an, le prix des logiciels de 2,4 pour cent, le prix des matériels de communication de 2,9 pour cent, et le prix des services des TI de 11,8 pour cent au cours de la période 1995-1999, alors que les prix hors TI ont augmenté de 2,2 pour cent. En réaction à ces changements de prix, les entreprises, les ménages et les gouvernements ont accumulé des ordinateurs, des logiciels et des matériels de communication beaucoup plus rapidement que toutes autres formes de capital.

E. Productivité globale des facteurs

Le prix ou l'approche « duale » de la mesure de la productivité permet d'identifier le rôle de la production des TI en tant que source de la croissance de productivité au niveau industriel³⁴. Le taux de croissance de la productivité est mesuré comme la baisse du prix des produits, plus une moyenne pondérée des taux de croissance des prix des facteurs de production, les parts de valeur des facteurs de production étant les coefficients de pondération. Pour l'industrie informatique cette expression est dominée par deux conditions: la baisse du prix des ordinateurs et la part du

prix des semi-conducteurs. Pour l'industrie des semi conducteurs l'expression est dominée par la baisse du prix des semi-conducteurs.³⁵

Jorgenson, Gallop et Fraumeni (1987) ont utilisé le modèle d'Evsey Domar (1961) pour retrouver l'origine de la croissance de la productivité globale au niveau des industries individuelles.³⁶ Plus récemment Harberger (1998), William Gullickson et Michael J. Harper (1999), ainsi que Jorgenson et Storch (2000a, 2000b) ont utilisé le modèle à des fins similaires. La croissance de productivité pour chaque industrie est pondérée par le rapport de la production brute de l'industrie au Produit Intérieur Brut pour estimer l'apport de l'industrie à la croissance de la productivité globale des facteurs.

Si la production de semi-conducteurs était uniquement utilisée pour produire des ordinateurs, alors son apport à la croissance de la productivité de l'industrie informatique, pondérée par la production de l'industrie informatique, annulerait précisément sa part indépendante dans la croissance de la productivité globale des facteurs. C'est le rapport de la valeur de la production de semi-conducteurs au Produit Intérieur Brut, multiplié par le taux de la baisse du prix des semi-conducteurs. En fait les semi-conducteurs sont utilisés pour produire des matériels de télécommunications et bien d'autres produits. Cependant la valeur de la production de semi-conducteurs est dominée par des facteurs de production dans la production de TI.

La formule d'agrégation de Domar peut être approximée en exprimant les baisses des prix des ordinateurs, des matériels de communication et des logiciels relativement au prix du revenu intérieur brut, c'est-à-dire un cumul des prix des services du capital et du travail. Les taux de la baisse relative des prix des TI sont pondérés par les rapports des productions de produits informatiques au Produit Intérieur Brut. Le Tableau 8 fournit des détails relativement à cette ventilation de la productivité globale des facteurs pour les périodes 1990 à 1995 et 1995 à 1999 ; les contributions des TI et hors TI sont présentées dans le graphique 10. Les produits informatiques contribuent pour ½ point de pourcentage à la croissance de la productivité globale des

facteurs pour la période 1995 à 1999, comparé à $\frac{1}{4}$ de point de pourcentage pour la période 1990 à 1995. Ceci reflète la baisse de plus en plus rapide des changements de prix relatifs provenant de la réduction du cycle de production des semi-conducteurs.

F. Croissance de la Production

Cette section présente les sources de croissance du Produit Intérieur Brut pour toute la période 1948 à 1999. Les services du capital contribuent pour 1,70 point de pourcentage, les services du travail pour 1,14 point de pourcentage, et la croissance de la productivité globale des facteurs pour seulement 0,61 point de pourcentage. La croissance des facteurs de production est la source de pratiquement 82,3 pour cent de la croissance américaine au cours du dernier demi-siècle, alors que la productivité globale des facteurs représente 17,7 pour cent. Le graphique 11 montre la part relativement modeste de la productivité globale des facteurs au cours de toutes les sous-périodes.

Plus des trois-quarts de la contribution du capital reflète l'accumulation du stock de capital, tandis que l'amélioration de la qualité du capital en représente environ un quart. De même, l'augmentation des heures de travail représente 80 pour cent de la contribution du travail ; le reste provient des améliorations de la qualité du travail. Les substitutions entre facteurs de production du capital et facteurs de production du travail en réponse aux changements de prix sont des composantes essentielles des sources de la croissance économique.

L'observation de l'économie américaine avant et après 1973 fait apparaître des caractéristiques bien connues des faits historiques. Après une forte production et une croissance de la productivité globale des facteurs dans les années 50, 60 et au début des années 70, l'économie américaine s'est ralentie de façon nette jusqu'en 1990, la croissance de la production chutant de 3,99 pour cent à 2,86 pour cent et la croissance de la productivité

globale des facteurs déclinant de 0,92 pour cent à 0,25 pour cent. La croissance des facteurs de production du capital s'est également ralentie pour passer de 4,64 pour cent au cours de la période 1948 à 1973 à 3,57 pour cent au cours de la période 1973 à 1990. Ceci a contribué à une stagnation de la croissance de la productivité moyenne du travail – qui était de 2,82 pour cent au cours de la période 1948 à 1973 pour passer à 1,26 pour cent au cours de la période 1973 à 1990.

Pour ce qui est du début des années 90 la croissance de la production s'est accrue de 1,72 pour cent au cours des années 1995 à 1999. L'apport de la production des TI a presque doublé au cours des années 1990 à 1995, mais représentait toujours seulement 28,9 pour cent de la croissance accrue de la production. Bien que l'apport des TI se soit accrue de façon régulière au cours de la période 1948 à 1999 il y a eu une réaction très forte à l'accélération de la baisse des prix informatiques en 1995. Néanmoins plus de 70 pour cent de la croissance plus élevée des produits peuvent être attribués aux produits hors TI.

Entre 1990 et 1995 et 1995 et 1999 la part des facteurs de production du capital s'est accru de 0,95 point de pourcentage, l'apport des facteurs de production du travail n'a progressé que de 0,24 pour cent, et la productivité globale des facteurs a augmenté de 0,51 pour cent. La croissance de la productivité moyenne du travail s'est accrue de 0,92 pour cent parce qu'une intensification plus rapide du capital et une croissance de la productivité globale des facteurs compensent une amélioration plus lente de la qualité du travail. La croissance des heures travaillées s'est accrue avec la baisse du chômage qui a connu un niveau non égalé depuis 30 ans. Les marchés du travail se sont rétrécis de façon considérable, alors même que les taux de participation de la force de travail augmentaient³⁷.

L'apport des facteurs de production du capital reflète la forte hausse de l'investissement de la fin des années 90, les entreprises, les ménages et les gouvernements ayant investi énormément d'argent dans les bâtiments et les matériels, et particulièrement dans les ordinateurs, les logiciels et les matériels

de communication. L'apport du capital, essentiellement dans les TI, est beaucoup plus important que l'apport du travail. L'apport des services du capital des TI s'est accru de façon régulière au cours de la période 1948 à 1999, mais le graphique 9 reflète l'impact du déclin de plus en plus rapide des prix des TI.

Après avoir conservé un taux moyen de 0,25 pour la période 1973 à 1990, la croissance de productivité globale des facteurs est tombée à 0,24 pour cent au cours de la période 1990-1995, pour regagner à 0,75 pour cent au cours de la période de 1995 à 1999. Ceci est une source majeure de croissance de la production et de la productivité Moyenne du Travail pour l'économie américaine (graphiques 11 et 12). Alors que la croissance de la productivité globale des facteurs pour la période 1995-1996 est plus basse que le taux de la période 1948-1973, l'économie américaine est en train de se relever de la croissance de productivité très faible des deux dernières décades. Bien que seulement la moitié de l'accroissement de la productivité globale des facteurs entre les périodes 1990 à 1995 et 1995 à 1999 puisse être attribuée à la production de TI, ceci est bien plus important que la part de 4,26 pour cent de TI dans le Produit Intérieur Brut.

G. Productivité globale du travail

La croissance de la production est la somme de l'augmentation des heures et de la productivité moyenne du travail. Le tableau 7 indique la ventilation entre augmentation des heures et productivité moyenne du travail pour les mêmes périodes que celles indiquées dans le Tableau 6. Pour la période 1948-1999, l'augmentation de la productivité moyenne du travail prédominait dans la croissance de la production, s'accroissant d'un peu plus de 2 pour cent par an pour la période 1948-1999, alors que l'augmentation des heures était d'environ 1,4 pour cent par an. Ainsi qu'indiqué dans l'équation (3), la croissance de la productivité moyenne du travail dépend

de l'intensification du capital, de l'effet qualité du travail, et de la croissance de la productivité globale des facteurs.

Le graphique 12 révèle le ralentissement bien connu de la productivité des années 70 et 80, mettant l'accent sur l'accélération de la croissance de la productivité du travail à la fin des années 90. Le ralentissement ressenti jusqu'en 1990 reflète l'intensification réduite du capital, la baisse de la croissance de la qualité du travail et la croissance ralentie de la productivité globale des facteurs. La croissance de la productivité moyenne du travail a baissé encore davantage au début des années 90 avec une forte baisse de l'intensification du capital, compensée mais seulement en partie par une reprise de la croissance de la qualité du travail et une petite hausse de la croissance de la productivité globale des facteurs. Une baisse des heures, s'est associée à une croissance ralentie de la productivité moyenne du travail au cours de la période 1990 à 1995 pour provoquer une baisse supplémentaire de la croissance de la production. Lors de reprises cycliques précédentes de la période après-guerre la croissance de la production s'est accélérée au cours de la reprise, entraînée par une augmentation plus rapide des heures et de la productivité moyenne du travail.

L'augmentation croissante de la production au cours de la période 1995 à 1999 reflète de façon presque égale une hausse des heures de travail et de la productivité moyenne du travail³⁸. En comparant les périodes 1990 à 1995 et 1995-1999, le taux de croissance des produits s'est accru de 1,72 pour cent – du fait d'un accroissement des heures travaillées de 0,81 pour cent et d'une autre augmentation de la croissance de la productivité moyenne du travail de 0,92 pour cent. Le graphique 12 montre que l'accélération de la croissance de la productivité moyenne du travail est due à l'intensification du capital ainsi qu'à une augmentation plus rapide de la Productivité globale des facteurs. L'intensification du capital a contribué à hauteur de 0,60 point de pourcentage, compensant ainsi un apport négatif de qualité du travail de 0,20 pour cent. L'accélération de la productivité globale des facteurs a apporté 0,51 point de pourcentage.

H. Opportunités de Recherche

L'utilisation d'ordinateurs, de logiciels et de matériels de communication doit être soigneusement distinguée de la production de TI³⁹. Des augmentations massives de la puissance de calcul, comme celles expérimentées par l'économie américaine, produisent deux effets sur la croissance. Tout d'abord, alors que les producteurs de TI deviennent plus efficaces, davantage de matériels informatiques et de logiciels sont produits à partir des mêmes facteurs de production. Ceci accroît la productivité des industries produisant des TI et contribue à la croissance de la productivité globale des facteurs pour l'économie dans son ensemble. La productivité du travail s'accroît également à la fois au niveau de l'industrie et au niveau global.

Ensuite l'investissement dans les technologies de l'information conduit à la croissance de la capacité de production dans les industries utilisant les TI. Depuis que les personnels travaillent avec davantage et de meilleurs matériels, ceci accroît la productivité moyenne du travail par le biais de l'intensification du capital. Si les apports faits à la production globale sont absorbés par l'intensification du capital, la croissance de la productivité globale des facteurs s'en trouve inchangée⁴⁰. Le développement accru des TI affecte la croissance de la productivité globale des facteurs uniquement si des excédents en provenance des industries produisant les TI sont dirigés vers les industries utilisant des TI.

La priorité des priorités doit être donnée à l'identification de l'impact de l'investissement dans les TI au niveau industriel. Stiroh (1998) a montré que ceci est concentré dans un petit nombre d'industries utilisant les TI, alors que Stiroh (2000) montre que la croissance cumulée de la productivité moyenne du travail peut être attribuée à la croissance de productivité dans les industries produisant les TI et des industries utilisant les TI. La priorité suivante est de remonter l'augmentation de la croissance de productivité globale des

facteurs à sa source dans les industries individuelles. Jorgenson et Stiroh (2000a, 2000b) présentent une méthodologie et des résultats préliminaires.

IV. L'Economie à l'ère de l'Internet

L'augmentation régulière de l'importance des technologies de l'information a créé de nouvelles opportunités de recherche dans tous les secteurs économiques. Les historiens économiques, conduits par Alfred D. Chandler (2000) et Paul A. David (2000)⁴¹, ont placé l'ère de l'informatique dans le contexte historique. Le paradoxe de Solow (1987), qui établit le fait que nous trouvons des ordinateurs partout sauf dans les statistiques de productivité⁴², représente un point de départ. Puisque les ordinateurs ont maintenant laissé une empreinte indélébile sur les statistiques de productivité, la question restante est de savoir si la rapidité ahurissante du changement technologique dans le domaine des semi-conducteurs différencie cette renaissance des périodes antérieures de croissance rapide ?

Les marchés du capital et du travail ont été gravement marqués par les technologies de l'information. Une incertitude énorme plane sur la relation entre valeurs des capitaux propres et perspectives de croissance future de l'économie américaine⁴³. Une théorie attribue la valeur croissante des capitaux propres, depuis que l'accélération de la croissance a commencé en 1995, à l'accumulation des éléments d'actif incorporels, tels que la propriété intellectuelle et le capital organisationnel. Une autre théorie associe les valeurs élevées des actions technologiques à une bulle qui éclate au cours de l'année 2000.

Le comportement des marchés du travail pose également des énigmes majeures. Les différentiels de salaire de plus en plus importants entre les travailleurs selon qu'ils possèdent une formation plus ou moins poussée sont attribués à l'informatisation sur le lieu de travail. Une explication possible pourrait être que les travailleurs hautement qualifiés sont complémentaires aux TI, alors que les travailleurs peu qualifiés peuvent être remplacés. Une

autre explication est que les changements techniques associés aux TI sont influencés par les compétences, et de ce fait contribuent à accroître les salaires des travailleurs hautement qualifiés par rapport à ceux des travailleurs peu qualifiés⁴⁴

Enfin les technologies de l'information affectent les marchés de produits et les organisations professionnelles, ainsi qu'en atteste le nombre important et toujours croissant de documents spécialisés⁴⁵, mais il reste à élaborer⁴⁶ un modèle totalement satisfaisant de l'industrie des semi-conducteurs. Un tel modèle induirait la demande en semi-conducteurs des investissements en technologies de l'information, en réaction aux prix en chute rapide des TI. Un objectif majeur est de définir le cycle du produit pour des générations successives de nouveaux semi-conducteurs de façon endogène.

L'industrie des semi-conducteurs et les industries des technologies de l'information sont d'envergure mondiale, avec une distribution internationale du travail sophistiquée⁴⁷. Ceci pose d'importantes questions sur la renaissance de la croissance américaine. Où se trouve la preuve d'une nouvelle économie dans les autres principaux pays industrialisés ? Une explication importante est l'absence d'indices de prix à qualité constante pour les semi-conducteurs et les technologies de l'information dans les systèmes comptables nationaux en dehors des USA⁴⁸. Une autre énigme est que plusieurs participants importants - la Corée, la Malaisie, Singapour et Taiwan - sont des économies « nouvellement industrialisées ». Que cela laisse-t-il présager pour des pays en développement comme la Chine et l'Inde ?

