



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

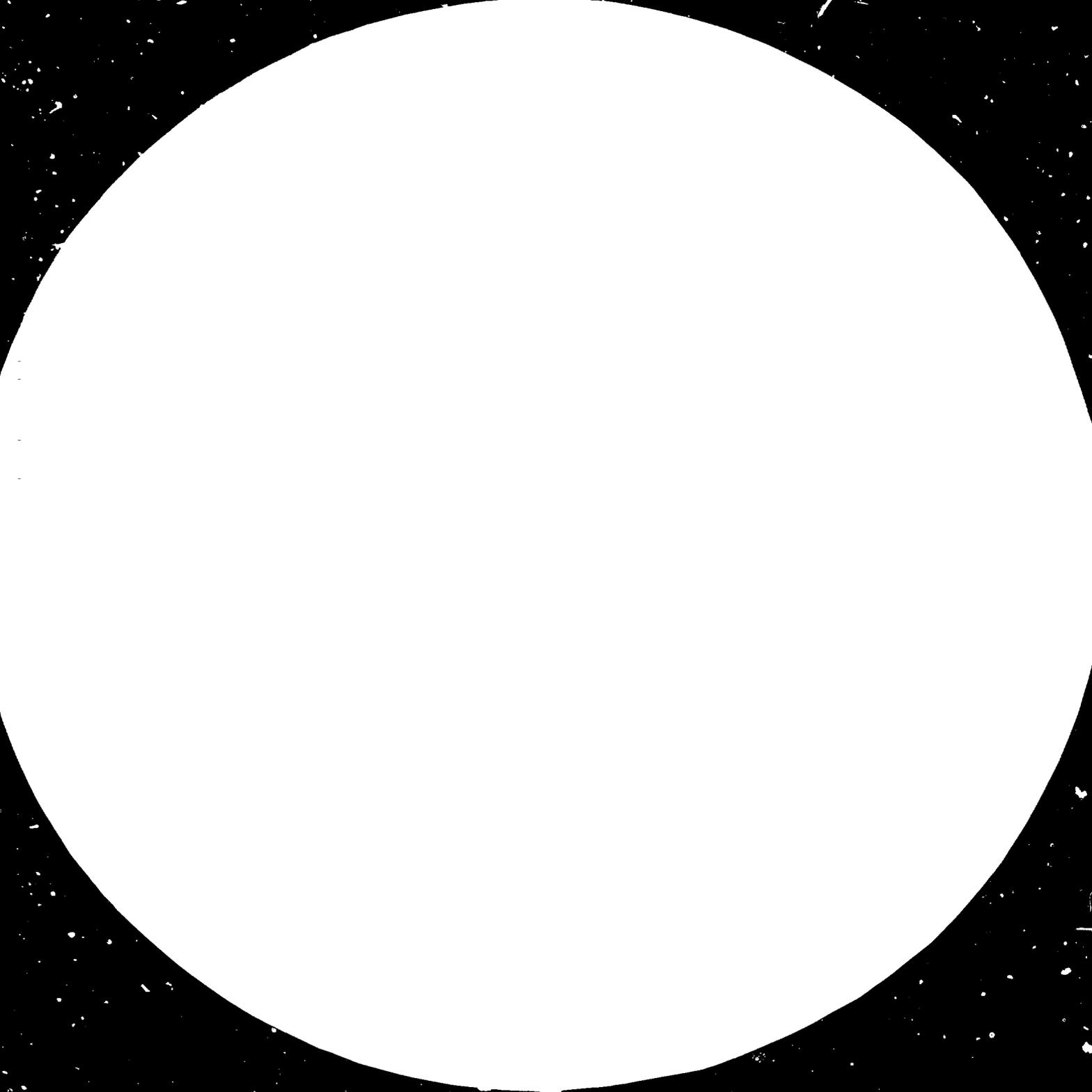
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





10709-F

Distr.  
LIMITEE

UNIDO/IS.246  
5 août 1981

ORGANISATION DES NATIONS UNIES  
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

FRANCAIS  
Original: ANGLAIS

IMPLICATIONS DE LA MICRO-ELECTRONIQUE  
POUR LES PAYS EN DEVELOPPEMENT:  
ETUDE PRELIMINAIRE<sup>\*/</sup>

préparée par  
le Secrétariat de l'ONUDI

000000

<sup>\*/</sup> Ce document est la traduction d'un texte qui n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle. Le projet en a été discuté lors de l'Echange de vues d'experts sur les implications pour les pays en développement des progrès technologiques en matière de micro-électronique, tenu à Vienne, Autriche, du 10 au 12 juin 1981. Il a été tenu compte dans ce document des commentaires émis au cours de cette réunion.

