La microélectronique : nouvelle dimension du changement technologique et de l'automation

Autor(en): **Friedrichs, Günter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue économique et sociale : bulletin de la Société d'Etudes Economiques et Sociales**

Band (Jahr): **38 (1980)**

Heft 2

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-138509

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

La microélectronique — nouvelle dimension du changement technologique et de l'automation*

Günter Friedrichs,
chef du département « Automation et Technologie » du Syndicat allemand des ouvriers métallurgistes; vice-président de l'Agence nationale de la productivité, Francfort-sur-le-Main

1. LE CHANGEMENT TECHNIQUE DANS LE PASSÉ

Le changement technique est une des composantes dynamiques de notre économie. Il ne se réduit pas à la seule automation. Il inclut également le phénomène du renouvellement des matériaux et des énergies et l'introduction de degrés plus élevés de mécanisation et de nouveaux systèmes d'organisation. Les principales conséquences du changement technique [1] sont l'économie de main-d'œuvre, le changement dans les qualifications de la main-d'œuvre, l'utilisation accrue de capital et la modification des structures économiques.

L'effet quantitatif du changement technique peut s'illustrer à l'aide de quelques chiffres relatifs à l'économie de la République fédérale allemande (RFA). Entre 1970 et 1977, la production industrielle (valeur ajoutée) des 45 branches industrielles de la RFA (industries minières et de transformation; construction et production d'énergie électrique non comprises) a augmenté de 13,5%. Pendant la même période, la main-d'œuvre employée a diminué de 14,5% (1 246 000 de personnes en chiffres absolus) et le volume de l'emploi (nombre de personnes x heures de travail) de 21,3%. Le rapport potentiel entre le capital investi et la production a augmenté de 7,1% [2].

Ces quelques chiffres montrent l'effet quantitatif considérable du changement technique. Ils sont sans aucun doute fortement influencés par le taux de croissance proche de zéro ou même négatif enregistré pour certaines des années de la période considérée. Ils montrent aussi que le changement technique crée du chômage s'il ne peut pas être compensé par des taux de croissance élevés ou/et une réduction des heures de travail [3].

L'effet du changement technique peut également s'illustrer comme suit: en 1960, il fallait 88 heures à l'industrie allemande pour produire une valeur ajoutée de 1000 DM aux prix de 1970; en 1977, il n'en fallait plus que 36, c'est-à-dire environ 40% des heures de 1970, pour produire le même montant [4].

Dans le passé, le changement technologique n'améliorait pas beaucoup la qualité des places de travail [5]. La force physique se trouvait très souvent remplacée par une pression psychologique accrue. La division aussi bien que l'intensité du travail augmentaient. Dans les industries manufacturières et dans les bureaux, tout au moins, nous avons vécu plus de cas de dégradation que d'amélioration de la nature du travail [6]. Les véritables bénéficiaires étaient les techniciens et ceux qui occupaient des positions hautement qualifiées dans le

domaine de la recherche et du développement, de l'éducation, de la santé et d'autres services sociaux. Ceux qui étaient touchés négativement par le changement technologique n'avaient que peu de chances de pouvoir tirer parti des nouveaux avantages résultant de la différenciation marquée des qualifications. Toutes les nouvelles technologies créaient au moins quelques places ou conditions de travail nouvelles dont personne ne voulait. Le célèbre slogan publicitaire selon lequel «l'ordinateur libère l'individu pour lui permettre de se consacrer à un travail créatif» ne correspondait pas du tout à la réalité. Non seulement l'ordinateur supprimait des postes de travail, il intensifiait de surcroît beaucoup de tâches qui n'étaient qu'indirectement liées à l'ordinateur et créait quelques-uns des pires postes de travail qu'on connaisse: ceux liés à la perforation des cartes[7] et à l'enregistrement des données.

La concentration croissante des activités économiques dans les entreprises très grandes ou multinationales est fondée sur le développement technique et constitue un exemple d'effets structurels. Un autre changement structurel important que connaissent les pays industrialisés est celui de la redistribution de la population active entre les trois grands secteurs de l'économie: l'agriculture, l'industrie et les services. Selon les observations et les théories de Collin Clark et de J. Fourastié, le développement d'une économie nationale commence par le passage de l'agriculture à l'industrie. Quand l'industrie devient hautement productive et emploie la majorité de la population active, il se produit un transfert en direction des services. Cette observation est toujours valable du point de vue statistique et semble refléter le processus normal de transformation des économies hautement développées en sociétés post-industrielles. Mais nous devons examiner ce qui peut arriver lorsqu'on entre dans l'ère de la microélectronique.

A court terme, on a constaté que le changement technique comportait de grands risques pour la population active: risques de chômage, de transfert, de déclassement, de recyclage ou de déplacement dans une autre région. A long terme, le changement technique offre la chance d'une richesse accrue et d'heures de travail réduites. C'est une vérité évidente que la richesse des pays développés est un résultat du changement technique. Quel que soit le moment, cependant, la facture qu'il faut payer pour obtenir ces avantages est à la charge de la plupart des travailleurs qui sont directement ou indirectement touchés par le changement technique. Depuis le début des années 1970, beaucoup de pays développés ne sont plus en mesure, même à long terme, de créer des taux de croissance permettant de compenser les effets d'économie de main-d'œuvre résultant du changement technique. Un taux de chômage constamment élevé ou même croissant en est la conséquence. Et ceci intervient exactement au moment où on assiste à l'entrée en scène de la microélectronique.

2. LA MICROÉLETRONIQUE

La microélectronique semble apporter une dimension complètement nouvelle aux différentes formes du changement technologique et de l'automation.

Cela a commencé, il y a environ 30 ans, avec le tube électronique, utilisé pour construire le célèbre ordinateur américain Eniac, coûtant 2 millions de dollars, pesant 30 tonnes et ayant une capacité équivalente à celle d'un micro-ordinateur de nos jours, qui coûte entre DM 100 et DM 1000[8]. Le tube électronique fut remplacé par le transistor et ce

dernier céda la place, au début des années 1960, au circuit intégré avec huit fonctions de transistor sur une plaquette de silicone de moins d'un demi centimètre carré de surface. Depuis, la nouvelle technologie a atteint le stade de ce qu'on appelle l'intégration à grande échelle (Large Scale Integration, ou LSI), avec plus de cent mille fonctions sur une seule plaquette («Chip») de la taille susmentionnée. Nous allons maintenant vers l'intégration à très grande échelle (Very Large Scale Integration, ou VLSI), avec plus d'un million de fonctions par plaquette. Et les experts pensent qu'on arrivera même à un nombre beaucoup plus grand de fonctions par plaquette à l'avenir. En 1971 déjà, et en même temps qu'on réalisait l'intégration à grande échelle, on développa les premiers micro-processeurs, qui contenaient à eux seuls toutes les fonctions d'une unité centrale d'ordinateur. Aujourd'hui, on peut avoir des ordinateurs complets sur une seule plaquette, quoique avec des capacités encore, pour le moment, limitées.