Comme les décideurs tentent de remplir les fossés de plus en plus grands entre les informations requises pour une politique bien élaborée et les données disponibles, la division traditionnelle du travail entre agences de statistiques et les organes dirigeants est en train de se rompre. Entre temps les décideurs monétaires doivent fixer des politiques sans aucune mesure certaine de changements de prix. De même, les décideurs fiscaux se trouvent face à des révisions permanentes des prévisions de croissance qui

affectent de façon radicale les perspectives d'avenir en matière d'impôts sur le revenu et de dépenses gouvernementales.

La stagflation des années 70 a fortement ébranlé la Révolution Keynésienne, conduisant à une contre-révolution néoclassique menée par Lucas (1981), qui a transformé la macroéconomie. La renaissance inattendue de la croissance américaine des années 90 possède un potentiel lui permettant également de modifier les perspectives économiques. En fait ceci laisse déjà présager tout un flux d'excellent livres sur l'économie des technologies de l'information⁴⁹. Nous sommes les heureux bénéficiaires d'un nouvel ordre du jour en matière de recherche économique, qui pourrait rafraîchir notre pensée et revitaliser notre discipline.

REFERENCES

Acemoglu, Daron, "Technical Change, Inequality, and the Labor Market," Cambridge, MA: Department of Economics, Massachusetts Institute of Technology, July 2000.

Baily, Martin N., and Gordon, Robert J., "The Productivity Slowdown, Measurement Issues, and the Explosion of Computer Power," Brookings Papers on Economic Activity, 1988, 2, pp. 347-420.

Berndt, Ernst R., The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary, Reading, MA: Addison-Wesley, 1991.

Bosworth, Barry P., and Triplett, Jack E., "What's New About the New Economy? IT, Growth and Productivity," Washington, DC: The Brookings Institution, October 20, 2000.

Brynjolfsson, Erik, and Hitt, Lorin M., "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance," Journal of Economic Perspectives, 14(4), Fall 2000, pp. 23-48.

Brynjolfsson, Erik, and Kahin, Brian, Understanding the Digital Economy, Cambridge, MA: The MIT Press, 2000.

Brynjolfsson, Erik, and Yang, Shinkyu, "Information Technology and Productivity: A Review of the Literature," Advances in Computers, 43(1), February 1996, pp. 179-214.

Bureau of Labor Statistics, Trends in Multifactor Productivity, 1948-1981, Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1983.

Campbell, John Y., and Shiller, Robert J., "Valuation Ratios and the Long-run Stock Market Outlook," Journal of Portfolio Management, 24(2), Winter 1998, pp. 11-26.

Chandler, Alfred D., Jr., "The Information Age in Historical Perspective," in Alfred D. Chandler and James W. Cortada, A Nation Transformed by Information: How Information Has Shaped the United States from Colonial Times to the Present, New York, Oxford University Press, 2000, pp. 3-38.

Choi, Soon-Yong, and Whinston, Andrew B. The Internet Economy: Technology and Practice, Austin, TX: SmartEcon Publishing, 2000.

Chow, Gregory C., "Technological Change and the Demand for Computers," American Economic Review, 57(5), December 1967, pp. 1117-30.

Christensen, Clayton M., The Innovator's Dilemma, Boston, Harvard Business School Press, 1997.

Cole, Rosanne, Chen, Y.C., Barquin-Stolleman, Joan A., Dulberger, Ellen R. Helvacian, Nurthan, and Hodge, James H., "Quality-Adjusted Price Indexes for Computer Processors and Selected Peripheral Equipment," Survey of Current Business, 66(1), January 1986, pp. 41-50.

Congressional Budget Office, The Budget and Economic Outlook: An Update, Washington, DC: U.S. Government Printing Office, July 2000.

Council of Economic Advisers, Annual Report, Washington, DC: U.S. Government Printing Office, February 2000.

David, Paul A., "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Productivity Paradox," American Economic Review, 80(2), May 1990, pp. 355-61.

_____, "Understanding Digital Technology's Evolution and the Path of Measured Productivity Growth: Present and Future in the Mirror of the Past," in Brynjolfsson and Kahin (2000), pp. 49-98.

Denison, Edward F., "Theoretical Aspects of Quality Change, Capital Consumption, and Net Capital Formation," in Conference on Research in Income and Wealth, Problems of Capital Formation, Princeton, NJ: Princeton University Press, 1957, 215-61.

_____, Estimates of Productivity Change by Industry, Washington, DC: Brookings Institution Press, 1989.

_____, "Robert J. Gordon's Concept of Capital," Review of Income and Wealth, 39(1), March 1993, pp. 89-102.

Diewert, W. Erwin, "Exact and Superlative Index Numbers," Journal of Econometrics, 4(2), May 1976, pp. 115-46.

Diewert, W. Erwin, and Lawrence, Denis A., "Progress in Measuring the Price and Quantity of Capital," in Lau (2000), pp. 273-326.

Domar, Evsey, "On the Measurement of Technological Change," *Economic Journal*, 71(284), December 1961, pp. 709-29.

Dulberger, Ellen R., "The Application of a Hedonic Model to a Quality-Adjusted Price Index for Computer Processors," in Jorgenson and Landau (1989), pp. 37-76.

_____, "Sources of Decline in Computer Processors: Selected Electronic Components," in Murray F. Foss, Marilyn E. Manser, and Allan H. Young, eds., Price Measurements and Their Uses, Chicago: University of Chicago Press, 1993, pp. 103-24.

Economics and Statistics Administration, Digital Economy 2000, Washington, DC: U.S. Department of Commerce, June 2000.

Fisher, Irving, The Making of Index Numbers, Boston: Houghton-Mifflin, 1922.

Flamm, Kenneth, "Technological Advance and Costs: Computers versus Communications," in Robert C. Crandall and Kenneth Flamm, eds., Changing the Rules: Technological Change, International Competition, and Regulation in Communications, Washington, DC: Brookings Institution Press, 1989, pp. 13-61.

_____, Mismanaged Trade? Strategic Policy and the Semiconductor Industry, Washington, DC: Brookings Institution Press, 1996.

Fraumeni, Barbara M., "The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Product Accounts," Survey of Current Business, 77(7), July 1997, pp. 7-23.

Gollop, Frank M., "The Cost of Capital and the Measurement of Productivity," in Lau (2000), pp. 85-110.

Gordon, Robert J., "The Postwar Evolution of Computer Prices," in Jorgenson and Landau (1989), pp. 77-126.

_____, The Measurement of Durable Goods Prices, Chicago, University of Chicago Press, 1990.

_____, "Foundations of the Goldilocks Economy: Supply Shocks and the Time-Varying NAIRU," Brookings Papers on Economic Activity, 1998, 2, pp. 297-333.

_____, "Does the 'New Economy' Measure Up to the Great Inventions of the Past," Journal of Economic Perspectives, 14(4), Fall 2000, pp. 49-74.

Greenspan, Alan, "Challenges for Monetary Policy-Makers," Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve System, October 19, 2000.

Greenwood, Jeremy, Hercowitz, Zvi, and Krusell, Per, "Long-run Implications of Investment-specific Technological Change," American Economic Review, 87(3), June 1997, pp. 342-62.

_____, _____, and _____, "The Role of Investment-specific Technological Change in the Business Cycle," European Economic Review, 44(1), January 2000, pp. 91-115.

Griliches, Zvi, "Productivity, R&D, and the Data Constraint," American Economic Review, 94(2), March 1994, pp. 1-23.

Grimm, Bruce T., "Quality Adjusted Price Indexes for Digital Telephone Switches," Washington, DC: Bureau of Economic Analysis, May 20, 1997.

_____, "Price Indexes for Selected Semiconductors: 1974-96," Survey of Current Business, February 1998, 78(2), pp. 8-24.

Grove, Andrew S., Only the Paranoid Survive: How to Exploit the Crisis Points that Challenge Every Company, New York, Doubleday, 1996.

Gullickson, William, and Harper, Michael J., "Possible Measurement Bias in Aggregate Productivity Growth," Monthly Labor Review, 122(2), February 1999, pp. 47-67.

Hall, Robert E., "e-Capital: The Link between the Stock Market and the Labor Market in the 1990's," Brookings Papers on Economic Activity, 2000, 2, forthcoming.

Harberger, Arnold C., "A Vision of the Growth Process," American Economic Review, 88(1), March 1998, pp. 1-32.

Hayashi, Fumio, "The Cost of Capital, Q, and the Theory of Investment Demand," in Lau (2000), pp. 55-84.

Hecht, Jeff, City of Light, New York: Oxford University Press, 1999a.

Helpman, Elhanan, and Trajtenberg, Manuel, "Diffusion of General Purpose Technologies," in Elhanan Helpman, ed., General Purpose Technologies and Economic Growth, Cambridge, MA: The MIT Press, pp. 85-120.

Hercowitz, Zvi, "The 'Embodiment' Controversy: A Review Essay," Journal of Monetary Economics, 41(1), February 1998, pp. 217-24.

Herman, Shelby W., "Fixed Assets and Consumer Durable Goods for 1925-99," Survey of Current Business, 80(9), September 2000, pp. 19-30.

Ho, Mun S., and Jorgenson, Dale W., "The Quality of the U.S. Workforce, 1948-99," Cambridge, MA: Department of Economics, Harvard University, 2000.

Hulten, Charles R., "Total Factor Productivity: A Short Biography," in Charles R. Hulten, Edwin R. Dean, and Michael J. Harper, eds., New Developments in Productivity Analysis, Chicago, University of Chicago Press, 2001, forthcoming.

International Technology Roadmap for Semiconductors, 2000 Update, Austin, TX: Sematech Corporation, December 2000.

Irwin, Douglas A., and Klenow, Peter J., "Learning-by-Doing Spillovers in the Semiconductor Industry," Journal of Political Economy, 102(6), December 1994, pp. 1200-27.

Jorgenson, Dale W., Postwar U.S. Economic Growth, Cambridge, MA: The MIT Press, 1996.

_____, Capital Theory and Investment Behavior, Cambridge, MA: The MIT Press, 1997.

_____, Econometrics and Producer Behavior, Cambridge, MA: The MIT Press, 2000.

Jorgenson, Dale W., Gollop, Frank M., and Fraumeni, Barbara M., Productivity and U.S. Economic Growth, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.

Jorgenson, Dale W., and Griliches, Zvi, "The Explanation of Productivity Change," in Jorgenson (1996), pp. 51-98.

Jorgenson, Dale W., and Landau, Ralph, eds., Technology and Capital Formation, Cambridge, MA: The MIT Press, 1989.

Jorgenson, Dale W., and Stiroh, Kevin J., "Computers and Growth," Economics of Innovation and New Technology, 3(3-4), 1995, pp. 295-316.

_____ and _____, "Information Technology and Growth," American Economic Review, 89(2), May 1999, pp. 109-15.

_____ and _____, "U.S. Economic Growth and the Industry Level," American Economic Review, 90(2), May 2000a, pp. 161-7.

_____ and _____, "Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age," Brookings Papers on Economic Activity, 2000b, 1, pp. 125-211.

Jorgenson, Dale W., and Yun, Kun-Young, Tax Reform and the Cost of Capital, New York: Oxford University Press, 1991.

_____ and _____, Lifting the Burden: Tax Reform, the Cost of Capital, and U.S. Economic Growth, Cambridge, MA: The MIT Press, 2001.

Katz, Lawrence F., "Technological Change, Computerization, and the Wage Structure," in Brynjolfsson and Kahin (2000), pp. 217-44.

Katz, Lawrence F., and Krueger, Alan, "The High-Pressure U.S. Labor Market of the 1990's," Brookings Papers on Economic Activity, 1999, 1, pp. 1-87.

Kiley, Michael T., "Computers and Growth with Costs of Adjustment: Will the Future Look Like the Past?" Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve System, July 1999.

Konus, A. A., and Byushgens, S. S., "On the Problem of the Purchasing Power of Money," Economic Bulletin of the Conjecture Institute, Supplement, 1926, pp. 151-72.

Landefeld, J. Steven, and Parker, Robert P., "BEA's Chain Indexes, Time Series, and Measures of Long-Term Growth," Survey of Current Business, 77(5), May 1997, pp. 58-68.

Lau, Lawrence J., ed., Econometrics and the Cost of Capital, Cambridge, MA: The MIT Press, 2000.

Lucas, Robert E., Jr., "Adjustment Costs and the Theory of Supply," Journal of Political Economy, 75(4), part 1, August 1967, pp. 321-34.

_____, Studies in Business-Cycle Theory, Cambridge, MA: The MIT Press, 1981.

Moore, Gordon E., "Cramming More Components onto Integrated Circuits," Electronics, 38(8), April 19, 1965, pp. 114-7.

_____, "Intel -- Memories and the Microprocessor," Daedalus, 125(2), Spring 1996, pp. 55-80.

_____, "An Update on Moore's Law," Santa Clara, CA: Intel Corporation, September 30, 1997.

Moulton, Brent R., "Improved Estimates of the National Income and Product Accounts for 1929-99: Results of the Comprehensive Revision," Survey of Current Business, 80(4), April 2000, pp. 11-7, 36-145.

Organisation for Economic Co-operation and Development, A New Economy? Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2000.

Oliner, Stephen D., and Sichel, Daniel E., "Computers and Output Growth Revisited: How Big is the Puzzle?" Brookings Papers on Economic Activity, 1994, 2, pp. 273-317.

_____ and _____, "The Resurgence of Growth in the Late 1990's: Is Information Technology the Story?" Journal of Economic Perspectives, 14(4), Fall 2000, 3-22.

Parker, Robert P., and Grimm, Bruce T., "Recognition of Business and Government Expenditures on Software as Investment: Methodology and Quantitative Impacts, 1959-98," Washington, DC: Bureau of Economic Analysis, November 14, 2000.

Petzold, Charles, Code: The Hidden Language of Computer Hardware and Software, Redmond, WA: Microsoft Press, 1999.

Rashad, Rick, "The Future -- It Isn't What It Used to Be," Seattle, WA: Microsoft Research, May 3, 2000.

Ruttan, Vernon W., "The Computer and Semiconductor Industries," Technology, Growth, and Development, New York: Oxford University Press, 2001, pp. 316-67.

Schreyer, Paul, "The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: A Study of the G7 Countries," Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, May 23, 2000.

Shapiro, Carl, and Varian, Hal R., Information Rules, Boston: Harvard Business School Press, 1999.

Shiller, Robert, Irrational Exuberance, Princeton, NJ: Princeton University Press, 2000.

Solow, Robert M., "Technical Change and the Aggregate Production Function," Review of Economics and Statistics, 39(3), August 1957, pp. 312-20.

_____, "Investment and Technical Progress," in Kenneth J. Arrow, Samuel Karlin, and Patrick Suppes, Mathematical Methods in the Social Sciences, 1959, Stanford, CA: Stanford University Press, 1960, pp. 89-104.