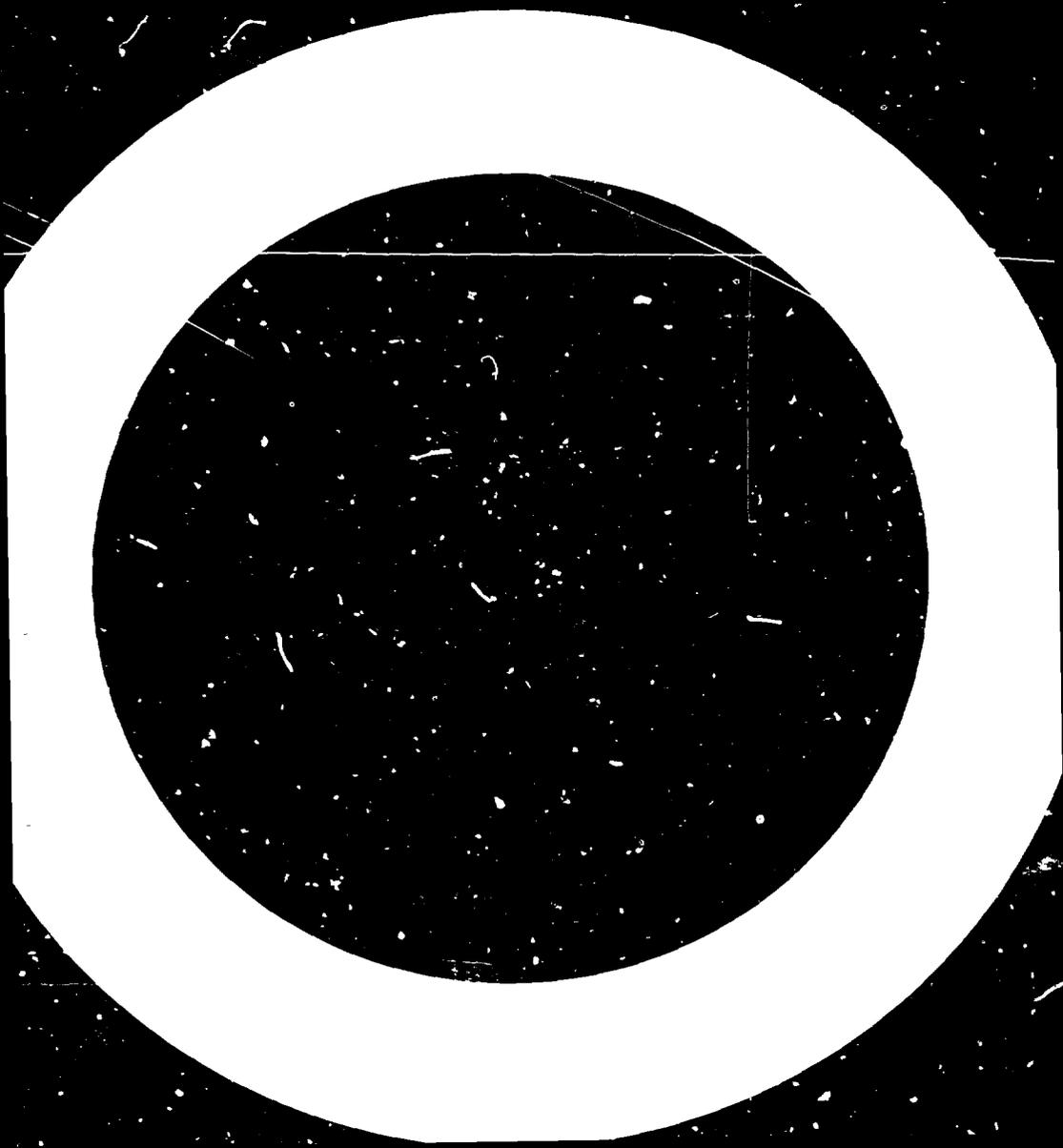


TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
Introduction	1 - 3
I. La micro-électronique en tant qu'industrie	4 - 7
II. La micro-électronique, outil au service de l'information	8 - 13
III. Les applications de la micro-électronique en secteur industriel	14 - 25
IV. Les applications de la micro-électronique spécifiquement adaptées aux pays en voie de développement	26 - 28
V. L'action à l'échelon national dans les pays en voie de développement	29 - 33
a. Structures des politiques	34 - 39
b. Capacités technologiques	39 - 45
VI. L'action à l'échelon international	46 - 48
VII. Remarques et conclusions	49 - 50
Annexe	51 - 56

Abréviations

CA	conception automatisée
FA	fabrication automatisée
ADN	acide désoxyribonucléique
TEI	traitement électronique de l'information
CESAP	Commission économique et sociale pour l'Asie et Le Pacifique, Bangkok
CIRD	Centre international de Recherche et de Développement, Ottawa
FITI	Fédération internationale pour le Traitement de l'Information, Genève
OCDE	Organisation pour la Coopération et le Développement économique, Paris
R+D	recherche et développement

## INTRODUCTION

1. Lorsqu'il s'agit de définir le cadre d'une étude des implications de la micro-électronique pour les pays en voie de développement, il est nécessaire d'envisager au moins trois dimensions essentielles et connexes.
2. Schématiquement, au plan sectoriel, nous pouvons envisager :
  - (i) la micro-électronique en tant qu'industrie ;
  - (ii) la micro-électronique, outil au service de l'information ;
  - (iii) les applications de la micro-électronique en secteurs industriels ;
  - (iv) les autres applications de la micro-électronique.
3. Pour ce qui concerne les implications, nous pouvons considérer les aspects suivants : croissance du revenu national, effets sur l'emploi, le capital, l'urbanisation, l'environnement et avantages respectifs.
4. Au nombre des divers éléments qui requièrent une analyse, citons : l'élaboration des politiques par les pays en voie de développement, les capacités technologiques à promouvoir, les changements au niveau des structures industrielles et de production, ainsi que les actions à l'échelon international.
5. Le but de ce document est de fournir une étude globale et préliminaire de ces trois dimensions. Il faut toutefois se garder de comparer en cette matière l'évolution dans les pays industrialisés et la situation des pays en voie de développement. Il s'agit en effet de formuler les questions fondamentales en d'autres termes et de se demander comment il est possible de mettre les progrès de la micro-électronique au service des pays en voie de développement pour résoudre des problèmes qui sont spécifiques à ces pays. Des questions de ce type seront également prises en considération au chapitre IV.
6. Notre propos n'est pas ici d'insister sur l'amplitude de la révolution micro-électronique en cours dans les pays industrialisés qui fait l'objet d'un nombre toujours croissant de publications et que nous résumerons donc très brièvement.

7. Le phénomène, qualifié à juste titre, de révolution micro-électronique, ne consiste pas simplement en une série d'innovations technologiques se caractérisant par une réduction spectaculaire des coûts et un accroissement tout aussi important des capacités. Il a, non seulement, rendu possible toute une série de réalisations technologiques dans des domaines très divers, mais ses répercussions commencent également à se manifester à presque tous les niveaux des sociétés industrialisées. Le potentiel de la micro-électronique et l'influence prépondérante qu'elle exercera sur les décennies à venir (au cours desquelles la biotechnologie prendra probablement un essor remarquable) peuvent, entre autres, être attribués aux éléments suivants :

- (a) elle permet d'améliorer, et de remplacer, toute une série de techniques intellectuelles et intuitives ;
- (b) elle peut remplacer un grand nombre d'appareils de commande électriques, mécaniques, pneumatiques et hydrauliques ;
- (c) elle permet donc de remplacer de multiples produits et services existants, ou d'accroître leurs capacités, et donc de créer de nouveaux produits et services ;
- (d) c'est une technologie sûre, rentable et économe en énergie.

8. Toutes ces caractéristiques ont un impact suffisant pour affecter la quasi-totalité des activités économiques et sont donc génératrices de nombreuses conséquences économiques et sociales. En outre, cet impact influence, et subit l'influence, d'autres progrès technologiques tels les lasers, fibres optiques, technologies d'impression et d'affichage, logiciel, automation, télécommunications, etc., et suscite donc un peu partout une atmosphère marquée à la fois par l'enthousiasme et l'appréhension. Nombreux sont les gouvernements des pays industrialisés qui ont entrepris d'étudier les effets de cette révolution, de reconsidérer leurs politiques, de formuler et d'appliquer une politique de la micro-électronique. Quelle que soit l'importance de ces mesures, il est clair que la plupart des pays industrialisés fabriqueront des composants ou des produits micro-électroniques et auront recours à leurs applications sous des formes diverses.

9. Dans un contexte d'interdépendance économique mondiale, et étant entendu que le développement du tiers monde est lié à la technologie, il est clair que tous ces facteurs ont des répercussions considérables sur les pays en voie de développement. Ce document tente de mettre en lumière l'intérêt

qu'ont les pays en voie de développement à reconnaître les potentiels, positifs ou non, et de diverses natures, de la micro-électronique, et à percevoir et évaluer ces potentiels pour prendre les mesures qui s'imposent afin d'optimiser les avantages de l'impact qu'elle peut avoir. Plus la réaction sera consciente et organisée, meilleurs seront les résultats. Le Chapitre V passe certaines de ces questions en revue de façon détaillée. Il suffit à ce stade d'attirer l'attention sur un parallèle historique que l'on peut établir avec l'avènement du moteur à explosion interne qui a affecté profondément les économies et les sociétés. Une évaluation de ce phénomène limitée et basée uniquement sur des considérations économiques à court ou à moyen terme aurait été sans valeur <sup>(1)</sup>. Il en est de même dans le cas de la micro-électronique. La conscience et la rapidité avec lesquelles les pays en voie de développement réagiront à la situation constitueront probablement un des facteurs-clés qui marquera leur développement industriel, économique et social au cours des décennies à venir.

---

(1) "Rapport sur l'Echange de Vues d'Experts sur les Implications, pour les Pays en Voie de Développement, des Progrès technologiques en matière de Micro-électronique", Vienne, 10-12 juin 1981 (UNIDO/IS.242/Rev.1).