Il y a au moins cinq raisons de croire que la microélectronique est la technologie clé de notre décennie:

1. les possibilités d'application sont si nombreuses qu'on peut dire que toutes les parties de l'économie et de la société seront touchées par ce phénomène d'une façon ou d'une autre[9];
2. la baisse des prix est si fulgurante qu'on peut s'attendre à une diffusion particulièrement rapide. Au début des années 1960 une fonction de transistor revenait à un prix d'environ 100 Pfennigs. Aujourd'hui, ce prix est d'environ 0.1 Pfennig. En transposant cela dans l'industrie automobile, une voiture vendue à un prix de DM 100 000 en 1960 devrait pouvoir être obtenue aujourd'hui pour environ DM 10[10];
3. dans le passé, le changement technique s'accompagnait d'un accroissement lent mais permanent du rapport entre le capital investi et la production. Quelques industries, seulement, telles que la chimie et l'industrie de raffinage du pétrole, étaient plus efficaces en économisant le capital plutôt que la main-d'œuvre. Elles produisaient toutes les deux un type bien déterminé de changement technique, permettant d'économiser le capital en dépit des réglementations anti-pollution[11]. A l'ère de la microélectronique, beaucoup de changements techniques de différents types permettront d'économiser en même temps le capital et la main-d'œuvre. Des technologies bien connues, telles que le traitement de données, le traitement de textes, les machines à contrôle numérique, la manipulation automatique, la production et la conception de systèmes assistés par ordinateur, etc., seront en vente à des prix bien meilleur marché qu'aujourd'hui;
4. dans le passé, l'automation ne s'appliquait qu'à la production de masse, parce que la technologie n'offrait pas le type de flexibilité nécessaire à l'ajustement aux conditions changeantes du marché. La production dépendait donc toujours de la disponibilité d'êtres humains expérimentés. A l'avenir, les équipements microélectroniques de contrôle et de commande offriront un degré élevé de flexibilité pour la production automatique de séries petites et moyennes dans de petites usines[12];
5. dans le passé, le changement technique se situait beaucoup plus dans la production que dans les services administratifs. A l'avenir, la microélectronique jouera un rôle important non seulement dans la production mais aussi dans les administrations privées et publiques, ainsi que dans le secteur des services.

3. APPLICATIONS

Il est impossible d'aborder ici ne serait-ce qu'une petite partie des applications présentes ou futures de la microélectronique [13]. C'est pourquoi j'ai l'intention de me concentrer sur des cas d'applications majeures qui concerneront un grand nombre d'individus. Comme tout ce qu'on peut dire en ce moment est plus ou moins spéculatif, je ne m'intéresserai qu'à l'évolution d'ici à la fin des années 1980 et n'indiquerai pas de dates précises.

3.1. Production

Beaucoup de gens croient que la production de nouveaux équipements permettant de réaliser des économies de main-d'œuvre crée de nouveaux emplois. Parmi ces gens, il y a quelques personnes qui sont disposées à admettre l'idée qu'un effet négatif pourrait se produire au niveau des utilisateurs. Dans le cas de la microélectronique, nous disposons de données statistiques relatives à la production dans le domaine des machines de bureau et de l'informatique dans le cadre de la RFA. Nous les comparerons avec les valeurs moyennes obtenues pour la période 1970 à 1977 dans les 45 branches du secteur mines & industries de transformation, ainsi qu'avec celles obtenues dans l'industrie du plastique, cette dernière étant prise en considération parce qu'on y a enregistré les meilleures performances en termes d'emploi et de production.

Indicateurs du changement technique dans l'ensemble des industries minières et de transformation, dans l'industrie des machines de bureau et de l'informatique et dans celle du plastique (République fédérale allemande, période 1970 à 1977) [14]*:*

	Production en %	*Personnes employées* en %	*Volume de l'emploi* en %	*Productivité par heure* en %	*Rapport potentiel entre capital investi et production* en %
Ensemble des industries minières et de transformation	+ 13,5	– 14,5	– 21,3	+ 44,3	+ 7,1
Industrie des machines de bureau et de l'informatique	+ 48,9	– 25,8	– 27,5	+ 105,5	– 16,3
Industrie du plastique	+ 69,5	+ 9,8	+ 3,0	+ 64,6	+ 5,3

Par rapport à l'ensemble des 45 secteurs des industries minières et de transformation répertoriés, l'industrie des machines de bureau et de l'informatique a réussi à se placer au troisième rang du point de vue du pourcentage de croissance enregistré en termes de production entre 1970 et 1977. En termes d'emploi, elle a perdu un total de 20 600 personnes, ce qui correspond à une diminution de 25,8%, bien plus forte que la diminution moyenne de 14,5% enregistrée pour l'ensemble des industries minières et de transformation. Si, au lieu de considérer l'ensemble de la période, nous prenons les chiffres année après année, le résultat est même encore plus intéressant. Jusqu'en 1976, l'évolution dans

l'industrie des machines de bureau et de l'informatique est légèrement plus rapide mais pas tellement différente de la moyenne de l'ensemble des industries minières et de transformation. Le grand décrochement s'est opéré en 1977. En 1976, l'indice de la production (1970 = 100) se situait encore à 116,7, mais en 1977, il passait d'un coup à 148,9 [14]. Cela correspondait à un accroissement de 27,8%. En dépit de cette énorme explosion de la production en l'espace d'une année, le nombre des personnes employées diminuait de 2300 unités, soit d'environ 4% [14]. Cela semble une preuve évidente des puissants effets de la microélectronique, car 1977 est précisément l'année où la microélectronique a commencé à s'implanter dans toute une série de domaines. Même un taux de croissance exceptionnellement élevé n'a pas permis d'éviter une réduction du nombre des emplois. S'il en est déjà ainsi au niveau des producteurs, il est bien évident qu'une suppression additionnelle de postes d'emplois interviendra au niveau de bon nombre d'utilisateurs.

La situation est quelque peu différente dans l'industrie du plastique. Le plastique fait partie des nouvelles technologies de pointe. Cette branche a atteint, entre 1970 et 1977, le taux de croissance de la production le plus élevé de tous et figurait parmi les 4 secteurs (sur 45) qui accusaient un taux d'emploi plus élevé en 1977 qu'en 1970. L'emploi y avait augmenté de 9,8% (accroissement le plus élevé de tous les secteurs), c'est-à-dire de 16 000 personnes en chiffres absolus [14]. Cette industrie a pu réaliser des taux de croissance tels qu'ils ont fait plus que compenser les gains de productivité extrêmement élevés. Dans le domaine du plastique, il est fort possible que la situation continue à évoluer dans ce sens, car cette industrie peut s'attendre à tirer des avantages spéciaux de l'introduction de la microélectronique, en raison des nombreux résultats positifs obtenus dans l'utilisation de matériaux plastiques pour les équipements de microélectronique. Mais il faut se souvenir que tout progrès dans l'utilisation de matériaux plastiques constitue en même temps une perte pour les matériaux conventionnels et pour ceux qui les produisent.

Un des exemples les plus spectaculaires dans le domaine de la production est celui du remplacement des systèmes mécaniques par des systèmes microélectroniques, comme cela s'est produit dans l'industrie horlogère [15], ainsi que dans l'industrie de l'impression et de la reproduction de textes où, entre 1970 et 1977, on a enregistré un accroissement de 12% de la production, une diminution de 21,3% du volume de l'emploi et une augmentation de 43,5% de la productivité horaire [14]. Le même phénomène s'observe pour la production de téléphones, de télex, de taximètres, de machines à coudre et de divers autres articles, en raison du fait que le nombre des diverses pièces à produire et à assembler a pu être considérablement réduit. Les économies de main-d'œuvre ainsi réalisées ont été de l'ordre de 40 à 50% [16].