_____, "We'd Better Watch Out," New York Review of Books, July 12, 1987.

Stiroh, Kevin J. "Computers, Productivity, and Input Substitution," Economic Inquiry, 36(2), April 1998, pp. 175-91.

_____, "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Does the Industry Data Say?" New York, NY: Federal Reserve Bank of New York, December 2000.

Tobin, James, "A General Equilibrium Approach to Monetary Theory," Journal of Money, Credit and Banking, 1(1), February 1969, pp. 15-29.

Triplett, Jack E., "The Economic Interpretation of Hedonic Methods," Survey of Current Business, 66(1), January 1986, pp. 36-40.

_____, "Price and Technological Change in a Capital Good: Survey of Research on Computers," in Jorgenson and Landau (1989), pp. 127-213.

_____, "High-tech Industry Productivity and Hedonic Price Indices," in Organisation for Economic Co-operation and Development, Industry

Productivity, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1996, pp. 119-42.

_____, "The Solow Productivity Paradox: What Do Computers Do to Productivity?" Canadian Journal of Economics, 32(2), April 1999, pp. 309-34.

Whelan, Karl, "Computers, Obsolescence, and Productivity," Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve System, September 1999.

Wolfe, Tom, "Two Men Who Went West," Hooking Up, New York: Farrar, Straus, and Giroux, 2000, pp. 17-65.

Wykoff, Andrew W., "The Impact of Computer Prices on International Comparisons of Productivity," Economics of Innovation and New Technology, 3(3-4), 1995, pp. 277-93.

Young, Allan, "BEA's Measurement of Computer Output," Survey of Current Business, 69(7), July 1989, pp. 108-15.

* Département des Sciences Economiques, Université de Harvard, 122 Littauer Center, Cambridge, MA 02138-3001. Je tiens à remercier pour son soutien financier le Programme de Politique Technologique et Economique de l'Université de Harvard. Je tiens également à remercier :

- Kevin J. Stiroh pour avoir participé à mes recherches et pour m'avoir apporté de précieux commentaires,
- Jon Samuels pour m'avoir si admirablement assisté dans mes recherches,
- Mun S. Ho pour m'avoir fourni les données sur le travail ainsi que des conseils très utiles,
- J. Steven Landefeld, Clinton McCully et David Wasshausen du Bureau d'Analyse Economique pour avoir fourni des données précieuses en matière informatique,

-
- Mes collègues, bien trop nombreux pour pouvoir tous les citer, pour m'avoir apporté des suggestions et des conseils utiles.

A tous, je leur suis redevable mais je n'engage que ma seule responsabilité pour les insuffisances éventuelles.

¹ Voir *Congressional Budget Office* (2000) sur les prévisions officielles et *Economics and Statistics Administration* (2000), P.60, sur les prévisions indépendantes.

² Gordon (1998, 2000) ; Borsworth and Triplett (2000)

³ Greenspan (2000)

⁴⁴ Concernant Bardeen, Brattain et Shockley, voir :

<http://www.nobel.se/physics/laureates/1956/>.

⁵ Petzold (2000) fournit des références générales sur les ordinateurs et les logiciels.

⁶ Concernant Kilby, voir : <http://www.nobel.se/physics/laureates/2000/>. Concernant Noyce, voir : Wolfe (2000), p. 17-65.

⁷ Moore (1965). Ruttan (2001), p. 316-367, fournit des références générales sur l'économie des semi-conducteurs et des ordinateurs. Concernant la technologie des semi-conducteurs, voir : <http://euler.berkeley.edu/~esrc/csm>

⁸ Moore (1997).

⁹ Moore (1996)

¹⁰ Concernant *the International Technology Roadmap for Semiconductors* (2000), voir : <http://public.itrs.net/>.

¹¹ Voir Landefeld et Parker (1997)

¹² Voir Moore (1996).

¹³ De plus amples informations sont données par Berndt (1991), P.102-149.

¹⁴ Denison a cité son article paru en 1957 : « Aspects Théoriques de la Modification de la Qualité, de la Consommation des Capitaux et de la Formation du Capital Net », en tant que déclaration définitive sur la position traditionnelle du BEA.

¹⁵ Choi et Whinston (2000) fournissent des références générales sur Internet. Concernant les indicateurs Internet, voir : <http://www.internetindicators.com/>.

¹⁶ Rashad (2000) caractérise ceci comme la « mort » de la Loi de Moore. Hecht (1999) décrit la technologie DWDM et fournit des références générales sur l'optique de fibres.

¹⁷ Moulton (2000) explique la 11^{ème} révision complète de NIPA et la mise à jour de 1999.

¹⁸ Voir Chandler (2000), Tableau 1.1., p.26

¹⁹ Voir Jorgenson et Stiroh (2000b), Annexe A, pour de plus amples informations sur les estimations de production.

²⁰ Voir Jorgenson et Stiroh (2000b), Annexe B, pour de plus amples informations sur les estimations de capital.

²¹ Jorgenson (2000) présente un modèle de capital en tant que facteur de production. BLS (1983) décrit la version de ce modèle utilisée dans les statistiques officielles sur la productivité. Pour une mise à jour récente, voir : <http://www.bls.gov/news.release/prd3.nr0.htm>. Hulten (2001) fait une analyse des documents disponibles.

²² Jorgenson et Yun (1991), p. 7

²³ Jorgenson et Stiroh (1995), p. 300-303.

²⁴ Lau (2000) effectue des recherches sur les applications du coût du capital.

²⁵ Voir, à titre d'illustration, Jorgenson, Gollop et Fraumeni (1987), p.40-9, et Jorgenson et Griliches (1996).

²⁶ Jorgenson et Stiroh (2000b), le Tableau B4, p. 196-7 présente les taux d'amortissement utilisés dans cette étude. Fraumeni (1997) décrit les taux d'amortissement utilisés dans les NIPA. Jorgenson (2000) effectue des recherches sur les études empiriques relatives à la dépréciation.

²⁷ Voir Jorgenson et Yun (2001) Diewert et Lawrence (2000) étudient les mesures du prix et du volume du capital.

²⁸ Voir Jorgenson et Stiroh (2000b), Annexe C, pour de plus amples informations sur les estimations relatives au facteur travail. Gollop (2000) examine les mesures du volume de travail.

²⁹ La frontière des possibilités de production a été initiée dans la mesure de la productivité par Jorgenson (1996), pages 27 à 28.

³⁰ Les services de biens durables aux gouvernements et aux ménages sont inclus à la fois dans les inputs et dans les produits.

³¹ Whelan (1999) utilise également le concept de la transposition de Solow.

³² Voir, par exemple, Campbell et Shiller (1998).

³³ Bosworth et Triplett (2000) comparent les résultats de Jorgenson et Stiroh (2000b) avec ceux de Oliner et Sichel (2000).

³⁴ L'approche duale est présentée par Jorgenson, Gollop et Fraumeni (1987) pages 53 à 63.

³⁵ Dulberger (1993), Triplett (1996) et Oliner et Sichel (2000) présentent des modèles des relations entre les industries informatiques et les industries des semi-conducteurs.

³⁶ Voir Jorgenson, Gollop et Fraumeni (1987), pages 63 à 66, 301 à 322.

³⁷ Katz et Krueger (1999) analysent la performance récente du marché du travail américain.

³⁸ Stiroh (2000) montre que la croissance de la productivité moyenne du travail est concentrée dans les industries produisant et utilisant des TI.

³⁹ Gestion de l'Economie et des Statistiques (2000), Tableau 3.1, page 23, fournit une liste des industries produisant des TI.

⁴⁰ Baily et Gordon (1988).

⁴¹ Voir également David (1990) et Gordon (2000).

⁴² Griliches (1994), Brynjolfsson et Yang (1996) ainsi que Triplett abordent le Paradoxe Solow.

⁴³ Campbell et Shiller (1998) et Shiller (2000) abordent les valeurs des capitaux propres et les perspectives de croissance. Kiley (1999), Brynjolfsson et Hitt (2000) ainsi que Hall (2000) présentent des modèles d'investissement avec des coûts d'ajustement internes.

⁴⁴ Acemoglu (2000) et Katz (2000) étudient la documentation sur les marchés du travail et les changements technologiques.

⁴⁵ Voir, par exemple, Grove (1996) concernant le marché des ordinateurs et des semi-conducteurs, et Christensen (1997) concernant le marché des dispositifs à mémoire.

⁴⁶ Irwin et Klenow (1994), Flamm (1996), pages 305 à 424, et Helpman et Trajtenberg (1998), pages 111 à 119, présentent des modèles de l'industrie des semi-conducteurs.

⁴⁷ Le rôle des technologies de l'information dans la croissance économique américaine est abordé par The Economics and Statistics Administration (2000) ; les comparaisons faites entre pays de l'OCDE sont fournies par l'Organisation pour la Coopération et le Développement Economique (2000).

⁴⁸ L'intervalle de mesure entre les Etats Unis et les autres pays de l'OCDE a été tout d'abord identifié par Wykoff (1995). Schreyer (2000) a fait les premiers pas pour combler cet intervalle.

⁴⁹ Voir par exemple Shapiro et Varian (1999), Brynjolfsson et Kahin (2000), et Choi et Whinston (2000).

Tableau 1: Produits des Technologies de l'Information et Produit Intérieur Brut

Année	Ordinateur		Logiciels		Communications		Services TI		Total TI		PIB	
	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Prix
1948					1,8	0,81	0,4	3,26	2,3	2,47	307,7	0,19
1949					1,7	0,81	0,4	2,19	2,0	2,29	297,0	0,18
1950					1,9	0,83	0,6	2,38	2,5	2,38	339,0	0,19
1951					2,2	0,86	0,8	2,30	3,0	2,43	370,6	0,19
1952					2,7	0,84	1,1	2,50	3,9	2,43	387,4	0,19
1953					3,0	0,80	1,5	2,56	4,5	2,38	418,2	0,20
1954					2,7	0,81	1,3	1,86	3,9	2,15	418,3	0,20
1955					3,0	0,81	1,8	2,25	4,7	2,30	461,3	0,20
1956					3,7	0,82	2,0	2,27	5,7	2,33	484,7	0,21
1957					4,3	0,85	1,9	1,79	6,2	2,22	503,6	0,21
1958					3,8	0,86	2,1	1,84	5,9	2,25	507,2	0,22
1959	0,0	662,98			4,7	0,86	2,7	2,14	7,4	2,37	551,9	0,22
1960	0,2	662,98	0,1	0,58	5,1	0,84	2,8	1,99	8,2	2,28	564,9	0,22
1961	0,3	497,23	0,2	0,59	5,6	0,82	2,8	1,88	9,0	2,19	581,8	0,22
1962	0,3	350,99	0,2	0,59	6,2	0,82	3,3	1,99	10,0	2,20	623,3	0,22
1963	0,8	262,69	0,5	0,59	6,2	0,81	3,3	1,81	10,8	2,08	666,9	0,23
1964	1,0	218,30	0,6	0,57	6,9	0,79	3,6	1,76	12,1	2,01	726,5	0,24
1965	1,3	179,45	0,9	0,58	8,1	0,78	4,7	1,99	15,0	2,03	795,1	0,25
1966	1,9	126,16	1,2	0,54	9,7	0,76	5,2	1,85	18,0	1,88	871,3	0,25
1967	2,1	102,41	1,5	0,58	10,7	0,76	5,0	1,50	19,3	1,75	918,2	0,26
1968	2,1	87,48	1,6	0,58	11,6	0,78	5,4	1,40	20,7	1,71	973,0	0,26
1969	2,7	79,16	2,3	0,63	13,0	0,79	5,8	1,31	23,8	1,70	1 045,8	0,27
1970	3,0	71,13	3,1	0,70	14,4	0,81	6,7	1,34	27,1	1,73	1 105,2	0,29
1971	3,1	54,17	3,2	0,69	14,7	0,83	8,1	1,47	29,0	1,73	1 178,8	0,30
1972	3,9	43,67	3,7	0,70	15,6	0,85	9,0	1,48	32,2	1,72	1 336,2	0,32
1973	3,9	41,39	4,3	0,72	18,2	0,86	12,1	1,78	38,4	1,82	1 502,5	0,34
1974	4,3	33,80	5,3	0,77	19,9	0,90	10,9	1,45	40,4	1,73	1 605,9	0,37
1975	4,0	31,27	6,6	0,83	21,3	0,96	12,0	1,46	43,9	1,79	1 785,8	0,41
1976	4,9	26,12	7,1	0,85	23,8	0,98	14,2	1,58	50,0	1,83	2 017,5	0,44
1977	6,3	22,72	7,5	0,87	28,1	0,97	22,5	2,28	64,4	2,02	2 235,7	0,46
1978	8,5	15,44	9,2	0,90	32,7	0,99	20,3	1,86	70,6	1,85	2 517,7	0,49
1979	11,4	12,81	11,9	0,94	38,4	1,02	26,5	2,18	88,2	1,92	2 834,9	0,54
1980	14,0	9,97	14,5	1,00	43,9	1,07	23,5	1,73	95,9	1,80	2 964,5	0,57
1981	19,2	8,75	17,8	1,08	48,6	1,13	22,4	1,46	108,0	1,76	3 285,2	0,62
1982	22,0	7,80	21,1	1,12	50,9	1,17	25,6	1,49	119,5	1,77	3 445,4	0,66
1983	28,8	6,44	24,9	1,13	55,0	1,17	29,5	1,50	138,1	1,71	3 798,8	0,70
1984	37,4	5,24	30,4	1,15	62,9	1,18	33,3	1,44	163,9	1,63	4 288,1	0,74
1985	39,6	4,48	35,2	1,15	69,9	1,17	38,5	1,44	183,1	1,57	4 542,6	0,75
1986	45,9	4,45	38,5	1,13	72,7	1,17	42,7	1,36	199,7	1,54	4 657,4	0,74
1987	48,6	3,93	43,7	1,14	74,9	1,15	50,3	1,37	217,5	1,50	5 078,1	0,78
1988	54,1	3,72	51,2	1,15	82,1	1,14	59,3	1,40	246,7	1,48	5 652,0	0,83
1989	56,9	3,52	61,4	1,13	85,1	1,13	63,0	1,31	266,3	1,43	5 988,8	0,85
1990	52,4	3,09	69,3	1,12	86,5	1,12	68,5	1,28	276,6	1,38	6 284,9	0,88
1991	52,6	2,85	78,2	1,13	83,9	1,12	67,5	1,13	282,2	1,32	6 403,3	0,90
1992	54,9	2,44	83,9	1,06	88,1	1,11	77,3	1,15	304,1	1,27	6 709,9	0,92
1993	54,8	2,02	95,5	1,06	92,6	1,09	84,7	1,11	327,6	1,21	6 988,8	0,93
1994	57,6	1,80	104,6	1,04	102,6	1,07	96,6	1,12	361,4	1,17	7 503,9	0,96
1995	70,5	1,41	115,7	1,03	112,4	1,03	108,7	1,10	407,2	1,11	7 815,3	0,97
1996	78,3	1,00	131,0	1,00	120,1	1,00	115,1	1,00	444,5	1,00	8 339,0	1,00
1997	86,0	0,73	158,1	0,97	131,5	0,98	123,0	0,90	498,7	0,91	9 009,4	1,04
1998	86,9	0,53	193,3	0,94	140,4	0,95	131,9	0,79	552,5	0,82	9 331,1	1,03
1999	92,4	0,39	241,2	0,94	158,1	0,92	140,9	0,69	632,6	0,75	9 817,4	1,04

Remarques : Les valeurs sont exprimées en milliards de dollars courants. Les prix sont normalisés par rapport à la valeur 1 en 1996.