## I. LA MICRO-ELECTRONIQUE, EN TANT QU'INDUSTRIE

10. Lorsque l'on envisage la micro-électronique en tant qu'industrie, il faut prendre au moins trois éléments en considération : assemblage et conditionnement (importance de la main d'oeuvre), fabrication des "chips" ou micro-plaquettes (importance du capital) et conception (importance de la technicité). Comme la plupart des produits électroniques utilisent de plus en plus ces micro-plaquettes, c'est l'ensemble de la production électronique qui doit être envisagée.

11. En 1979, on estimait que l'industrie de l'électronique représentait globalement 135 milliards de dollars. Ce chiffre sera probablement multiplié par trois, en valeur absolue, au cours des années 80. L'industrie dépend fondamentalement des micro-plaquettes; ces dernières ne représentaient cependant en 1979 que moins de 5% de la valeur des produits finis. Le marché des circuits intégrés, ou des "chips", s'élevait à 5,8 milliards de dollars et les mémoires et microprocesseurs en constituaient les secteurs dont la croissance, représentant plus d'un tiers des ventes, était la plus rapide. On s'attend à ce que ce marché connaisse une croissance annuelle de plus de 12% durant les quelques années à venir. Les ordinateurs et l'électronique de loisirs utilisent environ chacun 30% des micro-plaquettes produites, mais il semble que le secteur dont la croissance est la plus rapide, pour ce qui concerne les circuits intégrés en général et les microprocesseurs en particulier, soit celui des commandes et de l'instrumentation industrielle <sup>(2)</sup>.

12. Si l'on se base sur les chiffres pour les pays en voie de développement les plus industrialisés, on peut, sans crainte de se tromper, estimer que la part occupée par les pays en voie de développement ne dépasse pas 5% de la production mondiale. Certaines caractéristiques de la situation revêtent cependant une importance particulière. Quelques pays en voie de développement se sont engagés dans la production électronique, essentiellement dans le secteur des loisirs, en partie destinée à l'exportation, et parfois assemblée à l'étranger par des firmes transnationales. D'autres orientent leur production vers un important marché intérieur, en se consacrant souvent au stade du montage, alors que la plupart importent, en très grandes quantités, les composants qui leur sont nécessaires. Qui plus est, le pourcentage cité plus haut n'est pas représentatif des différences qualitatives en matière de capa-

---

(2) "Chips in the 1980s. The Application of Microelectronic Technology in Products for Consumer and Business Markets". The Economist Intelligence Unit Ltd., Rapport spécial de l'EIU, N° 67 (juin 1979).

cités.

13. Il ne s'agit donc pas de déterminer, vu la nature dynamique de l'industrie et son impact omniprésent, si les pays en voie de développement doivent s'engager dans la production de biens électroniques, mais de définir dans quelle mesure et selon quelles modalités ils doivent l'entreprendre.

14. A quelques exceptions près, ou à moins que certaines mesures de productions régionales ne soient prises, de nombreux pays en voie de développement constateront probablement qu'étant donné les coûts élevés impliqués par la recherche et le développement (R+D) et l'importance des capitaux à engager, les exigences en matière d'infrastructure et de technicité, le progrès technologique permanent et les réductions de coûts considérables qui sont déjà intervenues, la production de micro-plaquettes ne peut pas constituer un objectif à court terme. La production d'autres composants, périphériques, etc. est par contre à la portée d'un plus grand nombre de pays en voie de développement. Enfin, les opérations de montage, pour lesquelles la main d'oeuvre a jusqu'à présent représenté l'élément important, sont envisageables au niveau d'un plus grand nombre de pays en voie de développement. On peut suggérer que chaque pays en voie de développement s'engage dans ce type d'activité, même de façon modeste et rudimentaire, pour non seulement compenser ses importations, mais également pour se familiariser avec cette technologie en marche et apprendre à en déterminer les applications locales potentielles. Cette décision devrait être prise par chaque pays, en tenant compte de la praticabilité en termes d'investissements, de technicité disponible, et d'exigences en matière d'infrastructure, et en établissant un équilibre entre la fabrication et les applications. La diversité des situations dans les pays en voie de développement est cependant telle que certains pourraient s'engager dans la production de micro-plaquettes, d'instruments et d'équipement associés, alors que d'autres devraient limiter leurs efforts aux seules activités d'assemblage et/ou de fabrication des périphériques <sup>(3)</sup>.

15. Les pays en voie de développement qui disposent déjà d'une industrie de l'électronique devront procéder à un réexamen de leurs produits et de leurs technologies de fabrication à la lumière des changements fondamentaux en cours. Le choix des produits et des technologies, qu'il s'agisse de créer de nouvelles

---

(3) "Rapport sur l'Echange de Vues d'Experts sur les Implications, pour les Pays en Voie de Développement, des Progrès technologiques en matière de Micro-électronique", Vienne, 10-12 juin 1981 (UNIDO/IS.242/Rev. 1).

industries ou de développer des secteurs existants, devra tenir compte du vieillissement extrêmement rapide des produits et de la technologie qui se manifeste actuellement. Ceci est particulièrement vrai pour ce qui concerne les efforts de production pour l'exportation entrepris ou prévus par les pays en voie de développement <sup>(4)</sup>.

16. Le dernier élément amène à la question des avantages comparatifs de la fabrication de produits électroniques. On a estimé que pour la période allant de 1965 à 1967, le rapport importations/exportations au sein des pays de l'OCDE pour le commerce des produits à base de composants électroniques a, vis-à-vis des pays en voie de développement, diminué de 1,36 à 1,16. Ceci ne concernait cependant que les exportations d'un petit nombre de pays en voie de développement, impliquant une spécialisation très poussée et suivant le rythme des investissements étrangers directs <sup>(5)</sup>. Certaines tendances jouent en outre au désavantage des pays en voie de développement. On remarque que l'évolution rapide de la technologie industrielle élimine l'importance de la main-d'oeuvre dans le secteur de l'électronique. Les produits qui, au montage, requièrent encore une intervention importante de main d'oeuvre ont connu une diminution importante de valeur ajoutée en raison des changements intervenus au niveau des composants. Ainsi, le nombre de composants d'un récepteur de télévision couleur a été réduit de moitié depuis 1970. Il a été avancé que, si un rapatriement massif des installations de montage actuellement à l'étranger est, pour diverses raisons, peu vraisemblable à moyen terme, il y a érosion rapide des avantages, au plan structurel, dont bénéficient les pays en voie de développement en matière de production électronique <sup>(6)</sup>.

---

(4) "Il est important de ne pas commettre les erreurs qui ont déjà été commises par certains pays... qui fournissent une main d'oeuvre très bon marché à de nombreux fabricants sans, en contrepartie, bénéficier du savoir faire technologique". La Micro-informatique en 1980, Bureau intergouvernemental pour l'Informatique, Rome, Juin 1980 (STAR/8002), p. 62).

(5) Organisation pour la Coopération et le Développement économique, "Activités d'Information, Technologies de l'Electronique et des Télécommunications - Impacts sur l'Emploi, la Croissance et les Echanges commerciaux" (DSTI/ICCP/80.10, 2nd. version) Vol. I, pp. 112-114.

(6) Juan F. Rada "Avantages comparatifs de la Micro-électronique". Document préparé pour la Conférence internationale sur l'Informatique et le Développement industriel, Dublin, Mars 1981.