Un autre domaine d'application de la microélectronique dans le secteur de la production est celui des machines-outils, en particulier de celles à contrôle numérique. Jusqu'au printemps 1978, la diffusion des machines à contrôle numérique, relativement anciennes et très bien connues, a été très lente. La raison en était que les instruments de mesure, de contrôle et de commande représentaient à eux seuls environ 50% du coût total d'une machine-outil à contrôle numérique [17]. Ils faisaient en effet appel à des composants électroniques conventionnels fort coûteux. Aujourd'hui, cette électronique conventionnelle peut être remplacée par des composants microélectroniques bon marché. Et, de fait, on trouve maintenant sur le marché la première génération de machines-outils à contrôle numérique relativement bon marché. Comme nous disposons également de micro-

ordinateurs très peu coûteux, nous avons les moyens d'équiper ces machines-outils de micro-ordinateurs et de les intégrer dans des systèmes contrôlés par grands ordinateurs. Dans de telles conditions, on peut s'attendre à une diffusion relativement rapide de cette technologie, ce qui représente de nouveau une économie à la fois de main-d'œuvre et de capital.

L'introduction de la microélectronique produit des effets similaires dans le domaine du contrôle des processus de production, avec également une économie de main-d'œuvre et de capital. Il en va de même dans le cas de la production assistée par ordinateur («computer-aided manufactural systems», ou CAM) et dans celui de la conception de systèmes assistée par ordinateur («computer-aided design», ou CAD). Toutes ces technologies sont très bien connues ou du moins très avancées dans leur développement. Proposées à des prix raisonnables, elles seront très rapidement adoptées. On peut citer à cet égard l'exemple très intéressant d'une fonderie allemande, qui emploie 150 personnes et qui a passé du dessin et de l'élaboration manuelle des plans à la conception de systèmes assistée par ordinateur. Auparavant, il lui fallait 2 ingénieurs mécaniciens diplômés d'une école technique supérieure et 15 dessinateurs techniques. Aujourd'hui, elle n'a plus besoin que d'un ingénieur mécanicien diplômé de degré universitaire, d'un terminal et d'un traceur de lignes.

Un dernier exemple qu'il faudrait citer ici est celui du robot industriel[19]. C'est probablement 1979 qui peut être qualifiée d'année de la grande percée des instruments de manipulation automatique. La société Volkswagen vient d'installer une chaîne d'assemblage et de soudage automatique composée de 76 robots. D'autres fabricants d'automobiles font de même. La génération actuelle de robots industriels est déjà équipée d'instruments de commande et de contrôle microélectroniques qui peuvent être utilisés pour de nombreuses manipulations dans différents types d'industries. Cependant, ils n'ont pas encore le degré de précision nécessaire pour la plupart des opérations d'assemblage. Là encore, la microélectronique est utilisée pour développer des organes sensoriels en vue de la prochaine génération de robots. Ces robots, dits «intelligents», seront disponibles dans très peu d'années. Ils seront capables de s'occuper d'une très grande partie de toutes les opérations de manipulation et d'assemblage. Même la «Frankfurter Allgemeine Zeitung», journal plutôt conservateur, écrivait dans son numéro du 24 mars 1979 que «le robot industriel est un équipement qu'il ne faudrait pas laisser entre les seules mains des ingénieurs de production, car l'impact social qu'il aura sur la production sera extrêmement important»[20]. Le robot industriel n'est cependant qu'une des applications de la microélectronique.

3.2. Administration et bureaux

Il ne fait aucun doute que l'informatique s'étendra parce qu'elle devient, de façon générale, moins chère et qu'elle deviendra également accessible pour les petites entreprises. Eu égard au fait que beaucoup d'administrations privées et publiques ont entre-temps pris une très grande habitude de l'informatique, elles prendront le risque d'accélérer le mouvement dans de nouvelles directions. Outre les centres d'informatique, nous aurons beaucoup de places de travail équipées de micro-ordinateurs décentralisés ou reliés à de telles installations. Le nombre de terminaux pour l'enregistrement de données, le contrôle d'opérations diverses, la mise en œuvre de systèmes de dialogue et la demande d'informations est en train de s'accroître considérablement. Cela ouvre la voie à l'inclusion, dans des

systèmes informatiques, de beaucoup de domaines restés jusqu'ici à l'écart parce que trop complexes et difficiles.

Le développement le plus passionnant, toutefois, pourrait être celui du traitement programmé de textes («programmed text processing»). Les ordinateurs y parviennent partiellement, comme c'est déjà le cas aujourd'hui. Cet effort semble être orienté principalement en vue du remplacement des dactylos et du personnel de bureau qui produit des textes dactylographiés. C'est surtout l'utilisation de machines à écrire automatiques pour la production de pavés de textes programmés qui pourraient rencontrer beaucoup de succès. Ces machines à écrire automatiques ne doivent pas nécessairement être munies d'écrans d'affichage ou être reliées à des installations de télex ou même de télécopie ; il est cependant possible de les équiper de ces technologies additionnelles [22].

Selon une étude approfondie de la société allemande Siemens, intitulée «Bureau 1990» (encore confidentielle), une proportion élevée du travail de bureau courant peut être standardisé et automatisé [23]. L'étude a porté sur 2,7 millions de travaux de bureau ; 43% d'entre eux pourraient être standardisés et entre 25 et 30% pourraient être automatisés. Les possibilités de standardiser et d'automatiser varient selon les domaines considérés. Elles seraient très élevées dans l'administration publique et pourraient permettre d'importantes économies, 75% environ de toutes les tâches pouvant y être standardisées et 38% automatisées [24].

Dans le secteur privé, les économies possibles se situeraient entre 25 et 38%. La société Siemens estime que les possibilités d'automatisation des bureaux seront quasi totalement réalisées d'ici à 1990. Si cela est vrai, une très grande partie des dactylos et du personnel de bureau aura de la peine à trouver du travail au cours de la prochaine décennie.

Comme le travail administratif et de bureau a longtemps été considéré comme un domaine de productivité peu élevée, beaucoup d'économistes pensaient pouvoir trouver là un débouché pour l'emploi de personnel additionnel ne trouvant plus de place dans la production en raison du changement de technique. La situation est en fait très proche de celle évoquée à propos des machines-outils à contrôle numérique. La machine à écrire automatique est déjà très bien connue. Mais elle revient encore trop cher. Le rapport entre le prix d'une machine à écrire automatique standard et celui d'une machine à écrire électrique était à peu près de 6 à 1 au début de 1979. Pour la productivité, le rapport était de 10 à 1. Je peux imaginer que si le rapport des prix, en l'état actuel, baisse à 5:1, on peut s'attendre à une forte percée de la machine à écrire automatique. Cette dernière possède deux avantages potentiels importants du point de vue du coût. Le premier est le remplacement possible de l'équipement mécanique par un système microélectronique. L'autre réside dans l'augmentation de la capacité de mémoire. Le premier avantage entraînerait une baisse considérable du coût et le second n'augmenterait pas beaucoup le prix. Le bruit de la machine à écrire automatique peut être rendu tout à fait supportable par l'utilisation de la microélectronique.

Une technologie encore plus avancée consisterait dans le traitement de textes par l'intermédiaire d'un système sans papier, ou du moins n'utilisant que du papier imprimé par ordinateur. Tous les dossiers seraient accessibles soit par voie d'affichage sur un écran, soit sous forme imprimée. Des microfilms spéciaux pourraient conserver certains textes et certaines données pour mémoire. En suivant le chemin de cette technologie, on pourrait

s'épargner toute l'étape de la dactylographie automatique programmée. Cependant, la difficulté que la réalisation d'un tel système implique du point de vue de l'organisation est probablement encore très grande.