Les produits des technologies de l'information représentent le produit intérieur brut par type de produit.

Tableau 2: Taux de Croissance de la Production et des Facteurs de Production

	1990-95		1995-99	
	Prix	Volume	Prix	Volume
Production				
Produit Intérieur Brut	1,99	2,36	1,62	4,08
Technology de l'Information	-4,42	12,15	-9,74	20,75
Ordinateurs	-15,77	21,71	-32,09	38,87
Logiciels	-1,62	11,86	-2,43	20,80
Matériels de communication	-1,77	7,01	-2,90	11,42
Services des Technologies de l'Information	-2,95	12,19	-11,76	18,24
Investissement Hors Technologies de l'Information	2,15	1,22	2,20	4,21
Utilisation de Produits et Services Hors Technologie de l'Information	2,35	2,06	2,31	2,79
Facteurs de Production				
Revenu Intérieur Brut	2,23	2,13	2,36	3,33
Services de Capital des Technologies de l'Information	-2,70	11,51	-10,46	19,41
Services de Capital des Ordinateurs	-11,71	20,27	-24,81	36,36
Services de Capital Logiciel	-1,83	12,67	-2,04	16,30
Services de Capital Matériel de Communication	2,18	5,45	-5,90	8,07
Services de Capital Hors Technologies de l'Information	1,53	1,72	2,48	2,94
Services de Travail	3,02	1,70	3,39	2,18

Remarques : Taux de croissance en pourcentage annuel moyen.

Tableau 3: Stock de Capital des Technologies de l'Information et Actif Corporel National

Année	Ordinateur		Logiciels		Communications		Total TI		Total Actif Corporel National	
	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Value	Price
1948					4,7	0,81	4,7	1,37	711,7	0,13
1949					5,9	0,82	5,9	1,37	750,5	0,13
1950					7,3	0,84	7,3	1,41	824,5	0,13
1951					9,0	0,87	9,0	1,46	948,1	0,14
1952					10,6	0,84	10,6	1,41	1 017,5	0,14
1953					12,2	0,81	12,2	1,36	1 094,9	0,15
1954					13,7	0,81	13,7	1,37	1 146,9	0,15
1955					15,2	0,81	15,2	1,36	1 238,4	0,15
1956					17,5	0,82	17,5	1,38	1 373,2	0,16
1957					20,7	0,86	20,7	1,44	1 494,1	0,17
1958					22,5	0,86	22,5	1,45	1 562,3	0,17
1959	0,2	752,87	0,1	0,54	24,7	0,86	25,0	1,45	1 655,7	0,18
1960	0,2	752,87	0,1	0,54	26,5	0,84	26,8	1,42	1 755,3	0,18
1961	0,5	564,66	0,3	0,55	28,8	0,83	29,5	1,39	1 854,8	0,18
1962	0,6	398,58	0,4	0,55	31,7	0,83	32,7	1,38	1 982,7	0,19
1963	1,1	298,31	0,8	0,56	33,8	0,81	35,7	1,34	2 088,5	0,19
1964	1,6	247,90	1,1	0,55	36,4	0,79	39,1	1,31	2 177,3	0,19
1965	2,2	203,79	1,6	0,55	40,0	0,78	43,8	1,28	2 315,4	0,20
1966	2,9	143,27	2,3	0,52	44,5	0,76	49,7	1,22	2 512,1	0,20
1967	3,7	116,30	3,2	0,56	50,8	0,77	57,6	1,22	2 693,3	0,21
1968	4,3	99,34	3,8	0,56	57,7	0,79	65,7	1,23	2 986,0	0,22
1969	5,3	89,90	5,1	0,61	65,4	0,80	75,7	1,25	3 319,1	0,24
1970	6,2	80,77	7,0	0,68	74,4	0,83	87,5	1,29	3 595,0	0,25
1971	6,3	61,52	7,9	0,67	82,1	0,84	96,3	1,28	3 922,6	0,26
1972	7,3	49,59	9,1	0,67	90,6	0,86	107,0	1,29	4 396,8	0,28
1973	8,6	47,00	10,7	0,69	99,9	0,88	119,2	1,31	4 960,3	0,31
1974	9,1	38,38	13,2	0,75	112,8	0,91	135,0	1,35	5 391,6	0,32
1975	9,7	35,51	16,3	0,80	128,7	0,98	154,6	1,43	6 200,5	0,36
1976	10,4	29,66	18,3	0,82	142,1	1,01	170,7	1,45	6 750,0	0,38
1977	12,4	25,81	20,4	0,84	152,3	0,99	185,1	1,42	7 574,4	0,41
1978	14,1	17,46	23,5	0,87	171,8	1,02	209,4	1,42	8 644,9	0,46
1979	19,3	14,47	28,7	0,91	195,0	1,04	243,0	1,43	9 996,7	0,51
1980	24,2	11,27	35,3	0,97	225,7	1,09	285,2	1,47	11 371,0	0,56
1981	33,6	9,90	43,6	1,04	260,9	1,15	338,1	1,53	13 002,5	0,63
1982	42,4	8,84	52,0	1,08	290,0	1,19	384,3	1,55	13 964,7	0,66
1983	52,6	7,32	60,6	1,09	314,3	1,20	427,5	1,53	14 526,0	0,68
1984	66,2	5,95	72,3	1,11	344,8	1,20	483,3	1,50	15 831,0	0,71
1985	77,7	5,08	84,2	1,11	375,0	1,20	537,0	1,46	17 548,6	0,77
1986	86,0	4,34	94,9	1,10	404,3	1,18	585,1	1,41	18 844,3	0,80
1987	94,1	3,71	108,5	1,11	434,8	1,17	637,4	1,37	20 216,2	0,84
1988	107,2	3,45	125,2	1,12	467,7	1,16	700,0	1,35	21 880,1	0,89
1989	121,0	3,23	144,4	1,11	499,7	1,15	765,1	1,33	23 618,7	0,93
1990	122,3	2,89	165,2	1,10	527,1	1,14	814,5	1,29	24 335,1	0,94
1991	124,6	2,58	189,9	1,10	548,3	1,13	862,8	1,27	24 825,7	0,95
1992	128,2	2,17	203,8	1,04	569,7	1,11	901,7	1,21	25 146,8	0,95
1993	135,6	1,82	231,8	1,05	589,5	1,10	956,9	1,17	25 660,4	0,95
1994	150,4	1,61	255,8	1,02	612,8	1,07	1 019,0	1,13	26 301,0	0,95
1995	170,3	1,33	286,7	1,03	634,1	1,03	1 091,1	1,07	27 858,4	0,98
1996	181,6	1,00	318,1	1,00	659,3	1,00	1 158,9	1,00	29 007,9	1,00
1997	198,7	0,76	365,2	0,97	695,8	0,98	1 259,7	0,94	30 895,3	1,04
1998	210,0	0,55	431,2	0,95	730,9	0,94	1 372,1	0,87	32 888,5	1,07
1999	232,4	0,41	530,6	0,95	778,5	0,90	1 541,5	0,81	35 406,9	1,11

Remarques : Les valeurs sont exprimées en milliards de dollars courants. Les prix sont normalisés par rapport à la valeur 1 en 1996. L'actif corporel national comprend l'actif immobilisé et les biens durables et fonciers et les stocks des consommateurs.

Tableau 4: Services de Capital des Technologies de l'Information et Revenu Intérieur Brut

Année	Ordinateur		Logiciels		Communications		Total TI		RIB	
	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Price
1948					1,7	1,20	1,7	4,31	307,7	0,14
1949					1,3	0,79	1,3	2,83	297,0	0,14
1950					1,8	0,91	1,8	3,27	339,0	0,15
1951					2,1	0,90	2,1	3,21	370,6	0,15
1952					2,6	0,94	2,6	3,36	387,4	0,15
1953					3,2	0,96	3,2	3,46	418,2	0,15
1954					2,7	0,70	2,7	2,49	418,3	0,15
1955					3,6	0,85	3,6	3,05	461,3	0,16
1956					4,2	0,87	4,2	3,12	484,7	0,17
1957					3,7	0,68	3,7	2,44	503,6	0,17
1958					4,1	0,68	4,1	2,45	507,2	0,17
1959	0,2	444,36	0,1	0,63	5,2	0,80	5,5	2,87	551,9	0,18
1960	0,2	433,59	0,1	0,62	5,4	0,75	5,6	2,68	564,9	0,18
1961	0,3	637,21	0,1	0,58	5,6	0,71	6,0	2,59	581,8	0,18
1962	0,4	508,68	0,2	0,62	6,6	0,76	7,2	2,71	623,3	0,19
1963	0,6	311,81	0,3	0,58	6,5	0,67	7,3	2,34	666,9	0,20
1964	0,8	211,28	0,4	0,60	7,1	0,67	8,3	2,26	726,5	0,21
1965	1,3	182,17	0,6	0,59	9,1	0,78	11,0	2,52	795,1	0,22
1966	2,2	173,57	1,0	0,64	9,6	0,73	12,8	2,40	871,3	0,23
1967	2,3	110,97	1,1	0,50	9,8	0,66	13,2	2,01	918,2	0,23
1968	2,6	87,05	1,6	0,60	10,2	0,61	14,5	1,86	973,0	0,24
1969	2,8	68,23	1,7	0,52	11,3	0,61	15,8	1,76	1 045,8	0,25
1970	3,6	65,38	2,3	0,56	13,3	0,65	19,1	1,83	1 105,2	0,26
1971	5,2	72,48	3,7	0,77	14,9	0,67	23,9	1,99	1 178,8	0,27
1972	4,9	48,57	4,0	0,71	16,6	0,69	25,4	1,85	1 336,2	0,30
1973	4,4	33,06	4,5	0,71	22,8	0,88	31,7	2,04	1 502,5	0,32
1974	6,6	38,82	5,1	0,70	20,3	0,72	32,0	1,84	1 605,9	0,34
1975	5,9	28,43	6,7	0,80	23,2	0,77	35,7	1,85	1 785,8	0,37
1976	6,6	26,07	7,7	0,81	25,0	0,78	39,2	1,84	2 017,5	0,41
1977	7,0	20,69	8,4	0,82	41,8	1,20	57,2	2,40	2 235,7	0,44
1978	11,8	22,49	9,7	0,86	35,5	0,93	57,0	2,07	2 517,7	0,47
1979	11,6	13,33	11,6	0,90	47,9	1,14	71,1	2,15	2 834,9	0,51
1980	16,6	11,81	13,6	0,91	42,0	0,90	72,2	1,82	2 964,5	0,53
1981	17,7	7,89	15,5	0,90	40,5	0,79	73,6	1,53	3 285,2	0,58
1982	19,6	5,93	17,6	0,89	43,1	0,77	80,3	1,41	3 445,4	0,60
1983	26,4	5,46	20,6	0,91	49,4	0,82	96,4	1,43	3 798,8	0,66
1984	36,1	4,87	25,4	0,96	54,3	0,83	115,7	1,41	4 288,1	0,71
1985	39,6	3,70	30,6	0,99	63,1	0,89	133,3	1,35	4 542,6	0,73
1986	43,1	3,04	35,3	0,99	69,3	0,89	147,6	1,27	4 657,4	0,73
1987	53,4	2,93	42,1	1,04	86,5	1,02	181,9	1,36	5 078,1	0,77
1988	52,7	2,31	50,5	1,10	104,1	1,14	207,3	1,36	5 652,0	0,81
1989	57,6	2,08	60,4	1,13	105,8	1,07	223,8	1,29	5 988,8	0,84
1990	64,7	2,01	67,2	1,08	109,8	1,04	241,7	1,25	6 284,9	0,86
1991	64,2	1,76	70,8	1,00	104,2	0,93	239,2	1,12	6 403,3	0,88
1992	71,7	1,66	89,9	1,11	112,2	0,96	273,7	1,16	6 709,9	0,91
1993	77,8	1,45	90,4	0,98	126,9	1,03	295,1	1,11	6 988,8	0,92
1994	80,1	1,19	109,5	1,05	142,4	1,10	331,9	1,10	7 503,9	0,96
1995	99,3	1,12	115,5	0,99	160,7	1,16	375,6	1,09	7 815,3	0,96
1996	123,6	1,00	131,9	1,00	149,0	1,00	404,5	1,00	8 339,0	1,00
1997	134,7	0,76	156,2	1,02	157,1	0,98	448,1	0,92	9 009,4	1,04
1998	152,5	0,59	178,2	0,97	162,0	0,93	492,6	0,82	9 331,1	1,04
1999	157,7	0,42	204,4	0,91	175,3	0,91	537,4	0,72	9 817,4	1,06

Remarques : Les valeurs sont exprimées en milliards de dollars courants. Les prix sont normalisés par rapport à la valeur 1 en 1996.