17. La fabrication de nouveaux produits et les applications constituent un autre élément important de la production électronique à prendre en considération <sup>(7)</sup>. Les pays en voie de développement s'engageront certainement dans de nouvelles productions et applications, à commencer par les montres et les calculatrices, mais la taille des marchés pourra constituer un problème ; d'autres produits, par contre, peu adaptés au contexte d'un pays en voie de développement, ne susciteront aucun intérêt. En présence d'une combinaison adéquate d'esprit d'entreprise, d'information commerciale et d'aptitude à concevoir de nouveaux produits, il sera possible d'entreprendre de nouvelles productions destinées à l'exportation. La mise au point d'applications particulièrement adaptées aux pays en voie de développement constitue une question plus essentielle encore, et qui sera traitée séparément et de façon détaillée au Chapitre IV. Les applications, mises à profit avec circonspection et imagination, alimenteront, outre les avantages qu'elles procureront en matière d'économie et de développement, la demande de productions locales.

18. L'importance du logiciel dans la fabrication électronique, y compris l'intégration des systèmes, les interfaces, l'installation, les commandes, l'entretien, la mise au point des programmes, la formation, etc. n'est pas négligeable. C'est un thème qui apparaît fréquemment dans ce document et qui sera étudié au Chapitre V en tant que condition nécessaire, et dont les composantes sont multiples. Il faut cependant souligner ici que le matériel et le logiciel sont souvent vendus ensemble et que si le prix du matériel a diminué, celui du logiciel a par contre augmenté considérablement dans les pays industrialisés. La combinaison constituée par le matériel (hardware) et le logiciel (software) d'une même compagnie, et désignée par le terme "firmware", doit faire partie des objectifs de production locale dans les pays en voie de développement. Il faut aussi remarquer que ce n'est pas la micro-plaquette à elle seule qui a permis toute une série d'applications mais plutôt l'usage qui en est fait et l'aptitude à l'utiliser. Le logiciel et les applications apporteront une contribution certaine, et seront soutenus par les capacités locales de production/ de montage.

---

(7) On a estimé que pour 1982, les produits nouveaux, et qui n'étaient pas fabriqués en 1977, représenteront 50% de l'ensemble de la production de l'industrie de l'électronique en République Fédérale d'Allemagne.

## II. LA MICRO-ELECTRONIQUE, OUTIL AU SERVICE DE L'INFORMATION

19. L'apparition sur le marché d'un grand nombre de biens et de services relatifs à l'information est due à la réduction des coûts intervenue grâce à la miniaturisation des composants et à la combinaison des systèmes informatiques et de télécommunications <sup>(8)</sup>. Dans l'industrie, cette technologie permet une plus grande souplesse de l'automation ; elle ouvre de nouveaux horizons en matière de conception et de construction, de manutention et de commande des machines-outils contrôlées par ordinateur. Les nouveaux systèmes de traitement de l'information ont un impact important sur l'organisation administrative et de nouveaux services et produits basés sur la technologie de l'information ont fait leur apparition, tant dans le domaine des télécommunications que dans celui des équipements de consommation.

20. Les emplois relatifs à l'information sont, essentiellement, concentrés dans le secteur des services et, dans une moindre mesure, dans les secteurs industriels. Dans les pays de l'OCDE, on a assisté à un glissement progressif vers les emplois de création et de traitement de l'information qui concernent actuellement plus d'un tiers des personnes actives. On estime cependant que, bien que les activités d'information jouent un rôle important dans la production des biens et des services de la plupart des pays de l'OCDE, il n'apparaît pas que ces biens et services liés à l'information doivent, dans un avenir proche, constituer un facteur important de croissance en termes de demande finale <sup>(9)</sup>.

21. La plupart de ces tâches relatives à l'information présentes dans les pays industrialisés se retrouvent dans les pays en voie de développement, mais leur nombre est par trop restreint. En moyenne, le secteur des services dans les économies en développement représente moins de 20% de la population active, alors que la moyenne pour les pays industrialisés est de l'ordre de 55%.

---

(8) La micro-électronique en tant que technologie de l'information a fait l'objet d'une analyse détaillée par Juan F. Rada, "L'impact de la Micro-électronique ; Essai d'évaluation de la Technologie de l'Information" (Organisation internationale du Travail, 1980). Le contenu de cette analyse est également valable pour d'autres chapitres.

(9) Organisation pour la coopération et le Développement économique)  
"Activités d'Information, Technologies de l'Electronique et des Télécommunications - Impacts sur l'Emploi, la Croissance et les Echanges commerciaux" (DSTI/ICCP/80.10, 2nd Version) Vol. I, pp. 112-114.

La croissance du nombre d'emplois liés à l'information sera probablement moins importante à court terme dans les pays en voie de développement en raison du caractère moins développé de l'infrastructure des télécommunications, des secteurs industriels et des services, et du degré nettement plus faible de conscience vis-à-vis de l'information. Il est toutefois nécessaire de promouvoir la technologie de l'information dans les pays en voie de développement par un processus qui doit être sélectif; cette question a d'ailleurs déjà fait l'objet d'un appel en faveur d'une "informatique spécifiquement adaptée" (10).

22. Les applications industrielles de la micro-électronique sont traitées au Chapitre III. On peut toutefois souligner ici que cette technologie est applicable de façon sélective dans les pays en voie de développement, sans affecter l'emploi de manière significative, mais en permettant une économie en matière d'investissements et de coûts d'exploitation, énergie y compris. Le contrôle des processus industriels constitue un exemple de ce type d'applications : systèmes de contrôle connectés pour les planifications de production, les inventaires et les matières premières, et systèmes autonomes de planification pour la main d'oeuvre et l'entretien. Ces applications présenteront des avantages certains pour la gestion des unités de production, particulièrement dans les grands complexes industriels.

23. La bureautique a pris une grande importance dans les pays industrialisés où 40% du temps de travail administratif est consacré à des tâches de routine. La "productivité du travail de bureau" a connu une croissance nettement inférieure à celle de la productivité industrielle alors que les frais administratifs représentent une proportion de plus en plus importante de l'ensemble des frais généraux. Il est nécessaire de réaliser une étude approfondie (inexistante à ce jour) des conditions en pays en voie de développement qui envisage non seulement l'emploi mais également des considérations telles que les coûts d'investissement et des échanges internationaux, ainsi que les problèmes d'entretien et de réparation. Les salaires sont également plus bas dans les pays en voie de développement mais il se peut que, dans chaque pays et pour certains domaines, les avantages l'emportent sur les coûts. Une approche sélective du

---

(10) Voir les documents préparés pour la Conférence internationale sur l'Informatique et le Développement industriel, Dublin, 1981.

même type peut être nécessaire pour ce qui concerne les biens durables de consommation ; cette étude devrait prendre en considération les rythmes de consommation, la demande globale, les coûts sociaux, etc.

24. L'application de la technologie de l'information dans le secteur des services des pays en voie de développement peut se révéler extrêmement avantageuse ; cette technologie constitue en effet le support privilégié des activités du secteur des services <sup>(11)</sup>. Il y a de toute évidence des possibilités importantes au niveau des installations électriques, pétrolières et portuaires, des plaques tournantes pour wagons de chemin de fer, du contrôle de la circulation dans les grandes villes, du contrôle des denrées alimentaires et des installations de stockage, de la météorologie, de la détection des dangers d'inondation, etc. Les réponses sont par contre moins évidentes lorsqu'il s'agit des problèmes posés par les besoins en matière d'éducation, de santé et de services communautaires à dispenser à de petites communautés géographiquement dispersées dans les pays en voie de développement. Seules des solutions novatrices utilisant la technologie de l'information permettront de relever ces défis. C'est là un aspect qui est également abordé au Chapitre IV.