4. QU'EN EST-IL DE LA SOCIÉTÉ POST-INDUSTRIELLE?

C. Clark et J. Fourastié prévoyaient que le secteur économique dit tertiaire, autrement dit celui des activités moins productives des administrations et des bureaux publics et privés, ainsi que des services privés et publics, serait en mesure de compenser les diminutions d'emplois dans les secteurs hautement productifs de l'industrie et de l'agriculture. Cette évolution se trouvant confirmée par les statistiques, nous pensons aujourd'hui en termes de «société post-industrielle» (Daniel Bell).

Dans les économies européennes, le nombre de personnes employées dans l'agriculture est en baisse et continuera de diminuer, touchant ainsi un grand nombre d'individus. La baisse beaucoup plus rapide du nombre de ceux qui travaillent dans la production industrielle se poursuivra, sans qu'il soit possible de transférer le personnel ainsi libéré dans les activités administratives ou de bureau des entreprises industrielles.

Nous devons donc nous demander si le secteur des services publics ou privés est en mesure d'absorber la population active en provenance de l'agriculture ou de l'industrie (production ou travail de bureau). Pour répondre à cette question, il faut examiner, domaine par domaine, toutes les statistiques relatives au secteur des services:

Transports: (1) information, (2) chemins de fer, (3) transports maritimes. Dans tous ces secteurs, l'emploi est soit déjà stabilisé, soit en voie de diminution. Cette évolution se poursuivra.

Distribution: le traitement informatique des données et des textes et surtout le remplacement des caisses enregistreuses par des systèmes de terminaux intégrés («integrated cash register terminals») entraîneront certainement une diminution du personnel employé.

Banques et assurances: le traitement informatique des données et des textes, combiné avec l'utilisation de terminaux intégrés pour la comptabilité (online banking) entraînera une diminution du personnel employé.

Administration publique: le traitement informatique des données et des textes, les services de multicopie et quelques autres technologies permettant d'économiser la main-d'œuvre éviteront un accroissement du nombre des employés. La législation de sécurité sociale dans l'administration publique contient des dispositions très efficaces contre le licenciement, le déclassement, etc. Mais cela n'empêchera pas une diminution des effectifs. Si nécessaire, on ne remplacera aucun des employés quittant leur travail pour cause d'âge, de mariage, d'enfants ou autre. Le nombre des employés dans le secteur public diminuera plus lentement que dans d'autres, mais il diminuera.

Branches du secteur des services où l'emploi va augmenter: il existe quelques branches à l'intérieur de ce secteur où une augmentation de l'emploi est probable et nécessaire. Pour autant qu'on puisse en juger aujourd'hui, cela concernera principalement des activités

relevant du secteur public ou placées sous l'influence de l'administration publique. Ce sont:

— l'éducation;
— la recherche et le développement;
— les services sociaux au sens le plus large, y compris la santé, les services d'information et de conseil, les services de réhabilitation, etc.;
— les hôtels et les restaurants;
— les transports routiers;
— les transports aériens.

Selon les hypothèses du présent article, notamment celle qui consiste à penser que la microélectronique jouera un rôle technique déterminant au cours de la prochaine décennie, il semble qu'il n'y ait pas de place pour une société industrielle ou post-industrielle. Les possibilités d'emploi seront moins nombreuses dans le secteur industriel et dans celui des services publics et privés qu'elles ne le sont actuellement et les besoins de main-d'œuvre de l'agriculture continueront de diminuer à la faveur de ce qu'on appelle la «révolution verte».

Il y aura un accroissement de la production tant dans les bureaux des entreprises industrielles que dans les services. Cependant, il n'y aura pas d'augmentation correspondante de l'emploi. Dans chacune des branches de l'industrie, comme dans les services, un petit nombre de domaines pourront connaître un accroissement de l'emploi, mais pas suffisamment pour absorber tous ceux qui auront des difficultés d'emploi. Dans certains secteurs, surtout ceux qui appliquent la microélectronique dans la production, quelques entreprises réaliseront des taux de croissance assez élevés pour engager du personnel additionnel. En même temps, d'autres entreprises seront en mesure d'accroître leur chiffre d'affaires, mais ne pourront pas conserver leur effectif de personnel à un niveau stable. Et comme cette nouvelle technologie offre sans arrêt de nouvelles possibilités, il y aura de surcroît beaucoup de sociétés qui échoueront parce qu'elles n'auront pas bien tenu compte des risques de l'innovation, et d'autres qui échoueront parce qu'elles n'auront pas ressenti le besoin d'innover.

Suite à cette évolution, beaucoup de pays hautement développés, qui ont déjà des taux de chômage relativement élevés, ne seront pas en mesure de réduire ces taux et seront, en fait, en danger permanent de voir leurs taux de chômage devenir encore plus élevés. Ce seront les femmes qui seront les plus touchées par ce phénomène [25].

5. EXIGENCES DU POINT DE VUE DES QUALIFICATIONS

Il est très difficile de prévoir les exigences que posera la microélectronique du point de vue des qualifications. J'ai relevé plus haut que dans le passé un petit nombre seulement de personnes bénéficiaient des avantages du changement technique dans la production. Pour d'autres, il représentait une cause de déclassement ou de perte totale ou partielle de la possibilité d'utiliser les aptitudes et l'expérience acquises. Déjà le progrès technique obligeait à un important effort de recyclage. Cela ne changera pas. On en a déjà la preuve dans les domaines où la microélectronique s'est substituée à la mécanique. Le télex en est un bon

exemple. Le nombre de pièces à assembler pour faire un télex a été réduit de 37%[26]. En conséquence, il a fallu moins d'ouvriers pour produire et assembler ces pièces. Dans les chaînes d'assemblage, en particulier, beaucoup d'ouvriers se sont trouvés déclassés de 1 à 4 classes sur un total de 12. Dans un autre cas, l'entreprise et le syndicat se sont entendus pour limiter le déclassement à un maximum de deux échelons. Un exemple type est celui de la fonction d'inspection finale du télex au bout de la chaîne d'assemblage. Qu'il s'agisse d'un télex mécanique ou microélectronique, la personne qui remplit cette fonction décide si un article est bon pour la livraison ou s'il doit être réparé. Cette personne exécute elle-même les travaux de réparation nécessaires. Dans le cas du télex mécanique, cette personne se trouvait dans la classe 10, relativement élevée dans l'échelle des salaires. Lorsque la microélectronique fut introduite, elle dut se recycler pendant plusieurs mois et remplit maintenant de nouveau la même fonction que précédemment, mais sur la base de la microélectronique. Malgré son recyclage, elle est descendue d'un échelon dans l'échelle des salaires.

Les déclassements ont été si fréquents, que le syndicat a lancé une grève spéciale, principalement axée sur la protection contre le déclassement. Le syndicat a finalement gagné la partie et obtenu une réglementation relativement satisfaisante.

D'un autre côté, on discute beaucoup de la nécessité de renouveler les qualifications des travailleurs. Surtout dans la production, il est aujourd'hui reconnu que le taylorisme n'est plus une solution. En même temps qu'un niveau d'éducation plus élevé, les travailleurs ont également des aspirations qui ne leur permettent plus d'accepter n'importe quel travail. Les employeurs, de leur côté, veulent avoir une flexibilité accrue. Ils passent de la production de masse à celle de séries plus petites ou moyennes. Ils ne veulent donc plus ni de la machine à usage unique ni de l'homme à usage unique. Ils ont besoin d'ouvriers polyvalents.

En relation avec cette évolution, il se pourrait que la microélectronique soit utilisée comme moyen de rendre le travail humain de nouveau plus intéressant. On discute, par exemple, de la possibilité de transférer à nouveau une partie importante de la programmation du travail à l'opérateur de machines. Cela pourrait se produire avec les machines à contrôle numérique ou à contrôle numérique par ordinateur, qui pourraient même être programmées par les opérateurs[27]. Une autre possibilité s'offre en relation avec le développement du software. Le bon fonctionnement d'un système microélectronique dépend de la qualité du software. L'expansion de la microélectronique crée de nouveaux besoins en matière de software. A cet effet, il faut du personnel qualifié.