Tableau 4: Services de Capital des Technologies de l'Information et Revenu Intérieur Brut

Année	Ordinateur		Logiciels		Communications		Total TI		RIB	
	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Prix	Valeur	Price
1948					1,7	1,20	1,7	4,31	307,7	0,14
1949					1,3	0,79	1,3	2,83	297,0	0,14
1950					1,8	0,91	1,8	3,27	339,0	0,15
1951					2,1	0,90	2,1	3,21	370,6	0,15
1952					2,6	0,94	2,6	3,36	387,4	0,15
1953					3,2	0,96	3,2	3,46	418,2	0,15
1954					2,7	0,70	2,7	2,49	418,3	0,15
1955					3,6	0,85	3,6	3,05	461,3	0,16
1956					4,2	0,87	4,2	3,12	484,7	0,17
1957					3,7	0,68	3,7	2,44	503,6	0,17
1958					4,1	0,68	4,1	2,45	507,2	0,17
1959	0,2	444,36	0,1	0,63	5,2	0,80	5,5	2,87	551,9	0,18
1960	0,2	433,59	0,1	0,62	5,4	0,75	5,6	2,68	564,9	0,18
1961	0,3	637,21	0,1	0,58	5,6	0,71	6,0	2,59	581,8	0,18
1962	0,4	508,68	0,2	0,62	6,6	0,76	7,2	2,71	623,3	0,19
1963	0,6	311,81	0,3	0,58	6,5	0,67	7,3	2,34	666,9	0,20
1964	0,8	211,28	0,4	0,60	7,1	0,67	8,3	2,26	726,5	0,21
1965	1,3	182,17	0,6	0,59	9,1	0,78	11,0	2,52	795,1	0,22
1966	2,2	173,57	1,0	0,64	9,6	0,73	12,8	2,40	871,3	0,23
1967	2,3	110,97	1,1	0,50	9,8	0,66	13,2	2,01	918,2	0,23
1968	2,6	87,05	1,6	0,60	10,2	0,61	14,5	1,86	973,0	0,24
1969	2,8	68,23	1,7	0,52	11,3	0,61	15,8	1,76	1 045,8	0,25
1970	3,6	65,38	2,3	0,56	13,3	0,65	19,1	1,83	1 105,2	0,26
1971	5,2	72,48	3,7	0,77	14,9	0,67	23,9	1,99	1 178,8	0,27
1972	4,9	48,57	4,0	0,71	16,6	0,69	25,4	1,85	1 336,2	0,30
1973	4,4	33,06	4,5	0,71	22,8	0,88	31,7	2,04	1 502,5	0,32
1974	6,6	38,82	5,1	0,70	20,3	0,72	32,0	1,84	1 605,9	0,34
1975	5,9	28,43	6,7	0,80	23,2	0,77	35,7	1,85	1 785,8	0,37
1976	6,6	26,07	7,7	0,81	25,0	0,78	39,2	1,84	2 017,5	0,41
1977	7,0	20,69	8,4	0,82	41,8	1,20	57,2	2,40	2 235,7	0,44
1978	11,8	22,49	9,7	0,86	35,5	0,93	57,0	2,07	2 517,7	0,47
1979	11,6	13,33	11,6	0,90	47,9	1,14	71,1	2,15	2 834,9	0,51
1980	16,6	11,81	13,6	0,91	42,0	0,90	72,2	1,82	2 964,5	0,53
1981	17,7	7,89	15,5	0,90	40,5	0,79	73,6	1,53	3 285,2	0,58
1982	19,6	5,93	17,6	0,89	43,1	0,77	80,3	1,41	3 445,4	0,60
1983	26,4	5,46	20,6	0,91	49,4	0,82	96,4	1,43	3 798,8	0,66
1984	36,1	4,87	25,4	0,96	54,3	0,83	115,7	1,41	4 288,1	0,71
1985	39,6	3,70	30,6	0,99	63,1	0,89	133,3	1,35	4 542,6	0,73
1986	43,1	3,04	35,3	0,99	69,3	0,89	147,6	1,27	4 657,4	0,73
1987	53,4	2,93	42,1	1,04	86,5	1,02	181,9	1,36	5 078,1	0,77
1988	52,7	2,31	50,5	1,10	104,1	1,14	207,3	1,36	5 652,0	0,81
1989	57,6	2,08	60,4	1,13	105,8	1,07	223,8	1,29	5 988,8	0,84
1990	64,7	2,01	67,2	1,08	109,8	1,04	241,7	1,25	6 284,9	0,86
1991	64,2	1,76	70,8	1,00	104,2	0,93	239,2	1,12	6 403,3	0,88
1992	71,7	1,66	89,9	1,11	112,2	0,96	273,7	1,16	6 709,9	0,91
1993	77,8	1,45	90,4	0,98	126,9	1,03	295,1	1,11	6 988,8	0,92
1994	80,1	1,19	109,5	1,05	142,4	1,10	331,9	1,10	7 503,9	0,96
1995	99,3	1,12	115,5	0,99	160,7	1,16	375,6	1,09	7 815,3	0,96
1996	123,6	1,00	131,9	1,00	149,0	1,00	404,5	1,00	8 339,0	1,00
1997	134,7	0,76	156,2	1,02	157,1	0,98	448,1	0,92	9 009,4	1,04
1998	152,5	0,59	178,2	0,97	162,0	0,93	492,6	0,82	9 331,1	1,04
1999	157,7	0,42	204,4	0,91	175,3	0,91	537,4	0,72	9 817,4	1,06

Remarques : Les valeurs sont exprimées en milliards de dollars courants. Les prix sont normalisés par rapport à la valeur 1 en 1996.

Tableau 5 : Services de Travail

Année	Services de Travail				Emploi	Heures hebdomadaires	Rémunération horaire	Heures travaillées
	Prix	Volume	Valeur	Qualité				
1948	0,08	1 924,6	156,1	0,75	61 536	39,1	1,2	125 127
1949	0,09	1 860,0	171,5	0,75	60 437	38,5	1,4	121 088
1950	0,09	1 961,0	179,2	0,76	62 424	38,5	1,4	125 144
1951	0,10	2 133,0	214,4	0,78	66 169	38,7	1,6	133 145
1952	0,10	2 197,2	227,2	0,79	67 407	38,5	1,7	135 067
1953	0,11	2 254,3	241,8	0,80	68 471	38,3	1,8	136 331
1954	0,11	2 190,3	243,9	0,81	66 843	37,8	1,9	131 477
1955	0,11	2 254,9	256,7	0,81	68 367	37,8	1,9	134 523
1956	0,12	2 305,0	275,0	0,82	69 968	37,5	2,0	136 502
1957	0,13	2 305,1	295,5	0,83	70 262	37,0	2,2	135 189
1958	0,14	2 245,3	309,1	0,83	68 578	36,7	2,4	130 886
1959	0,14	2 322,1	320,1	0,84	70 149	36,8	2,4	134 396
1960	0,15	2 352,2	344,1	0,84	71 128	36,5	2,5	135 171
1961	0,15	2 378,5	355,0	0,86	71 183	36,3	2,6	134 451
1962	0,15	2 474,1	376,7	0,87	72 673	36,4	2,7	137 612
1963	0,15	2 511,4	386,2	0,88	73 413	36,4	2,8	139 050
1964	0,16	2 578,1	417,6	0,88	74 990	36,3	3,0	141 447
1965	0,17	2 670,6	451,9	0,89	77 239	36,3	3,1	145 865
1966	0,18	2 788,5	500,3	0,89	80 802	36,0	3,3	151 448
1967	0,19	2 842,4	525,5	0,90	82 645	35,7	3,4	153 345
1968	0,20	2 917,0	588,3	0,91	84 733	35,5	3,8	156 329
1969	0,22	2 992,1	646,6	0,91	87 071	35,4	4,0	160 174
1970	0,23	2 938,6	687,3	0,91	86 867	34,9	4,4	157 488
1971	0,26	2 924,9	744,5	0,90	86 715	34,8	4,7	156 924
1972	0,27	3 011,7	817,6	0,91	88 838	34,8	5,1	160 873
1973	0,29	3 135,0	909,4	0,91	92 542	34,8	5,4	167 271
1974	0,31	3 148,2	988,5	0,91	94 121	34,2	5,9	167 425
1975	0,35	3 082,9	1 063,9	0,92	92 575	33,8	6,5	162 879
1976	0,38	3 174,4	1 194,0	0,92	94 922	33,9	7,1	167 169
1977	0,41	3 277,4	1 334,5	0,92	98 202	33,8	7,7	172 780
1978	0,44	3 430,3	1 504,2	0,92	102 931	33,8	8,3	180 842
1979	0,47	3 554,7	1 673,2	0,92	106 463	33,7	9,0	186 791
1980	0,52	3 535,7	1 827,9	0,92	107 061	33,3	9,9	185 591
1981	0,55	3 563,8	1 968,8	0,93	108 050	33,2	10,6	186 257
1982	0,60	3 519,7	2 096,3	0,93	106 749	32,9	11,5	182 772
1983	0,63	3 586,7	2 269,8	0,94	107 810	33,1	12,2	185 457
1984	0,66	3 786,7	2 499,1	0,94	112 604	33,2	12,9	194 555
1985	0,69	3 882,9	2 679,0	0,95	115 205	33,1	13,5	198 445
1986	0,75	3 926,3	2 931,1	0,95	117 171	32,9	14,6	200 242
1987	0,74	4 075,1	3 019,7	0,96	120 474	32,9	14,6	206 312
1988	0,75	4 207,7	3 172,2	0,96	123 927	32,9	15,0	211 918
1989	0,80	4 348,4	3 457,8	0,97	126 755	33,0	15,9	217 651
1990	0,84	4 381,5	3 680,8	0,97	128 341	32,9	16,8	219 306
1991	0,88	4 322,0	3 800,2	0,98	127 080	32,5	17,7	214 994
1992	0,94	4 353,9	4 086,9	0,98	127 238	32,6	19,0	215 477
1993	0,96	4 497,4	4 297,7	0,99	129 770	32,8	19,5	221 003
1994	0,96	4 628,3	4 453,1	0,99	132 799	32,9	19,6	226 975
1995	0,98	4 770,7	4 660,5	1,00	135 672	33,0	20,0	232 545
1996	1,00	4 861,7	4 861,7	1,00	138 018	32,8	20,6	235 798
1997	1,03	4 987,9	5 122,0	1,00	141 184	33,0	21,1	242 160
1998	1,08	5 108,8	5 491,5	1,00	144 305	33,0	22,2	247 783
1999	1,12	5 204,8	5 823,4	1,00	147 036	32,9	23,1	251 683

Remarques : Les valeurs sont exprimées en milliards de dollars courants. La quantité est exprimée en milliards de dollars de 1996. Les prix et la qualité sont normalisés par rapport à la valeur 1 en 1996. Les chiffres de l'emploi sont exprimés en milliers de travailleurs. Les heures hebdomadaires correspondent aux heures par travailleur, divisées par 52. La rémunération horaire est exprimée en dollars courants. Les heures travaillées sont exprimées en millions d'heures.

Tableau 6: Sources de la Croissance du Produit Intérieur Brut

	1948-99	1948-73	1973-90	1990-95	1995-99
	Production				
Produit Intérieur Brut	3,46	3,99	2,86	2,36	4,08
Apport des Technologies de l'Information	0,40	0,20	0,46	0,57	1,18
Ordinateurs	0,12	0,04	0,16	0,18	0,36
Logiciels	0,08	0,02	0,09	0,15	0,39
Matériels de communication	0,10	0,08	0,10	0,10	0,17
Services des Technologies de l'Information	0,10	0,06	0,10	0,15	0,25
Apport des Services Hors Technologie de l'Information	3,06	3,79	2,40	1,79	2,91
Apport de l'Investissement Hors Technologie de l'Information	0,72	1,06	0,34	0,23	0,83
Apports de l'Utilisation de Produits et Services Hors Technologie de l'Information	2,34	2,73	2,06	1,56	2,08
	Facteurs de Production				
Revenu Intérieur Brut	2,84	3,07	2,61	2,13	3,33
Apport des Services de Capital des Technologies de l'Information	0,34	0,16	0,40	0,48	0,99
Ordinateurs	0,15	0,04	0,20	0,22	0,55
Logiciels	0,07	0,02	0,08	0,16	0,29
Matériel de Communication	0,11	0,10	0,12	0,10	0,14
Apport des Services de Capital Hors Technologies de l'Information	1,36	1,77	1,05	0,61	1,07
Apport des Services de Travail	1,14	1,13	1,16	1,03	1,27
Productivité Globale des Facteurs	0,61	0,92	0,25	0,24	0,75

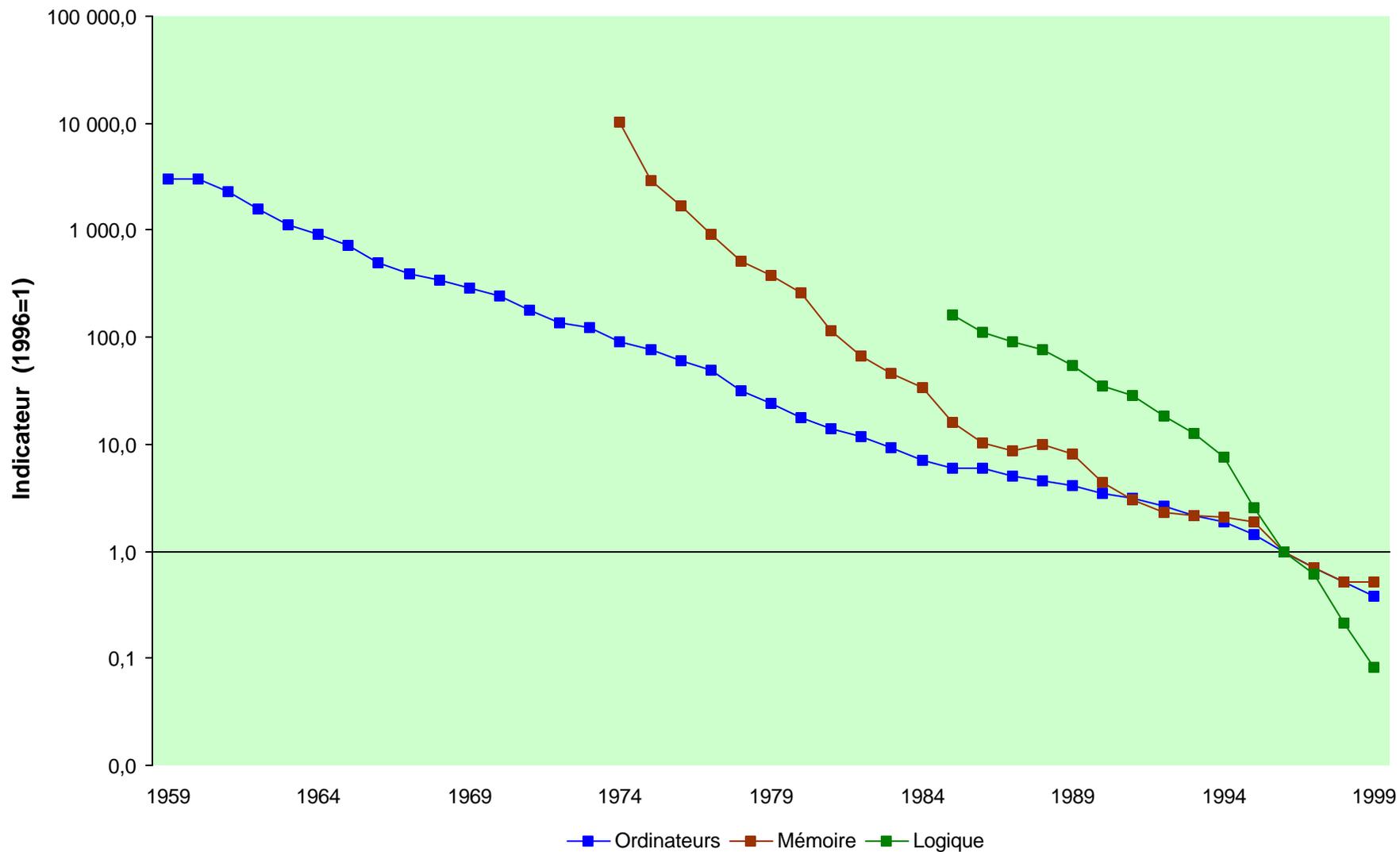
Remarques : Taux de croissance en pourcentage annuel moyen. L'apport d'un produit ou d'un facteur de production constitue le taux de croissance, multiplié par la part de la valeur.