25. L'application des technologies de l'information, dans les pays en voie de développement est cependant marquée par certains problèmes fondamentaux qui élargissent l'ensemble du domaine couvert par la discussion. Le premier problème concerne les télécommunications et il est utile d'aborder ici succinctement les divers aspects qui le caractérisent.

26. Il est important de rappeler que les applications de la micro-électronique ne peuvent porter pleinement leurs fruits en l'absence d'une infrastructure adéquate de télécommunications qui n'existe pas en tant que telle dans les pays en voie de développement, à une époque où les technologies de télécommunication progressent à grands pas dans les pays industrialisés. Ainsi, le nombre de téléphones par 100 habitants dépasse la vingtaine dans les pays développés à économie de marché, se situe entre 20 et 30 dans les pays à économie planifiée centralisée et à moins de 5 dans les pays en voie de développement (à l'exception de l'Argentine et du Mexique). Dans cinq pays en voie

---

(11) Voir R. Narasimhan, "L'importance socio-économique de la Technologie de l'Information pour les Pays en voie de Développement". Document préparé pour la Conférence internationale sur l'Informatique et le Développement industriel, Dublin, Mars 1981.

de développement (Argentine, Brésil, Inde, Mexique et Pakistan), la production locale couvre plus de 75% des besoins en matière de télécommunications ; dans quatre pays (Chili, Egypte, Iran, Turquie), la production locale couvre de 26 à 75% de ces besoins, alors que dans les autres pays en voie de développement, elle couvre moins de 25% des besoins <sup>(12)</sup>. Une étude des importations de 13 pays en voie de développement a montré que les importations d'équipement de télécommunications varient, en pourcentage de l'ensemble des importations de composants électroniques, de moins de 10% en Argentine et en République de Corée à plus de 70% en Inde.

27. Il est clair que les applications de la micro-électronique au profit du développement exigent un renforcement considérable de l'infrastructure des télécommunications dans les pays en voie de développement. Ces pays, à défaut de procéder à ce renforcement, pourraient être frappés d'un lourd handicap pour l'application des technologies de l'information. Dans un même temps, la création ou l'extension d'installations de télécommunications tend à exiger un effort important d'investissement, alors que leur exploitation requiert moins de main d'oeuvre. Ainsi, l'investissement nécessaire pour accroître la densité des appareils téléphoniques de 2 à 5% en cinq ans, avec une croissance démographique de 3%, peut représenter un effort annuel de 50 millions de dollars, un tiers de cette somme étant consacré à l'installation, à l'exploitation et à l'entretien, et deux tiers à l'achat des équipements (généralement importés). Pour le seul continent asiatique, dix-sept pays prévoient des investissements de ce type s'élevant à environ 10 milliards de dollars pour la période 1972-1980. Au Brésil et au Venezuela, le marché des équipements de télécommunications devait atteindre en 1980 respectivement 1.700 et 2,7 millions de dollars.

28. Ces éléments soulèvent certaines questions essentielles. Si les technologies de l'information sont destinées à être utilisées très largement dans les pays en voie de développement et si des applications novatrices sont mises à profit dans le secteur des services et en zones rurales, il pourrait être

---

(12) Voir Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement, "L'Electronique dans les pays en voie de développement: problèmes de transfert et de développement de technologie" (TD/B/C.6/34), pp. 12-18.

nécessaire d'élaborer et d'appliquer une stratégie des télécommunications (en intégration avec une stratégie de la micro-électronique), en utilisant des méthodes comme le système des redevances radio <sup>(13)</sup>, les satellites, etc. pour réduire l'importance du capital investi. En raison du progrès/du vieillissement rapide des technologies, il faut également veiller à ne pas acquérir du matériel démodé. En même temps, et avec l'introduction de la technologie de commutation électronique, la taille des centraux commercialisés actuellement augmente rapidement et ces systèmes pourraient ne pas être rentables dans la plupart des pays en voie de développement en raison de la faible capacité du réseau requise à un endroit donné <sup>(14)</sup>. Il est donc nécessaire d'intégrer le choix judicieux de l'équipement à la stratégie des télécommunications.

29. La nécessité d'accroître le niveau de conscience vis-à-vis de l'information, de la percevoir comme une partie intégrante et indispensable à toute activité, constitue un second problème à envisager dans le cadre de l'application de la technologie de l'information dans les pays en voie de développement. Cet aspect semble en réalité avoir été négligé. Il implique un ensemble complexe de considérations concernant l'attitude des responsables du processus décisionnel, la disponibilité d'informations de base à canaliser, la capacité de concevoir des systèmes et, élément capital, l'aptitude à percevoir les besoins déterminés par une situation bien spécifique dans les pays en voie de développement. L'Algérie a élaboré une politique de l'informatique ; toutefois, le problème est généralement traité en simples termes d'achat de matériel informatique. L'expérience en matière d'informatique dans les pays en voie de développement varie de l'utilisation à une efficacité limitée à la méfiance vis-à-vis des ordinateurs, ou à un statut de pièce d'exposition, sans que les machines soient réellement utilisées pour résoudre des problèmes prioritaires.

---

(13) Voir Sang Joon Hahn, "application de la micro-électronique au Développement : Problèmes à envisager " (ME.2). Document préparé pour l'Echange de Vues d'Experts sur les Implications, pour les Pays en Voie de Développement, des progrès technologiques en matière de Micro-électronique, Vienne, 10-12 juin 1981.

(14) Ceci renforce l'idée d'utilisation étendue des technologies de l'information qui contribueront à accroître la demande en matière de capacité.

30. L'utilisation judicieuse des ordinateurs, la conception de systèmes adaptés à la situation des pays en voie de développement et l'application de la technologie de l'information en général nous amènent au troisième problème fondamental : les capacités technologiques de la main d'oeuvre. Le développement des tâches liées à l'information requiert une formation adéquate des opérateurs qui leur permette de manipuler le matériel, de traiter et d'appliquer l'information. Les implications de cette nécessité seront examinées au chapitre V, mais il faut déjà remarquer ici que la plupart des pays en voie de développement ne disposent pas des éléments qui leur permettraient de répondre à cette exigence.

31. Ces quelques réflexions montrent que la technologie de l'information dans les pays en voie de développement doit, pour prendre son essor, surmonter des difficultés d'ordre structurel et qu'il est donc nécessaire d'analyser les problèmes fondamentaux que ce développement implique selon une démarche sélective et imaginative.

III. LES APPLICATIONS DE LA MICRO-ELECTRONIQUE  
EN SECTEURS INDUSTRIELS

32. La micro-électronique peut créer de nouveaux produits, rendre des produits existants "intelligents" et améliorer les procédés de fabrication (y compris les procédures d'essais). Les applications peuvent être répertoriées de la façon suivante : (15)

<u>Fonction</u>	<u>Exemples d'applications</u>
1. Remplacer les logiques câblées	Equipement électrique et de commande
2. Remplacer des équipements de construction mécanique	Machines-outils, pompes, compresseurs, machines à écrire
3. Modifier la conception d'un produit	Horloges, montres, matériel audio-visuel
4. Accroître les fonctions d'un produit industriel	Instruments scientifiques, appareils électroniques et de pesage
5. Créer de nouveaux produits	Produits destinés aux loisirs

33. De multiples produits et modifications apportées à des produits ont déjà fait leur apparition, particulièrement en ce qui concerne les loisirs et les biens durables de consommation. La souplesse fonctionnelle de la micro-électronique se manifeste dans le nombre de tâches de base qu'elle peut accomplir lorsqu'elle est combinée avec d'autres dispositifs.