Mais les travaux de maintenance et de réparation deviennent, quant à eux, plus faciles dans la mesure où il s'agit de microélectronique. La réparation se réduit à trois étapes: (1) l'utilisateur échange des plaques standardisées; (2) le producteur décide si la réparation se justifie; (3) le producteur jette la plaque ou commence la réparation.

Dans les bureaux, la division du travail et le taylorisme continuent de progresser. En particulier, la concentration du travail de dactylographie dans des «pools» spéciaux de dactylographie est une tendance qui pourrait se renforcer, car le traitement automatique de textes fait appel à ce genre d'organisation du travail. Ce serait cependant regrettable que juste au moment où nous commençons à réaliser que le taylorisme dans la production était une erreur, nous rééditions cette même erreur dans le travail de bureau.

Dans les bureaux, les tâches plus qualifiées seront également touchées. Avec le développement du traitement informatique des données et des textes, les groupes et les

départements pourront accomplir le même volume de travail ou même un volume supérieur avec moins de personnel. Dans ces conditions, non seulement beaucoup de dactylos et de secrétaires, mais aussi quelques personnes faisant partie des cadres moyens deviendront superflus.

La conception de systèmes assistée par ordinateur («computer-aided design») aura des conséquences encore plus dramatiques. Les victimes en seront les dessinateurs techniques et les ingénieurs de construction. Ceux qui resteront nécessaires pour la conception assistée par ordinateur y trouveront probablement des avantages, car ils pourront se concentrer sur des tâches relativement créatives. Ceux dont on n'aura plus besoin devront probablement faire face à un avenir plutôt difficile.

6. CONDITIONS DE TRAVAIL

Dans la République fédérale allemande, il y a maintenant plusieurs années que les syndicats essaient d'introduire de nouvelles stratégies de négociation collective. Dans les années 1960, ils mettaient l'accent sur l'accroissement des revenus et la semaine de 40 heures. Ce n'est qu'à la fin de cette décennie qu'ils ont engagé les premières négociations sérieuses visant à obtenir une protection spéciale contre les effets négatifs des équipements permettant d'économiser la main-d'œuvre. Au début des années 1970, la qualité des conditions de travail est devenue une préoccupation de plus en plus importante. En 1978, nous avons eu plusieurs grandes et longues grèves étroitement liées au changement technologique et à la microélectronique. Il s'agissait dans tous les cas d'obtenir une meilleure protection en cas de licenciement, de déclassement, de transfert, de recyclage, etc. Cette tendance est considérée comme destinée à se poursuivre. Les syndicats de la RFA savent qu'ils ne peuvent empêcher le changement technique, mais ils veulent avoir un contrôle sur son introduction ainsi que sur ses effets sociaux. Ils savent certainement que même les meilleurs résultats de négociations ne peuvent pas remplacer une politique et une stratégie étatique du plein-emploi.

7. CENTRALISATION ET DÉCENTRALISATION

Dans le passé, le changement technique a considérablement contribué à la centralisation des activités économiques. Cela pourrait être modifié dans une certaine mesure par la microélectronique. Les formes de communication à venir permettent une production et une administration décentralisées. Cela ne signifie certainement pas que les entreprises multinationales ou grandes auront moins de pouvoir. Cela représente la possibilité de devenir beaucoup plus indépendant de la localisation géographique. L'administration, la planification, la direction des opérations de production et la production elle-même peuvent toutes être localisées à des endroits différents. Cela permettra de s'établir dans des régions beaucoup mieux structurées du point de vue économique. Ces nouvelles formes de communication renforceront certainement le pouvoir des grandes entreprises et des multinationales, parce qu'elles disposeront de systèmes de contrôle et de direction beaucoup plus flexibles. Les petites et moyennes entreprises pourront cependant aussi tirer avantage de la microélectronique. Certains types d'équipements utilisés pour la production comme aussi

dans le traitement informatique de données et de textes, encore relativement chers aujourd'hui et donc en un certain sens exclusifs, deviendront abordables pour les entreprises petites et moyennes à l'avenir. La microélectronique pourrait peut-être rééditer ce qui s'est produit lors de l'introduction de la machine électrique: permettre la survie des entreprises petites et moyennes.

8. LE PROBLÈME DE L'EMPLOI

Le problème le plus difficile sera celui d'atteindre à nouveau et de conserver le plein-emploi. Dans les conditions actuelles, l'introduction de la microélectronique réduira les possibilités d'emploi dans la production, les bureaux et les services. Dans le passé, les économies de main-d'œuvre réalisées grâce au changement technique pouvaient, dans beaucoup de cas du moins, être compensées par des taux de croissance économique relativement élevés. Cela n'était d'aucun secours pour les individus et les entreprises touchés, mais aidait l'économie dans son ensemble. Comme je l'ai dit plus haut, tous les pays industrialisés ont eu de la peine à réaliser des taux de croissance suffisants depuis le début des années 1970. Une des raisons les plus importantes en est la succession des crises pétrolières.

La première question à poser est de se demander quelle contribution la microélectronique est susceptible de pouvoir apporter à la croissance économique. Une première réponse est celle des chiffres cités plus haut concernant l'industrie allemande des équipements de bureau et de l'informatique. Ils montraient un énorme accroissement de la production et en même temps une diminution du nombre des personnes employées. Les raisons en étaient l'augmentation extrêmement marquée de la productivité et la simplification de la production.

Ce second aspect n'a pas encore été discuté. Il est important parce que l'extraordinaire économie de matières premières que représente la microélectronique par rapport à la mécanique fait que la substitution de la première à la seconde réduit en même temps la valeur ajoutée possible. C'est ce qui explique l'effet d'économie de capital.

La prochaine question à poser est de savoir si un produit donné contenant des éléments microélectroniques sert l'investissement ou la consommation. Les biens d'investissement sont utilisés pour la production. C'est pourquoi ils ne sont achetés que si leur efficacité est supérieure à celle des biens auxquels ils se substituent. Nous pouvons ainsi nous attendre à ce que tous les biens d'investissement utilisant la microélectronique aient un effet d'économie de main-d'œuvre élevé. Ceci est certainement vrai pour ce qui est des équipements de bureau et d'informatique, dans la production desquels la productivité est élevée et qui, de surcroît, augmentent de leur côté la productivité dans les domaines où ils sont utilisés. Leurs utilisateurs s'en servent pour introduire de nouveaux processus permettant d'économiser la main-d'œuvre. Ce même effet se retrouve pour beaucoup d'autres biens d'investissement utilisant la microélectronique.

La situation est différente lorsqu'il s'agit d'un produit de consommation. Dans ce cas, il faut distinguer 4 possibilités: (1) les produits existants commencent à devenir obsolescents; (2) les produits existants peuvent être produits avec une efficacité plus élevée; (3) les produits

existants sont de qualité supérieure en raison de l'adjonction de nouvelles fonctions; (4) on introduit des produits complètement nouveaux qui dépendent de la microélectronique.

Lorsqu'on considère ces 4 catégories. il devient tout à fait évident que des emplois seront définitivement détruits au cas où des produits existants commencent à devenir obsolescents. Il en va de même dans celui où des produits existants peuvent être produits avec une plus grande efficacité, à l'exception toutefois du cas où le produit est vendu à un prix si bas que la demande s'en trouve stimulée; il se peut alors que le producteur soit en mesure de compenser les économies de main-d'œuvre par un accroissement plus que proportionnel de la production.