Tableau 8: Sources de la Croissance de la Productivité Globale des Facteurs

	1948-99	1948-73	1973-90	1990-95	1995-99
Croissance de la Productivité Totale des Facteurs	0,61	0,92	0,25	0,24	0,75
Apport de la Croissance de la PGF :					
Technologies de l'Information	0,16	0,06	0,19	0,25	0,50
Ordinateurs	0,09	0,02	0,12	0,15	0,32
Logiciels	0,02	0,00	0,02	0,05	0,09
Matériels de communication	0,05	0,03	0,06	0,05	0,08
Hors Technologies de l'Information	0,45	0,86	0,06	-0,01	0,25
Changements des Prix Relatifs :					
Technologies de l'Information	-6,16	-4,3	-7,4	-7,2	-11,5
Ordinateurs	-23,01	-23,5	-21,1	-18,0	-34,5
Logiciels	-3,29	-3,0	-3,2	-3,9	-4,8
Matériel de communication	-3,71	-3,1	-4,2	-4,0	-5,3
Hors Technologie de l'Information	-0,41	-0,9	0,0	0,1	-0,1
Parts de Valeur Nominale Moyenne :					
Technologies de l'Information	2,07	1,09	2,60	3,46	4,26
Ordinateurs	0,40	0,10	0,61	0,81	0,94
Logiciels	0,51	0,08	0,60	1,30	1,84
Matériels de communication	1,16	0,91	1,39	1,34	1,48
Hors Technologies de l'Information	97,20	98,46	96,55	95,35	94,35

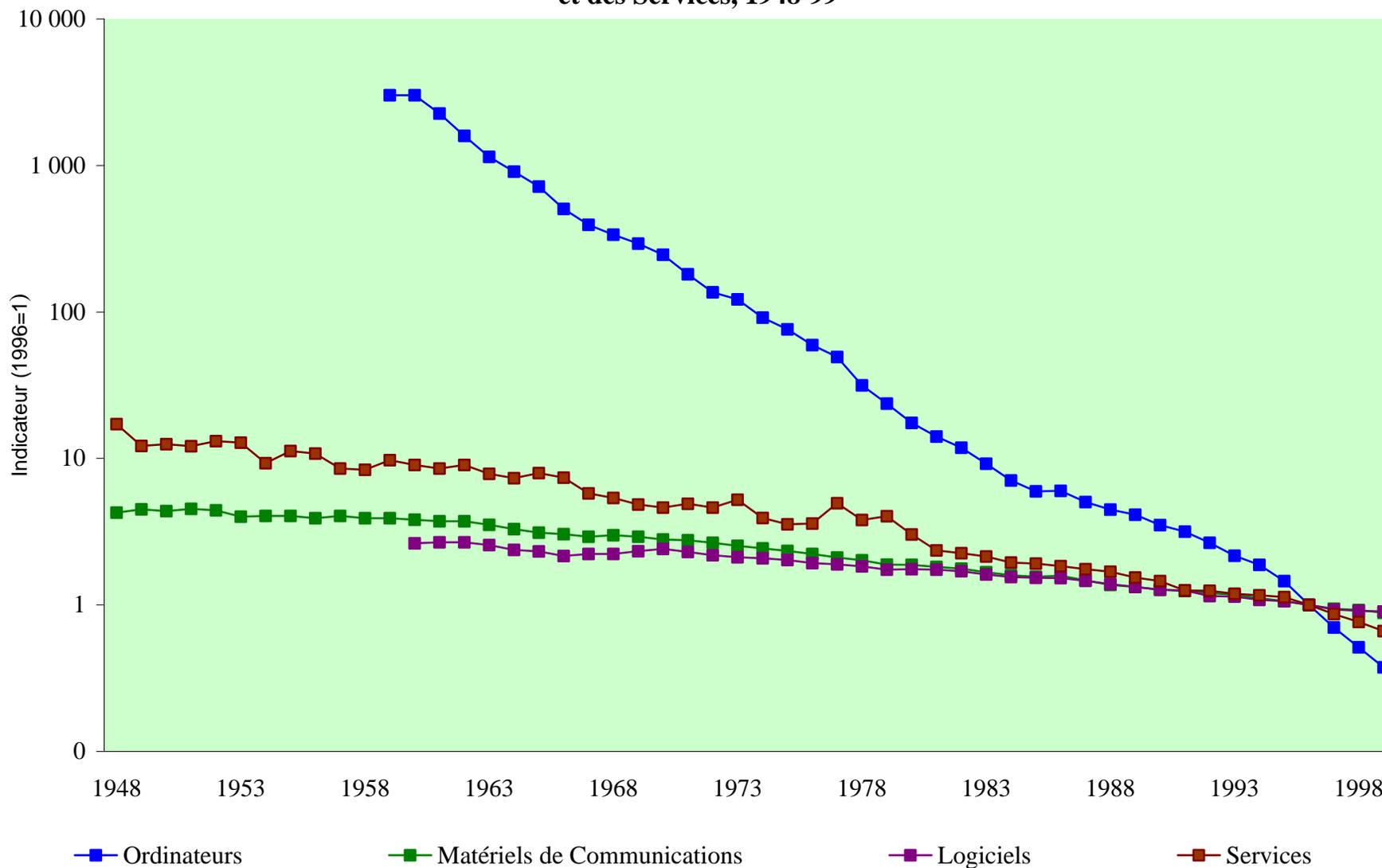
Remarques : Taux de croissance en pourcentage annuel moyen. Les prix sont relatifs au prix du revenu intérieur brut. Les apports représentent les changements de prix relatifs, pondérés par les parts produits de valeur nominale moyenne.

Graphique 1 : Prix Relatifs des Ordinateurs et des Semi-Conducteurs, 1959-1999



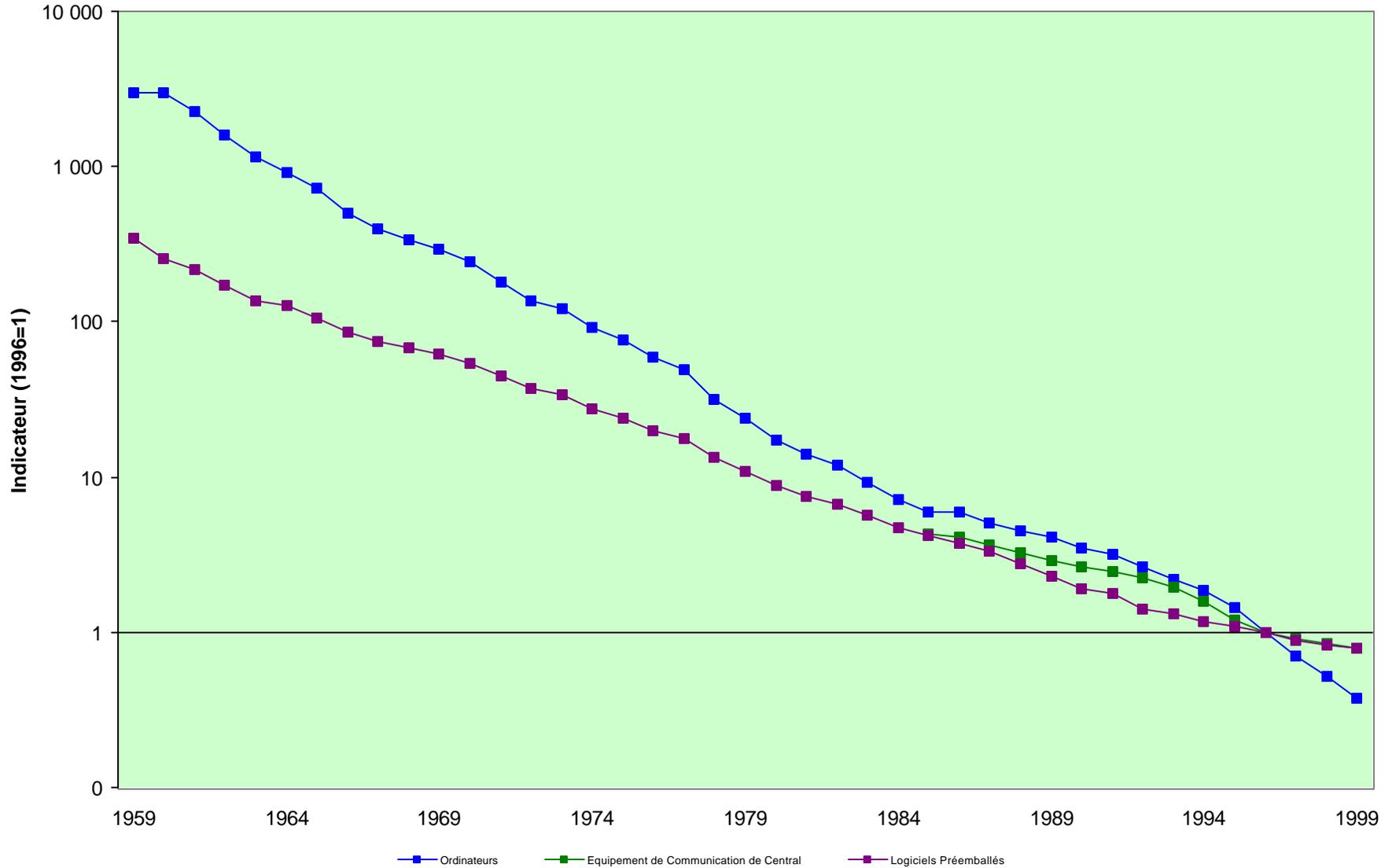
Remarque : tous les indices de prix sont divisés par l'indice de prix de production.

Graphique 2 : Prix Relatifs des Ordinateurs, des Matériels de Communication, des Logiciels et des Services, 1948-99



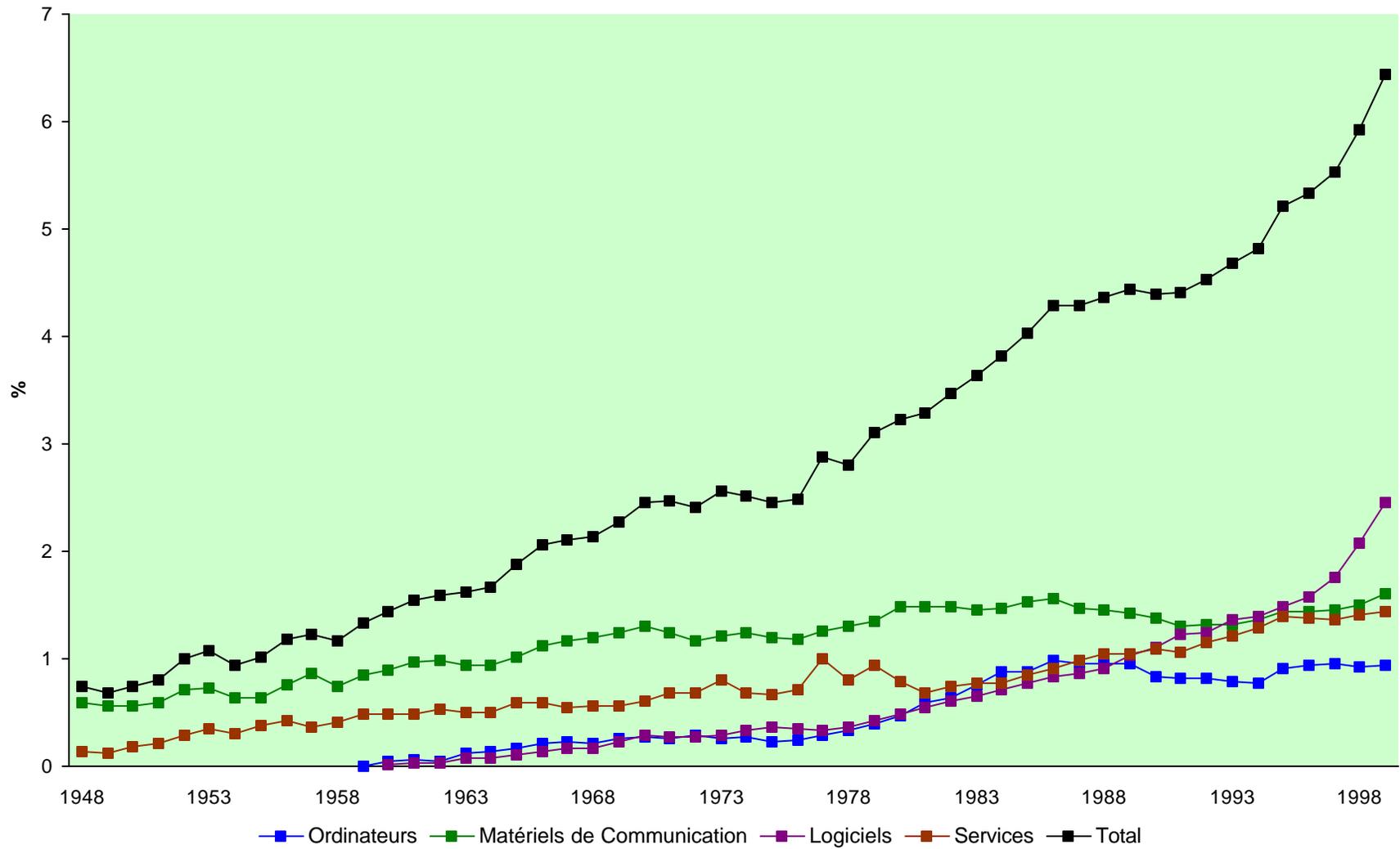
Remarque : tous les indices de prix sont divisés par l'indice de prix de production.