Citons au nombre de ces tâches :

- (a) Le contrôle des mouvements de matériaux, de composants et de produits ;
- (b) Le contrôle des variables des processus industriels telles que la température, la pression et l'humidité ;
- (c) Le façonnage, le découpage, le mélange et le montage des matériaux ;
- (d) L'assemblage de composants à partir de sous-assemblages et produits finis ;

---

(15) D'après les informations données par Xavier Dalloz dans "Micro-Electronique et produits industriels conventionnels".  
Micro-électronique, Productivité et Emploi (Paris, Organisation pour la Coopération et le Développement, 1981).

- (e) Le contrôle de qualité des produits à tous les stades de la fabrication par inspections, essais et analyses ;
- (f) L'organisation des processus de fabrication : la conception, la gestion des stocks, les livraisons, l'entretien des machines, la facturation et la répartition des tâches.(16)

34. Mis à part le contrôle des processus industriels, les essais et les contrôles de qualité dans toute une série d'industries, il apparaît clairement que toutes ces fonctions permettent d'envisager un grand nombre d'applications pour la fabrication de machines agricoles, des machines-outils, d'équipements industriels et de manutention, d'armes, de matériel électrique, d'équipement ménager, ainsi que dans l'industrie automobile et aéronavale, pour la production d'instruments de précision, de matériel didactique, et dans le secteur alimentaire, pour la production, le traitement, le commerce de détail et la distribution. Les machines-outils à commande numérique, la conception et la fabrication automatisées, ainsi que la robotique sont au nombre des techniques utilisées dans certaines de ces industries qui font appel à la technologie de la micro-électronique. (17)

35. Bien que l'évolution soit très dynamique et riche en nouvelles applications, et qu'il soit donc difficile d'évaluer leur impact, certaines études préliminaires ont déjà été réalisées dans quelques pays industrialisés et il est utile, à titre d'exemple, d'en mentionner ici les résultats.

36. On estime qu'entre 1978 et 1985, la taille du marché industriel de la micro-électronique sera multipliée au moins par dix (18). Dix pour cent de la population active en France travaille actuellement dans le secteur de

---

(16) J. Bessant, E. Braun et R. Moseley " La Micro-électronique dans l'industrie de production : le taux de diffusion ". Dans la Révolution micro-électronique, Edité par Tom Forrester (Oxford, Basil Blackwell, 1980).

(17) Pour certaines applications caractéristiques des microprocesseurs, voir également le Tableau 2.1, pp. 22-23, dans The Impact of Microelectronics, a Review of the Literature, J.R. Bessant, J.A.E. Bowen, K.E. Dickson et J. Marsh (Londres, Frances Pinter (Editeurs) Ltd., 1981). Voir également Juan F. Rada "L'Impact de la Micro-électronique ; un Essai d'évaluation de la technologie de l'Information" (Organisation internationale du Travail, 1980), pp. 45-47.

(18) Xavier Dalloz, op. cit.

L'électronique. Les autres secteurs économiques - automobile, construction navale et mécanique - emploient déjà environ 50% de l'ensemble des spécialistes de l'électronique et on estime que les nouvelles générations de spécialistes travailleront essentiellement à l'application de la micro-électronique aux produits industriels. Toujours en France, les secteurs touchés par cette technologie emploient 33% de la main d'oeuvre industrielle, produisent 30% de la valeur de l'ensemble des exportations industrielles françaises et représentent 40% de ces exportations.

37. Pour ce qui concerne le Canada, une évaluation des secteurs les plus susceptibles d'être affectés par la conception et la fabrication automatisées a révélé que les domaines d'activités où l'impact de la technologie sera le plus important sont, dans l'ordre : les industries de l'équipement des transports (16% de l'impact total), les industries de la construction métallique (15%), les aliments et boissons alimentaires (10%) et les autres industries manufacturières (20%).<sup>(19)</sup> Au niveau de l'économie dans son ensemble, 50% de l'impact concernera la fabrication ; viennent ensuite les transports, le stockage et les communications, le commerce de gros et la construction.

38. Si l'on envisage les implications des applications industrielles pour les pays en voie de développement, il faut se rappeler que les innovations sont continues et multiples dans ce domaine. Pour n'importe quel secteur industriel, elles dépendront de :

la conscience des possibilités d'amélioration offertes par la technologie ;

la conscience des justifications économiques en termes de réduction des coûts et de croissance de production ;

des fonds et du personnel disponibles.

39. Les facteurs qui peuvent favoriser ou retarder la diffusion de la micro-électronique dans des secteurs industriels spécifiques figurent en annexe.<sup>(20)</sup>

---

(19) M. Prentis, "L'impact de la technologie CAD/CAM au Canada". Dans op.cit. Organisation pour la Coopération et le Développement économique.

(20) Extrait de J.R. Bessant, E. Braun et R. Moseley "La Micro-électronique dans l'industrie de production : le taux de diffusion". Dans La Révolution Micro-électronique, Editeur Tom Forrester (Oxford, Basil Blackwell, 1980), pp. 210-213.

Une étude de ces facteurs, en tenant compte du fait que les coûts de remplacement seront élevés dans les industries à gros investissements dont les installations ont un amortissement à long terme, montre que, bien que la micro-électronique soit déjà appliquée industriellement, le processus sera continu et prendra probablement de nombreuses années. (21)

40. Comme les pays en voie de développement importent la majeure partie de l'équipement de production, les applications industrielles dans ce domaine ne prendront un caractère d'évidence que lorsque cet équipement aura été importé. L'impact de ces applications sera donc étalé dans le temps et ne pourra être ressenti de façon instantanée. Ceci ne signifie toutefois pas que les applications à court terme sont irréalisables ou non-existantes. Dans les pays en voie de développement qui produisent déjà des équipements industriels, il est possible, et nécessaire, d'incorporer les applications micro-électroniques à cet équipement pour en améliorer la rentabilité. Il sera également nécessaire de définir les applications convenant aux petites et moyennes unités industrielles qui caractérisent de nombreux pays en voie de développement.

41. Il faut toutefois souligner que même si l'impact des applications industrielles est étalé dans le temps, l'impact à long terme sur plusieurs secteurs industriels est trop important pour être ignoré. En outre, l'impact sur les avantages relatifs au point de vue du commerce international commence dès à présent à être ressenti. Il est à cet égard utile de faire la distinction entre les industries de traitement et celles qui, comme la construction mécanique, comportent des opérations de montage ou requièrent une main d'oeuvre importante. Dans le premier cas, les améliorations de la productivité se manifesteront essentiellement en termes de meilleur contrôle du traitement, et de réduction de la main d'oeuvre alors que dans le cas des industries de construction mécanique comportant des opérations de montage, l'impact sera beaucoup plus important puisque l'introduction de la micro-électronique sous la forme de machines-outils à commande numérique, de conception et de fabrication automatisées et de robotique permettra non seulement d'améliorer

---

(21) Il est, à cet égard, intéressant de constater que si le prix des micro-plaquettes a diminué, celui des dispositifs de lecture et de commande s'est maintenu.

considérablement la productivité, mais également de remplacer la main d'oeuvre. Ceci est particulièrement vrai pour les pays en voie de développement les plus industrialisés qui ont entamé la fabrication de biens de production et développé le secteur de la construction mécanique. Ainsi, la micro-électronique a permis de réduire 370 pièces dans les machines à coudre et les moteurs électriques sont maintenant produits au Japon par des robots. Ces exemples tendent à démontrer que les efforts d'exportation de biens de production et de produits de construction mécanique entrepris par certains pays en voie de développement seront profondément influencés par ces phénomènes. <sup>(22)</sup> Les exportations de vêtements "prêts-à-porter" subiront les mêmes effets, bien que les pays en voie de développement qui exportent ces articles soient relativement peu nombreux. <sup>(23)</sup> Et le secteur des chaussures "sur mesure" sera lui aussi touché. <sup>(24)</sup> On voit donc que de nombreux produits dont les pays en voie de développement ont entamé l'exportation pourront être concernés.