La question de savoir si des produits de qualité supérieure, parce que dotés de fonctions additionnelles, permettent de créer plus d'emplois reste ouverte. L'amélioration de la qualité par l'adjonction de nouvelles fonctions sur la base de la microélectronique pourrait néanmoins impliquer encore une économie de main-d'œuvre. Cependant, de tels produits peuvent entraîner des ventes accrues, et, de ce fait, en théorie du moins, la création d'emplois additionnels. Cela dépend certainement de la façon dont les consommateurs réagissent à l'amélioration de la qualité. Dans certains cas, même des améliorations très élevées de la qualité (par exemple la télévision-couleur) mettent beaucoup de temps à être adoptées par la majorité des consommateurs.

Du point de vue de l'emploi, seuls les produits complètement nouveaux revêtent une importance vitale. Jusqu'ici le nombre de produits réellement nouveaux (par exemple, les jeux de télévision) est resté très limité. Cela n'est pas étonnant. C'est plutôt normal. En l'état actuel, et encore pendant un certain temps, la microélectronique offre tellement de possibilités d'économies de main-d'œuvre et de capital dans les biens d'investissement que ce sont principalement ces possibilités qui retiennent l'intérêt des producteurs et des utilisateurs. Comme beaucoup de produits d'investissement bien connus peuvent être produits meilleur marché pour une qualité souvent supérieure, il est relativement normal que tout le monde essaie de tirer parti de cette chance. La création d'un produit de consommation complètement nouveau est une innovation qui implique beaucoup plus de risques que la production à meilleur compte de biens connus.

Dans le très long terme, toutefois, la microélectronique ouvre la voie tout à la fois à des améliorations de la qualité si élevées que la demande s'en trouvera stimulée et à la création de produits complètement nouveaux qui entraînera certainement celle de nouveaux emplois. Mais il s'écoulera beaucoup de temps jusqu'à ce qu'on passe d'une application de la microélectronique avant tout axée sur le renouvellement des processus de production («process innovation») à des applications principalement axées sur le renouvellement des produits («product innovation»).

Les questions sont dès lors les suivantes: (1) que faire en attendant, et (2) la microélectronique appliquée à l'innovation des produits permettra-t-elle ou non d'atteindre un taux de croissance suffisant pour que nous puissions conserver le plein emploi dans les conditions actuelles.

Je ne pense pas que la période d'innovation dans le domaine des produits de consommation commencera avant 5 ou 10 ans, sauf quelques exceptions. Même quand nous serons en plein dans cette période d'innovation, je ne pense pas qu'on pourra atteindre de nouveau et maintenir le plein-emploi par la création de beaucoup de nouveaux produits

(y compris les ordinateurs domestiques). Et je ne crois pas que notre gouvernement puisse s'offrir le luxe d'une nouvelle période de 5 ou 10 ans, voire même plus, avec des taux de chômage croissants[28].

Je voudrais faire deux suggestions. La première n'est pas très originale. Elle est de mieux répartir le travail disponible entre ceux qui souhaiteraient travailler. C'est faisable en réduisant la durée du travail. Il est important de relever à cet égard que le temps que chaque individu passe au travail au cours de sa vie doit être réduit. Les employeurs allemands se battent très vigoureusement contre tout mouvement en direction de la semaine de 35 heures. Ils sont disposés à admettre et ont déjà accepté dans plusieurs cas la formule des 6 semaines de vacances annuelles destinée à être introduite au début des années 1980; ils sont également disposés à payer plus pour la période des vacances du fait qu'il revient plus cher d'être en vacances que de travailler. En revanche, ils ne veulent pas qu'on touche à la semaine de 40 heures. Comme la semaine de 35 heures n'est pas la seule façon possible de réduire le temps de travail, les syndicats doivent imaginer d'autres moyens pour atteindre ce but. Mais je ne vois pas de possibilité d'éviter l'introduction de semaines de travail plus courtes à l'avenir. Les arguments utilisés aujourd'hui contre la semaine de 35 heures sont exactement les mêmes que ceux utilisés quand les syndicats se battaient pour la semaine de 48 ou de 40 heures. Il est certain, qu'à long terme, on va vers une réduction du temps de travail et cela pourrait créer des conditions complètement nouvelles pour la vie active[29].

Nous devrions garder à l'esprit le fait que la réduction des heures de travail ne saurait s'opérer que progressivement. Elle devrait être considérée comme un instrument qui peut être utile et qui peut aider à améliorer la situation sur le marché de l'emploi. Ce n'est cependant en aucun cas un instrument qu'on peut appliquer brusquement de façon que tous les problèmes d'emploi puissent être résolus d'un coup. C'est pourquoi il nous faut des politiques additionnelles pour prévenir un accroissement du chômage.

Ma seconde suggestion serait d'influencer et d'accélérer le rythme de la croissance économique. On peut s'y prendre de différentes manières. L'une d'elles consiste à renforcer la croissance quantitative. Dans ce cas, le gouvernement dépense de l'argent pour stimuler l'économie sans s'occuper de ce qui arrive du point de vue qualitatif. Etant donné qu'une société comme la nôtre, en République fédérale allemande, est disposée à accepter plus de 15 000 morts par an sous la forme d'accidentés de la route, je peux me permettre d'utiliser un exemple théorique très cynique. Admettons par hypothèse que le gouvernement promette une prime à quiconque se trouverait impliqué dans un accident d'automobile. Cela augmenterait certainement le nombre d'accidents et, par conséquent, le nombre de nouvelles voitures vendues et le volume des réparations de voitures endommagées, comme aussi le nombre des enterrements, la quantité de fleurs vendues, le rythme d'activité des médecins, du personnel hospitalier, les ventes des pharmacies et de beaucoup d'autres secteurs. Le produit national augmenterait. C'est exactement ce que fait une société qui ne s'occupe que des effets quantitatifs, pas nécessairement en stimulant les accidents de la route, mais en stimulant la consommation d'énergie, le gaspillage des ressources, la pollution, etc. L'autre solution serait de rechercher ce que nous appelons une croissance qualitative. Dans ce cas, le gouvernement dépenserait de l'argent pour stimuler des activités qui contribuent à l'amélioration de la qualité de vie. Mais il est important de diriger la production industrielle vers de nouveaux domaines. Ces domaines doivent être orientés vers l'avenir et adaptés aux besoins des années 1980 et 1990. Ces besoins, on les connaît bien. Ils recouvrent des produits

et des systèmes répondant aux problèmes qui se posent en relation avec les catastrophes naturelles, la pollution, les accidents, l'éducation, les services publics et privés, l'infrastructure, la conservation de l'énergie et des autres ressources et l'accroissement de la qualité des places de travail. Tous ces problèmes ne peuvent être résolus qu'à l'aide de produits fabriqués pour la plupart par l'industrie. Mais l'industrie manufacturière est encore principalement orientée vers les années 1960, c'est-à-dire une période de croissance purement quantitative.

L'industrie manufacturière a besoin d'être complètement restructurée pour répondre aux problèmes de l'avenir. Ce n'est qu'à cette condition qu'il sera possible de créer des emplois additionnels pour les personnes remplacées par la microélectronique ou d'autres types de changements techniques. La microélectronique contribuera de beaucoup de manières différentes à la croissance qualitative. C'est un important moyen d'économiser l'énergie, par exemple. Mais elle ne peut résoudre le problème de l'énergie à elle seule. D'autres activités sont donc nécessaires [30].