Graphique 3 : Prix Relatifs des Ordinateurs, Matériels de Communication, et des logiciels, 1959-1999



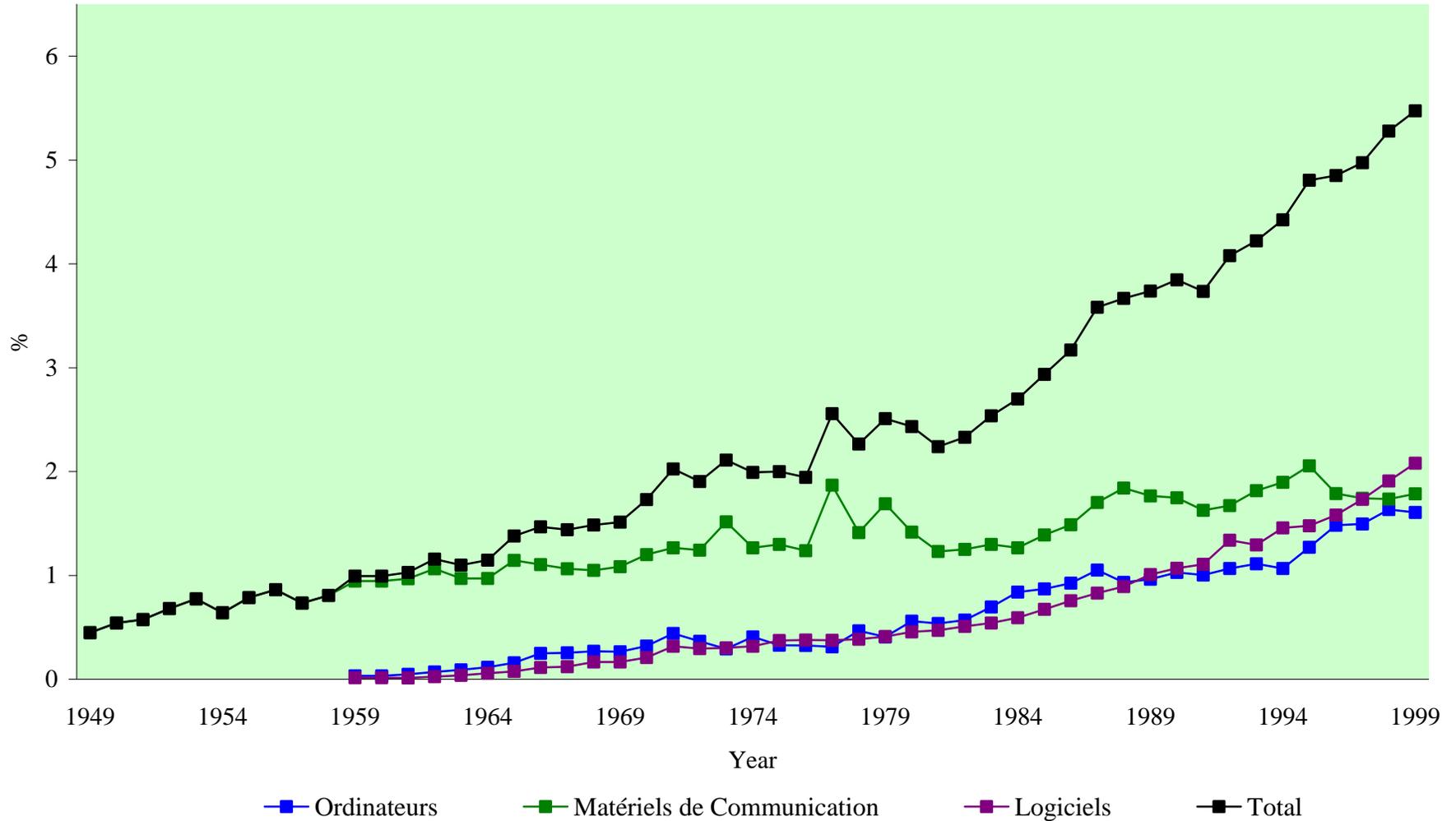
Remarque : tous les indices de prix sont divisés par l'indice de prix de

Graphique 4 : Parts de Production des Technologies de l'Information par Type, 1948-99



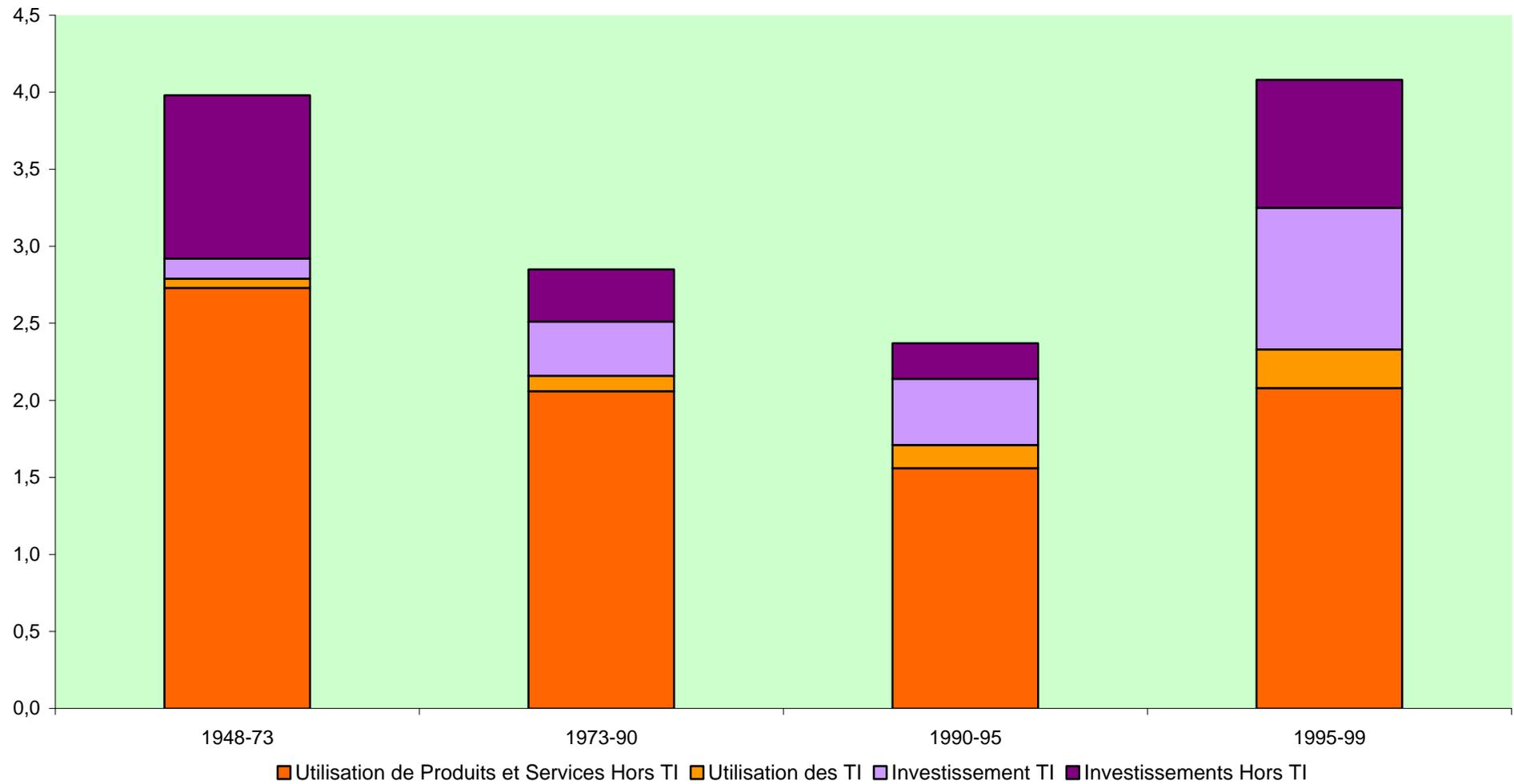
Remarque : part du Produit Intérieur Brut en dollars courants.

Graphique 5 : Parts du Facteur de Production des Technologies de l'Information par Type, 1948-99



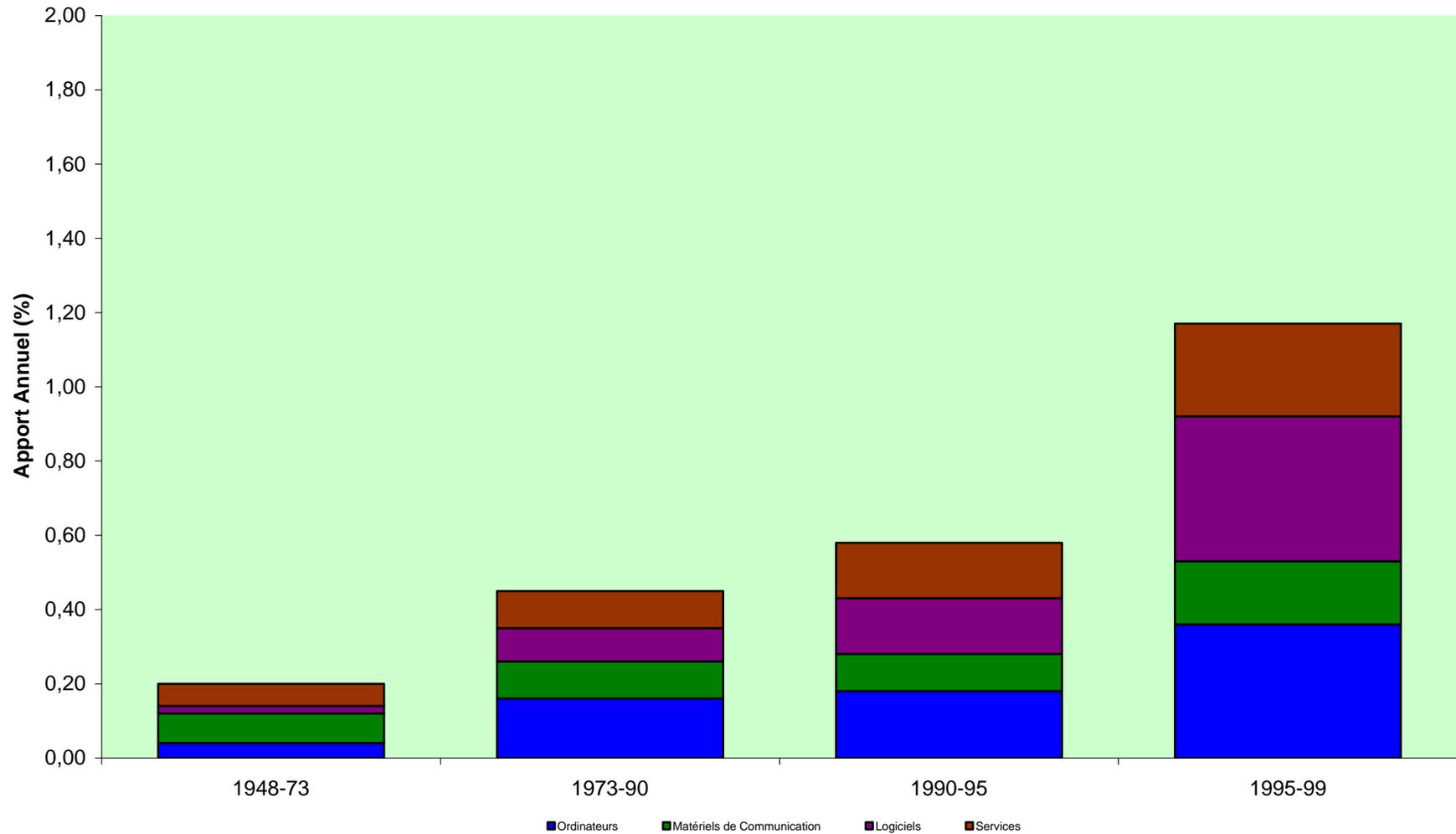
Remarque : part du Revenu Intérieur Brut en dollars courants.

Graphique 6 : Apport de Production des Technologies de l'Information



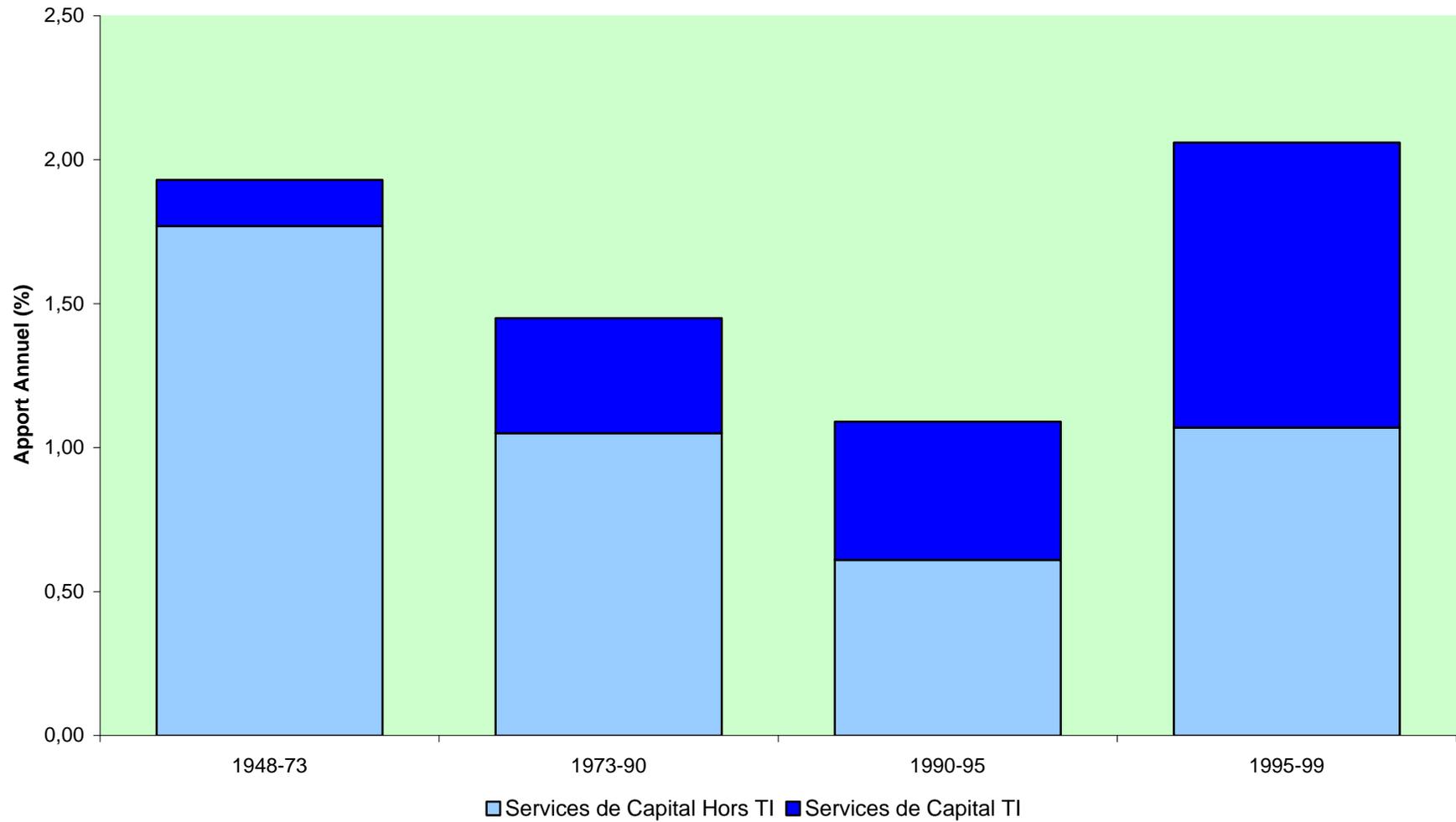
Remarque : les apports de production représentent les taux de croissance annuels moyens, pondérés par les parts de production.