42. Il faut toutefois souligner que les avantages relatifs en matière de commerce international sont fonctions de divers facteurs, et non de la seule technologie. Ce sont d'ailleurs des facteurs mouvants qui devront finalement être contrôlés au niveau du pays et des produits.

---

(22) En 1975, les biens de production et ceux durables de consommation représentaient 20%, ou plus, des exportations totales de l'Argentine, du Brésil, de Hong Kong, de la Malaisie, de la République de Corée et de Singapour. Voir la Table V.12, ONUDI, "L'Industrie Mondiale depuis 1960: Progrès et Perspectives" (Publication des Nations Unies, N° E. 79.II.B.3), pp. 170-171.

(23) Voir H.J. Rush et H.K. Hoffman, "La Micro-électronique" et l'industrie du vêtement : Encore une taille trop petite ". Document préparé pour la Conférence Internationale sur l'Informatique et le Développement industriel, Dublin, Mars 1981. Voir également "Les ordinateurs dans l'industrie du vêtement", Journal of Asian Electronics Union, Février 1981, pp. 5-7.

(24) Pour un premier examen succinct de la question, voir G.K. Boon, "Technologie et Emploi dans l'industrie de la chaussure" (Leiden, Sijthoff et Noordhoff, 1980), pp. 163-164.

43. En ce qui concerne le commerce international, la micro-électronique offre également aux pays en voie de développement la possibilité de mieux traiter leurs produits agricoles et matières premières pour l'exportation. Même en ce qui concerne les produits manufacturés, les accords commerciaux préférentiels entre pays en voie de développement pourraient permettre de compenser un déclin éventuel des avantages relatifs. Les pertes en matière d'exportation pourraient quant à elles être réduites par un accroissement des exportations de logiciel ou par une utilisation novatrice des types de traitements exportés.

44. Les pays en voie de développement ont tout particulièrement besoin d'intensifier et de promouvoir les applications dans les petites et moyennes industries. La réalisation de ce type d'applications est d'ailleurs déjà en cours dans certains pays industrialisés, ce qui semblerait devoir poser des problèmes aux petites et moyennes industries des pays en voie de développement, compte tenu du fait que les productions de faible volume sont devenues rentables grâce à l'application des microprocesseurs.

45. On constate l'existence d'une importante interdépendance entre les biens de production, les machines-outils et le logiciel électronique. Les machines-outils à commande numérique, d'une part, les industries de biens de production et le développement des systèmes de production, de l'autre, ont un lien de dépendance mutuelle, mais sont directement tributaires du logiciel électronique. (25)

46. L'impact sur l'emploi des applications micro-électroniques en secteurs industriels constitue un point important qui a fait l'objet d'une attention particulière. Les observations faites à ce jour sur les implications de la micro-électronique sur l'emploi vont de la spéculation à l'hypothèse, en passant par les études empiriques à caractère limité. On estime généralement, en ce qui concerne les pays industrialisés, que dans l'ensemble, et à long terme, les progrès techniques ne seront pas générateurs de chômage en raison de leurs effets sur la productivité. Ce phénomène dépend cependant de la disponibilité du capital limitée en raison des tendances à l'économie.

---

(25) Voir S.M. Patil "Perspectives technologiques dans l'industrie des machines-outils, particulièrement en matière d'applications micro-électroniques" (UNIDO/IS.230).

Dans les pays industrialisés, de nombreux arguments avancés en faveur de l'utilisation de la micro-électronique sont implicitement fondés sur la reconnaissance du fait que l'alternative de sa non utilisation pourrait également provoquer des pertes d'emplois en aggravant la position concurrentielle au sein du commerce international.

47. Une enquête menée au Japon sur l'impact des micro-ordinateurs sur l'emploi a permis de déterminer les positions suivantes : (26)

---

(26) N. Maeda, "Enquête sur l'Impact des micro-ordinateurs sur l'emploi". Dans op. cit., pp. 155-180, Organisation pour la Coopération et le Développement économique.

Développement, Conception	Fabricants			Types de produits	Utilisateurs		
	Fabrica- tion	Ventes, Entre- tien	Fabricants de pièces détachées		Ingé- nieurs	Ouvriers quali- fiés	Ouvriers non qua- lififiés
o	x	o		Mesures ana- lytiques	-		-
x		x		Contrôle du processus			-
o		x	x	Automatisation de fabrication	-		
o		o	-	Machines de bureau ordi- naires	-	x	x
o		o		Machines com- merciales	o		x
x		x	x	Equipement de station auto- matique	-	-	x
o		x		Montres	-	-	-
		x	-	Calculatrices	-	-	-
o	x	x	x	Machines à coudre	-	-	-

(Une diminution du personnel ne représente pas nécessairement un facteur négatif pour les fabricants ou les utilisateurs)

- o Positif
- Négatif
- x Aucune modification
- x Inconnue
- Sans rapport

48. Actuellement, l'impact sur les fabricants japonais d'équipements de l'application des micro-ordinateurs est remarquable. Des études spécifiques montrent qu'il y a eu conversion de technologie et augmentation du nombre d'emplois dans les départements de conception et de développement. Les départements de fabrication emploient généralement un personnel moins important alors que les divisions de marketing ont plus de personnel pour répondre à une demande accrue. Les fournisseurs de pièces détachées commencent à avoir moins de travail puisque le nombre de pièces nécessaires diminue. Chez les utilisateurs, l'impact se manifeste généralement au niveau d'une réduction du personnel. Il est possible que l'impact sur des domaines limités - mesures, essais, analyses et instrumentation - soit assez fortement ressenti.

49. Bien que les études empiriques sur les implications au niveau de l'emploi dans les secteurs industriels individuels ne soient pas suffisamment nombreuses, ces implications dans diverses industries ont été comptées à partir des éléments figurant en annexe et sont présentés ci-dessous.