Les réflexions ci-dessous ont été ajoutées pour répondre aux souhaits de certaines personnes. Je voudrais souligner qu'elles portent sur des problèmes d'avenir très importants mais qu'en l'état actuel de nos connaissances elles sont de caractère plutôt spéculatif. D'un autre côté, cet article devait se borner à traiter des aspects quantitatifs et qualitatifs de l'emploi. Beaucoup de questions, telles que la société informatisée («information society»), la protection des données et les stratégies des gouvernements, des syndicats et des employeurs n'ont donc pas pu être abordées du tout.

9. PAYS DÉVELOPPÉS ET PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT

Du point de vue de la capacité technique d'utiliser la microélectronique, il faut distinguer trois types de pays: (1) les Etats-Unis et le Japon, qui sont technologiquement les plus avancés; (2) les pays européens hautement développés; et (3) les pays en voie de développement.

Entre (1) et (2), il y a une concurrence très forte. Les pays de la catégorie (2) font de très grands efforts pour rester dans la course. Dans beaucoup de cas, leurs entreprises tendent à reprendre des sociétés aux Etats-Unis ou au Japon ou à collaborer avec des sociétés efficaces de ces pays en vue d'accéder au savoir-faire de ces entreprises qui sont à la pointe du progrès. Les pays moins développés n'ont pas cette possibilité. Ils sont certainement en mesure d'acheter du hardware, mais ils ne peuvent pas développer le software nécessaire. Dans certains cas, ces pays peuvent participer à l'application de la microélectronique en effectuant des opérations d'assemblage pour certaines entreprises multinationales qui tirent parti d'une main-d'œuvre bon marché. D'un autre côté, l'effet d'économie de capital et de main-d'œuvre associé à la microélectronique entraînera le transfert des technologies de production conventionnelles vers les pays moins développés, parce que les pays hautement développés pourront alors se permettre de continuer certaines productions en dépit du coût élevé de la main-d'œuvre.

Les pays moins développés n'auront qu'un accès limité à la production de produits comprenant des éléments de microélectronique. Ils seront en revanche des utilisateurs de cette technologie. En premier lieu, ils pourront l'acquérir à des prix plus raisonnables que

ceux qu'ils paient actuellement pour des produits comparables. En second lieu, l'efficacité des produits équipés de dispositifs microélectroniques est particulièrement élevée, parce qu'ils sont d'un usage et d'un entretien relativement faciles. Les équipements microélectroniques seront d'un grand secours dans beaucoup de pays à conditions climatiques difficiles. Cependant, le fait d'être utilisateurs et non producteurs d'équipements microélectroniques aura pour effet que la situation économique de beaucoup de pays en voie de développement sera pire qu'elle ne l'est aujourd'hui. Ils sont incapables de participer au nouveau développement, mais ils sont obligés d'en acheter les résultats. Pour autant qu'on puisse en juger aujourd'hui, il semble qu'ils vont se trouver en face de difficultés encore plus grandes au point de vue de leur balance des paiements. Seuls les pays qui ont accès à des ressources extrêmement rares auront une chance de jouer un rôle relativement indépendant dans le nouveau jeu. Il y a très peu de chances pour que la microélectronique puisse contribuer de façon positive à la réalisation d'une meilleure répartition des richesses entre les nations. Ce sera probablement plutôt l'inverse [31]. Si les pays développés tiennent vraiment à faire face à cette situation de manière adéquate, ils doivent accroître considérablement leur aide aux pays moins développés. Comme chacun sait, cela n'est cependant réalisable que si les pays développés sont en mesure de renforcer leur croissance économique, ce qui n'est possible que s'ils parviennent à résoudre leurs propres problèmes.

10. NOUVEAU RÔLE DE L'ÉDUCATION

A long terme, les problèmes d'emploi liés au changement technique et résultant notamment de l'utilisation intensive de la microélectronique ne pourront être résolus qu'au moyen de réductions accrues et substantielles des heures de travail. Cela modifiera considérablement les conditions de vie des individus. En 1919, on introduisait la journée de 8 heures et la semaine de 48 heures. Au début des années 1960, on passait à la semaine de 40 heures, avec environ 3 semaines de vacances par an. Nous sommes au début des années 1980 et nous avons toujours la semaine de 40 heures, mais environ 6 semaines de vacances par an. Quelle sera la situation en l'an 2000? Et quand arriverons-nous au point où, par rapport aux heures de loisirs, les heures de travail seront plus ou moins négligeables? Pour supporter ce genre de vie, il faudra une éducation bien différente.

Dans le passé, l'éducation avait 2 fonctions: premièrement, celle de nous apprendre comment amplifier notre capacité de travail, et deuxièmement, celle de nous apprendre à nous acquitter d'une certaine tâche pendant toute notre vie active. Actuellement, l'éducation a toujours les mêmes fonctions. Mais déjà, nous n'avons plus besoin de savoir faire un même travail pendant toute notre vie active. Nous avons besoin d'être préparés à changer de travail et à acquérir de nouvelles connaissances pour d'autres tâches.

Pour l'avenir, nous pouvons espérer que nous serons en mesure de ne plus avoir à nous occuper du problème du développement de capacités statiques. En revanche, nous aurons besoin de beaucoup plus de flexibilité qu'aujourd'hui pour pouvoir nous adapter à des tâches très différentes. Et puisque le travail ne sera pas le principal but de la vie humaine, l'éducation acquerra de surcroît une valeur en soi dans tous les groupes et dans toutes les classes de la population. L'éducation devra offrir de nouveaux buts à des gens qui ne seront plus des esclaves du travail mais les maîtres de beaucoup de temps libre. Ce sera une société très différente de celle à laquelle nous sommes habitués. La question sera de savoir comment motiver les gens pour la tâche consistant à structurer ce nouveau type de société [32].

[1] Günter Friedrichs: «Technischer Wandel und Beschäftigung» in *« Technologie und Politik »*, vol. 10 (1978), Hambourg, pp. 6–27.

[2] Krengel et al.: *« Produktionsvolumen und -potential, Produktionsfaktoren der Industrie im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland, Statistische Kennziffern »*, vol. 10, 1970–1977, Berlin 1978.

[3] Günter Friedrichs: «Technischer Fortschritt und Beschäftigung in Deutschland», in Günter Friedrichs (éd.): *« Automation in Deutschland und in den USA »*, Francfort, 1963, pp. 80–132.

[4] Krengel et al.: même référence que sous 2), calculs de l'auteur d'après vol. 16 et 20.

[5] Kern/Schumann: «Industriearbeit und Arbeiterbewusstsein», 2 tomes, projet de recherche l'Agence nationale pour la productivité (RKW): *« Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Wandels in der Bundesrepublik Deutschland »*, vol. 8, Francfort, 1970.

[6] H. O. Vetter (éd.): *« Humanisierung der Arbeit als gesellschaftspolitische Aufgabe »*, Francfort-Cologne, 1974; James R. Bright: «Lohnfindung an moderner Arbeitsplätzen in den USA», in *« Automation in Deutschland und in den USA »*, même référence que sous 3), pp. 133–193.

[7] En dépit du développement de nouvelles technologies d'acquisition de données, la perforation de cartes continuera encore pendant un certain nombre d'années.

[8] Friedrich Bauer: «Technologische Trends und ihre Auswirkingen auf die Lage der Beschäftigten», in *« Technologietagung 1977, Strukturelle Arbeitslosigkeit durch technologischen Wandel »*, Revue de l'IG Metall, vol. 72, Francfort 1977, pp. 17–29,

[9] Daly: *« K2 – The Importance of Microprocessors to Society »*, manuscrit, US-OTA, novembre 1978.