Graphique 7 : Apport de Production des Technologies de l'Information par Type



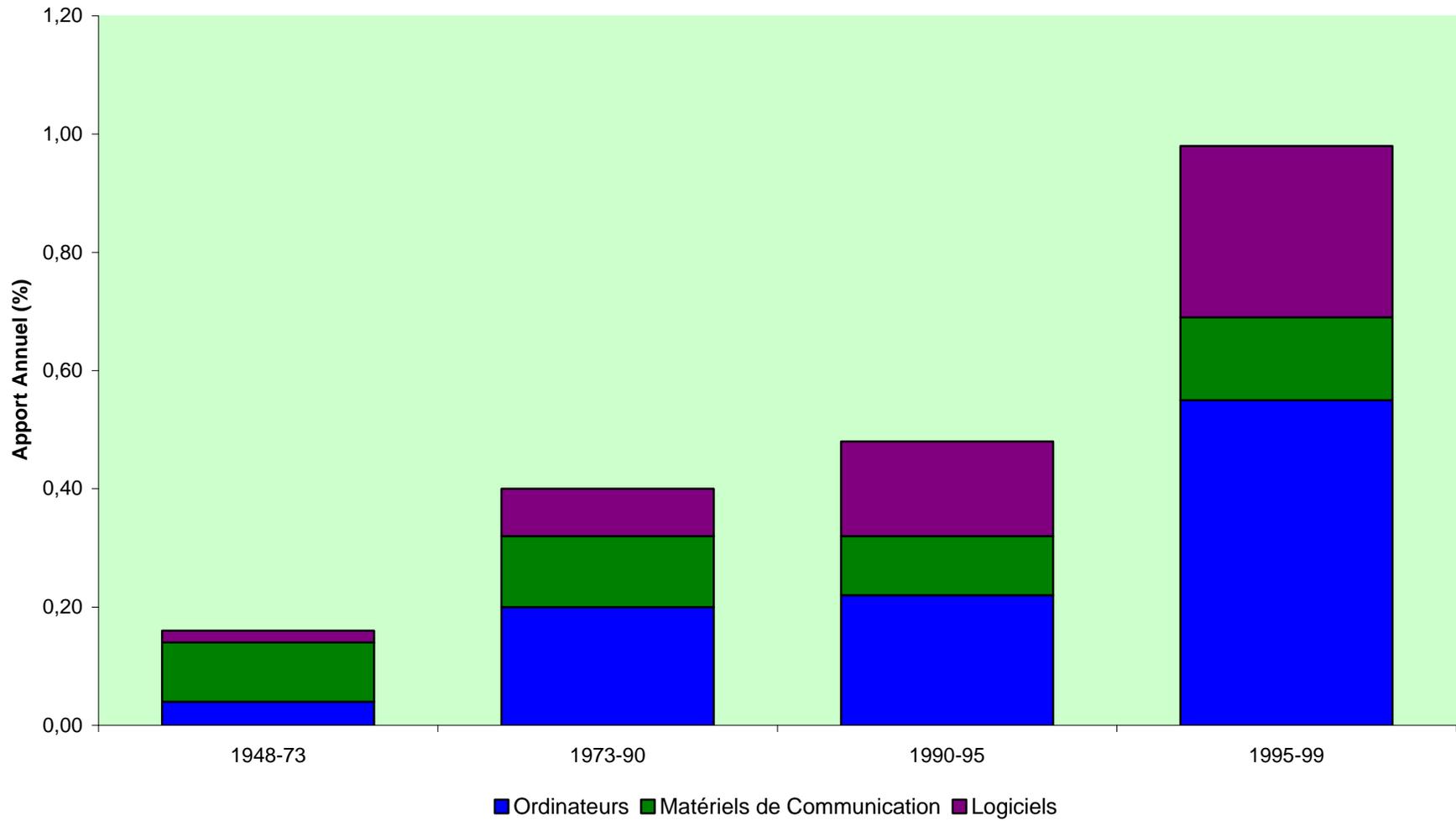
Remarque : les apports de production représentent les taux de croissance annuels moyens, pondérés par la production.

Graphique 8 : Apport de Facteur Capital des Technologies de l'Information



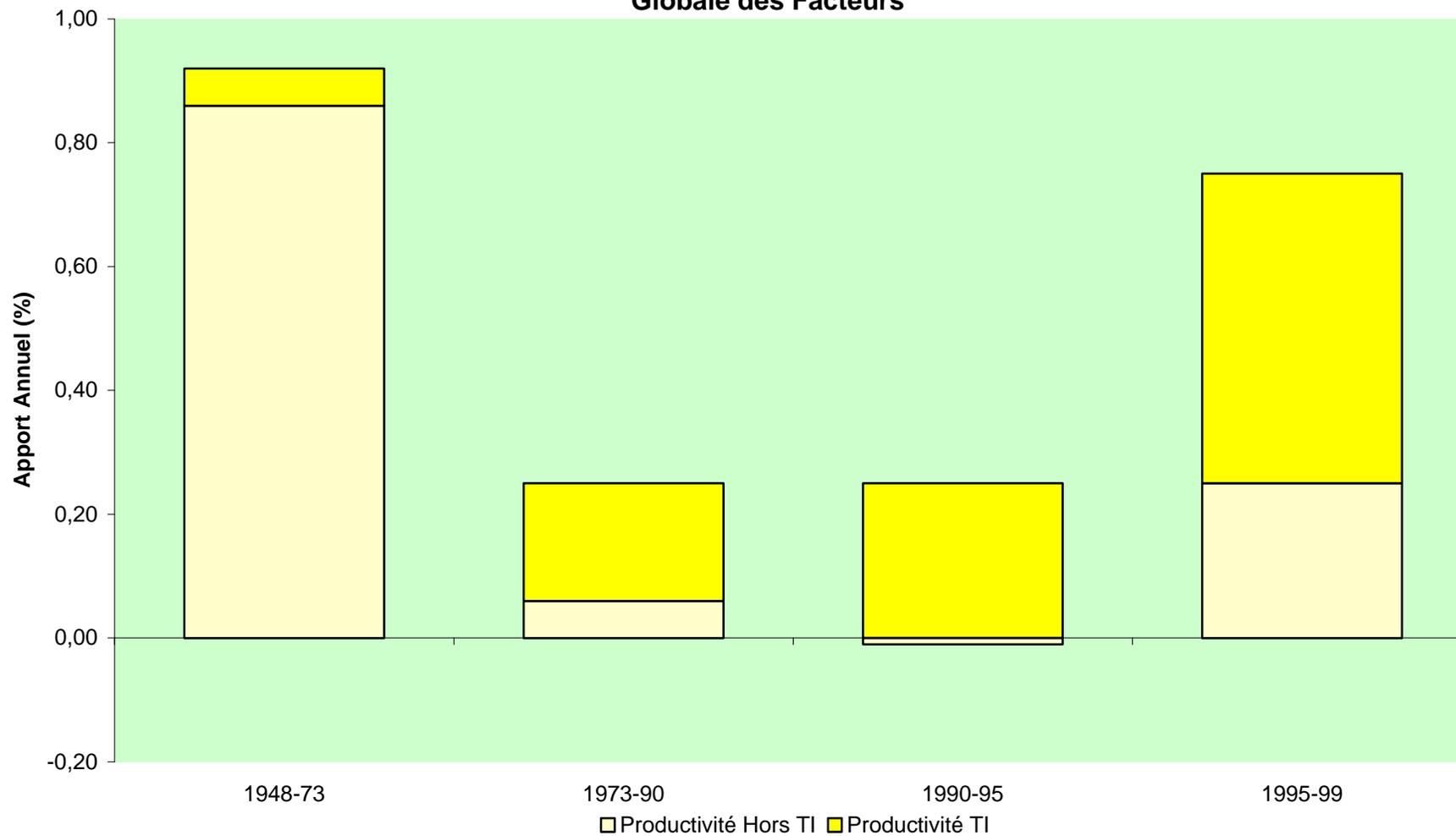
Remarque : les apports des facteurs représentent les taux de croissance annuels moyens, pondérés par les parts de revenus.

Graphique 9 : Apport de Facteur Capital des Technologies de l'Information par Type



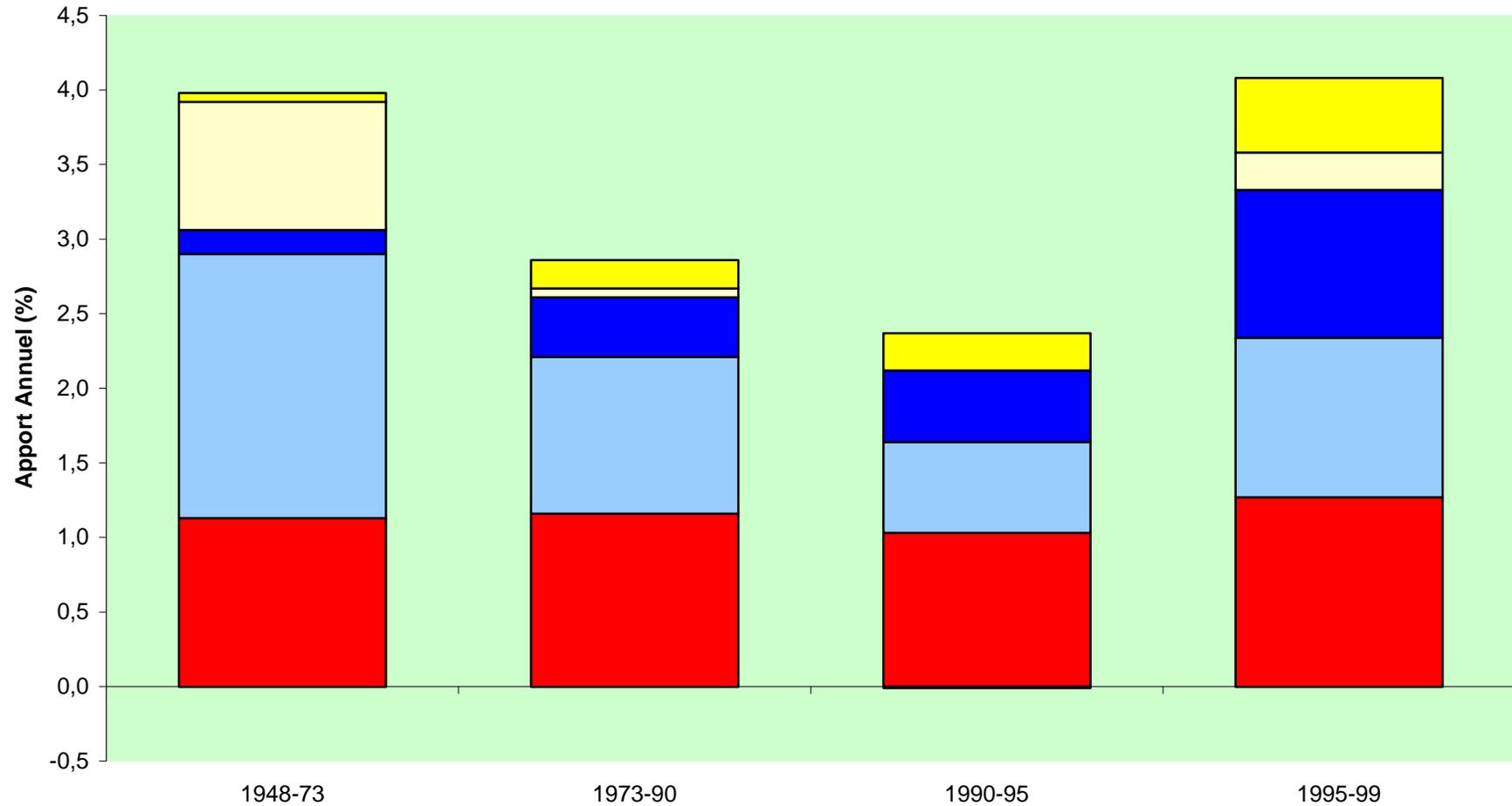
Remarque : les apports des facteurs représentent les taux de croissance annuels moyens, pondérés par les parts de revenus.

Graphique 10 : Apports des Technologies de l'Information à la Croissance de la Productivité Globale des Facteurs



Remaque : les apports représentent les changements de prix relatifs annuels moyens, pondérés par les parts de production nominales moyennes du Tableau 8.

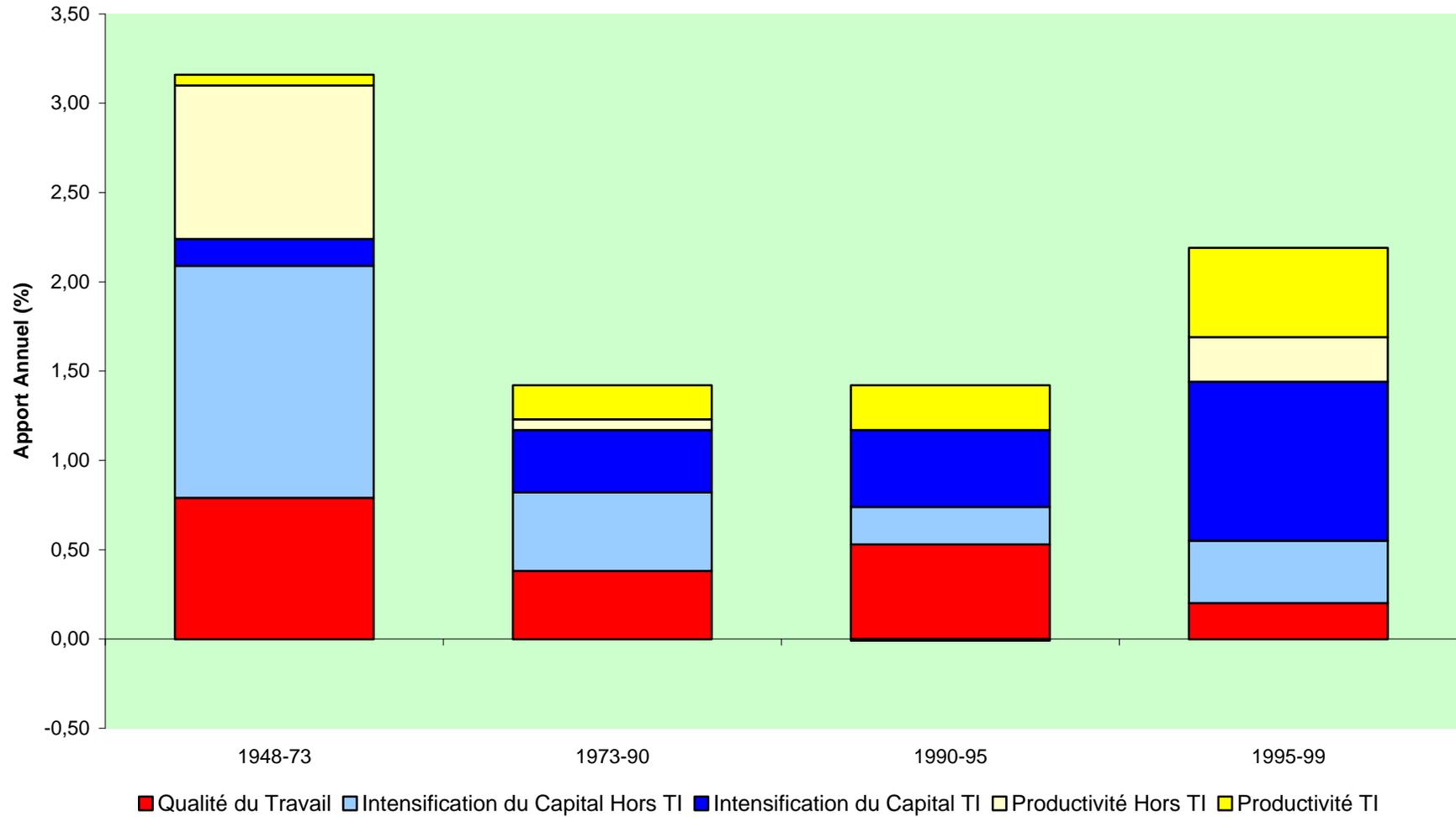
Graphique 11 : Sources de la Croissance du Produit Intérieur Brut



■ Facteur Travail ■ Facteur Capital Hors TI ■ Facteur Capital TI ■ Productivité Hors TI ■ Productivité TI

Remarque : les apports de facteur de production représentent les taux de croissance annuels moyens, pondérés par les parts de revenus nominales moyennes du Tableau 6. Les Apports de productivité proviennent du Tableau 8.

Graphique 12 : Sources de la Croissance de la Productivité Moyenne du Travail



Remarque : les apports proviennent du Tableau 7.