[10] Gert Lorenz: «Einsatz von Mikroprozessoren als Faktor internationaler Wettbewerbsfähigkeit», in *« Rationalisierung »*, vol. 30, (1979), pp. 31–34.

[11] Günter Friedrichs: «Technischer Wandel: Substitution von Arbeit durch Kapital?» in *« Schriftenreihe des Instituts für Kapitalmarktforschung »*, vol. 11, Francfort 1975, pp. 137–163.

[12] Erich Staudt: *« Rationalisierung une betriebliche Elastizität »*, in: FB/IE 27/1978, pp. 373–379.

[13] Voir les possibilités d'applications énumérées dans: Vahlbert/Wiemann: «Mikroprozessoren und Mikrocomputer», étude n° 2 in Agende nationale de la productivité (RKW) (éd.): *« Mikroprozessoren und Mikrocomputer »*, Francfort 1978, 2e édition, pp. 63–122.

[14] Cf. 2).

[15] IG Metall (éd.): *« Branchenkonferenz Uhren »*, Francfort 1975. P. Töpfer: *« Auswirkungen der Technologieentwicklung auf Arbeitsplätze und Unternehmen in der Deutschen Uhrenindustrie »*, manuscrit, Nieder-Roden, 1978.

[16] Bauer, cf. référence sous 8); beaucoup d'autres exemples et de tendances sont citées dans «Forschungsgruppe Arbeit und Gesundheit» (éd.): Brigitte Robak, *« Neue Technologien — Diskussionspapier »*, Dortmund 1978;

Ernst Hofmeister: «Mit der Mikrolektronik in das letzte Viertel dieses Jahrhundert», tiré-à-part de *« Siemens-Zeitschrift »*, sans indication de l'année, p. 8.

[17] Klaus Ohletz: *« Mikroprozessoren — Anwendung von Mikroprozessoren im Machinenbau – Vorstudie »*, Hirblingen, 1977.

[18] Vahlberg, Wiemann, cf. 12).

[19] Günter Friedrichs: «Soziale und wirtschaftliche Aspekte bei Verwendung von Industrierobotern», in *« Rationalisierung »*, vol. 24 (1973), pp. 247–251. Des observations de fait sont abordées dans les résultats de deux projets de recherche sur les effets économiques et sociaux des robots industriels, terminés en 1978 mais non encore publiés. Cette recherche a été faite avec l'aide du Ministère fédéral allemand de la science et de la recherche.

Battelle: *« Soziale Implikationen der Einführung von Industrierobotern im Fertigungsbereich »*.

Soziobiologisches Forschungsinstitut Göttingen (SOFI): *« Industrieroboter im Volkswagenwerk »*.

[20] Wolfang Helmer: *« Ein freundlicher Golem in den Fabrikhallen »*.

[21] Günter Friedrichs: «Rationalisierung durch Einsatz von Mikroprozessoren — Auswirkungen auf Produktion und Beschäftigung», in Goser/Friedrichs: *« Rationalisierung durch den Einsatz von Mikroprozessoren — Auswirkung auf Produktion und Beschäftigung »*, pp. 20–45, éd.: Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen, Dormund, 1978, n° 191.

[22] Marlies Grüning: *« Auf dem Weg zur Verwaltungsfabrik? »*, Agence nationale de la productivité (RKW) (éd.), Francfort/M. 1978.

[23] Siemens (éd.): *« Büro 1990 »* (confidentiel), novembre 1976.

[24] Peisel: *« Zukunftsaspekte der Information und Kommunikation im Büro »*, manuscrit, document AWV du 4 octobre 1976.

[25] Jann Barron, Ray Curnow: *« The Future with Microelectronics »*, Londres 1979, p. 201.

[26] P. Niess et al.: *« Mikroprozessoren und Mikrocomputer »*, Agence nationale de la productivité (RKW) (éd.), 2e édition, Francfort 1978.

[27] Wolf Martin, Thomas Dickmann: «Ansätze zur Arbeitsbereicherung an NC-Maschinen durch Mikrocomputer», in *« Rationalisierung »*, vol. 30, 1979, pp. 43–46.

[28] Beaucoup d'auteurs traitent de l'effet d'économie de main-d'œuvre de la microélectronique.

Cf. Alexander King: «The role of Science and Technology», article non publié préparé pour *« OS DESAFIOS OA DECADA DE OTTENTA »*, Rio de Janeiro;

John Bessant, Ernest Braun, Russel Moseley: *« The Impact and Diffusion of Microelectronics in Manufacturing Industry »*, article non publié, Unité de politique de la technologie de l'Université de Aston;

Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (éd.): *« Auswirkungen der Mikroelektronik auf die Bayrische Wirtschaft »*, manuscrit, Karlsruhe 1978;

Battelle (éd.): *« Der Arbeitsmarkt in Baden-Württemberg »*, manuscrit, Francfort 1978.

Bundesministerium für Forschung und Wissenschaft (éd.): *« Modernisierung der Volkswirtschaft — Elektronik, Produktivität, Arbeitsmarkt. Diskussionsergebnis eines Gesprächskreises »*, manuscrit, Bonn 1979.

W. Dostal: «Die Beschäftigungswirkungen von Mikroprozessoren», in *« Rationalisierung »*, vol. 3, 1979, pp. 34–38. Une des études les plus stimulantes semble être celle de Prognos (éd.): *« Längerfristige Wirtschafts- und Arbeitsmarktentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland und Baden-Württemberg sowie Handlungsmöglichkeiten zur Sicherung der Vollbeschäftigung und des Wirtschaftswachstums »*, manuscrit, Bâle, 1978. Ce travail donne tout à la fois des projections jusqu'en 1990, y compris sur les effets de la microélectronique dans différentes branches de l'économie, et différentes stratégies de compensation présentées sous forme quantifiée. Mentionnons qu'au moins 12 projets de recherche sur les effets de la microélectronique sont actuellement en cours dans la République fédérale allemande; malheureusement ils ne sont pour la plupart pas coordonnés entre eux.

[29] A cet égard, Louis Emmeri propose de très intéressantes solutions de rechange: *« The social Economy of Today's Employment Problem in the Industrialized Countries »*, European Ass. of Development Research and Training Institutes — Working group on Economic Restructuring; manuscrit, juillet 1979.

[30] Cf. liste de stratégies de rechange dans Ernest Braun: *« Microelectronics and Employment »*, Unité de politique de la technologie, Université de Aston, article non publié, p. 2. Pour des raisons historiques, il pourrait être désirable de mentionner que l'assemblée de 1971 du syndicat des ouvriers métallurgistes de la RFA a adopté une résolution qui demandait pour la première fois une croissance qualitative. En 1972, le même syndicat a organisé une grande conférence internationale (ouverte par le Président de la République fédérale allemande) sur le sujet de la qualité de vie (cf. G. Friedrichs (éd.); *« Qualität des Lebens »*, vol. 10, Frankfort 1972–1974).

[31] Alexander King, cf. 28) et Juan F. Rada: *« Microelectronics, information technology and its effects on developing countries »*, article non publié préparé pour la Conférence sur les problèmes socioéconomiques et les applications potentielles de la microélectronique au travail, Centre de Vienne, juillet 1979.

[32] Des idées très importantes et très motivantes ont été présentées par Adam Schaff dans «Bildung in einer automatisierten Gesellschaft», in Günter Friedrichs (éd.): *« Qualität des Lebens »*, vol. 2, Francfort 1973, pp. 85–101.