#### Implications potentielles pour l'emploi dans les secteurs industriels

##### Possibilité de production automatisée

Papier et produits apparentés  
Produits pharmaceutiques (production par lots ou continue)  
Plastiques et caoutchouc  
Aliments et boissons (emballage et distribution)  
Véhicules motorisés et accessoires  
Fabrication de métaux  
Textiles  
Produits électriques et électroniques  
Produits chimiques (emballage)

##### Economies importantes de main d'oeuvre

Véhicules motorisés et accessoires  
Fabrication de métaux, dans certains cas  
Textiles  
Machines électriques et électroniques (certains secteurs, et notamment les télécommunications)

Economies (moindres) de main d'oeuvre

Produits chimiques  
Produits pharmaceutiques  
Aliments et boissons  
Plastiques et caoutchouc  
Fabrication des métaux

50. Les études et observations à ce sujet dans les pays industrialisés semblent aboutir aux points corrélatifs suivants :

- (a) L'application de la micro-électronique peut, dans l'avenir, provoquer une diminution des emplois mais, comme le taux de croissance démographique n'est pas élevé (voir le Canada, les Etats-Unis), ces applications ne seront probablement pas génératrices de chômage ;
- (b) Une partie du chômage et des déplacements nécessaires pourra être génératrice de tensions ;
- (c) De nouvelles fonctions spécialisées liées à la micro-électronique (par exemple, ingénieurs logiciels) feront leur apparition ;
- (d) On assistera à un phénomène important de dé-qualification et d'élimination d'emplois. Des glissements de main d'oeuvre se manifesteront au plan des tâches et professions, conduisant généralement à une polarisation des emplois entre, d'une part, les ingénieurs logiciels et les professions liées à l'information et, d'autre part, la main d'oeuvre non qualifiée, certaines spécialisations industrielles devenant obsolètes ;
- (e) Une certaine polyvalence sera probablement nécessaire pour toute une série de tâches ;
- (f) Le travail des femmes sera touché par cette évolution, en raison surtout de l'automatisation des fonctions de bureau ;
- (g) Afin d'amortir l'impact de la micro-électronique, on a suggéré de réduire le temps de travail, d'abaisser l'âge de la retraite et de prolonger la scolarité.

51. Les points suivants font l'objet d'un consensus très large en ce qui concerne les perspectives d'avenir au sein des pays de l'OCDE :<sup>(27)</sup>

- (a) Dans le cadre de la production industrielle, la proportion des cols bleus de faible qualification employés à des activités de routine (travail d'assemblage, par exemple) sera réduite ;
- (b) Dans le cadre du secteur des services, la proportion des occupations de routine de traitement de l'information (employés de bureau à faible qualification) sera réduite ;
- (c) Dans tous les secteurs, la proportion des employés au niveau inférieur de la gestion et de la supervision sera également réduite, et les employés maintenus en fonction joueront un rôle plus restreint dans la préparation et la transmission des informations aux niveaux supérieurs de gestion ;
- (d) La proportion des tâches fournissant un support d'infrastructure - installation, exploitation et réparation des nouvelles machines et technologies - augmentera ;
- (e) On assistera à une dé-qualification de certaines occupations artisanales, les spécialisations des personnes opérationnelles étant partiellement transférées aux machines "intelligentes" ;
- (f) Le nombre d'emplois féminins subira une réduction, et le processus d'ajustement sera délicat ;
- (g) Le nombre d'emplois non qualifiés diminuera également, et le processus d'ajustement sera difficile ;
- (h) Les tâches artisanales seront touchées, et le processus d'ajustement sera difficile.

52. L'impact sur les pays en voie de développement ne peut qu'être similaire. La situation sera en réalité plus difficile en raison de la faiblesse de la croissance, du manque de souplesse structurelle et du chômage déjà

---

(27) Organisation pour la Coopération et le Développement économique, "Activités d'Information, Technologies électroniques et des télécommunications - Impacts sur l'emploi, la croissance et les échanges commerciaux" (DSTI/ICCP/80.10, 2nd révision), pp. 81-85.

généralisé. Quels que soient les résultats d'études empiriques portant sur les secteurs industriels individuels, la tendance générale montre que les pays en voie de développement ne doivent pas placer trop d'espoirs dans l'industrie en tant que source d'emplois proprement dits mais envisager la question de la micro-électronique dans un contexte qui dépasse l'emploi sectoriel ou l'ensemble des emplois industriels proprement dits. Le problème sera étudié à la lumière de cette perspective élargie au Chapitre V, lorsque l'action à l'échelon national dans les pays en voie de développement sera envisagée.

IV. LES APPLICATIONS DE LA MICRO-ELECTRONIQUE SPECIFIQUEMENT  
ADAPTEES AUX PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

53. L'identification et la promotion des applications particulièrement adaptées aux zones rurales des pays en voie de développement permettront d'améliorer la qualité de la vie des populations. (Notons que ce type d'analyse n'est pas effectué au niveau des pays industrialisés). Pour la plupart de ces pays, ce ne sont pas les micro-plaquettes à haute capacité ou les équipements de haute technologie qui constituent une nécessité, mais plutôt l'aptitude à percevoir les besoins et à concevoir les applications permettant de répondre à ces besoins de façon adéquate.

54. Les applications permettant d'économiser l'énergie revêtent une importance toute particulière pour les pays en voie de développement importateurs de pétrole. Comme les machines industrielles peuvent se commander, s'ajuster et établir des diagnostics de façon autonome, on considère qu'il sera de moins en moins nécessaire de faire appel à un personnel de surveillance hautement qualifié et qu'il sera possible de construire un peu partout des "mini-complexes" sans dépendre de consultants et d'experts étrangers ou nécessiter des concentrations de services <sup>(28)</sup>. De telles applications pour la décentralisation industrielle permettront, si elles sont soutenues par une infrastructure des télécommunications, de réduire l'exode rural et les investissements à caractère social que l'urbanisation requiert. La combinaison des cellules solaires avec les applications micro-électroniques ouvrira de nouveaux horizons. <sup>(29)</sup> Les besoins en matière d'éducation, de communications et de loisirs pour les populations rurales pourront, grâce à une utilisation novatrice des capteurs solaires, et en les combinant à ces systèmes, former une structure d'applications rurales. Les applications peuvent être conçues pour les agro-industries, et pour l'agriculture afin de contrôler l'hygrométrie, de gérer les récoltes et le stockage, de fournir des informations agro-climatiques, etc. <sup>(30)</sup> Est-il possible de concevoir des applications micro-électroniques permettant d'optimiser l'exploitation des moulins à vent, des complexes de production de

---

(28) Voir "Développement miniature" par Rowan Shirkie et Jean-Marc Fleury, Rapports IDRC, Vol. 10, Avril 1981, pp. 5-7.

(29) Voir Joon Hahn, op. cit.

(30) Le Venezuela expérimente actuellement un système informatisé de données agro-climatiques. Voir "Modelling the tropics : can it be done ?". Agribusiness, Aug/Sep 1980, pp. 25-36.

bio-gaz, des distilleries de carburant à alcool et des processus de fermentation protéinique par mono-cellulaires etc. ? On trouve, parmi les autres applications potentielles, les techniques de détection à distance et de prévision des catastrophes naturelles.

55. On a souligné à cet égard que : "Les mesures à prendre pour éliminer l'analphabétisme, pour promouvoir la santé et améliorer le niveau de vie, et pour fournir les services communautaires permettant d'améliorer la qualité de la vie dans les petites communautés géographiquement dispersées dans des pays comme l'Inde représentent un défi considérable. Il est clair que l'amplitude du problème (l'importance de la population à desservir et des distances à couvrir) rend la solution de ces problèmes par des moyens conventionnels tout à fait irréalisable. On ne peut espérer, dans un avenir proche, et avec les ressources disponibles, de mettre des écoles de type conventionnel, des cliniques de diagnostic, des hôpitaux etc. à la disposition des habitants de chaque village. Mis à part le problème de la construction des édifices qui doivent accueillir ces centres, il est actuellement impossible de disposer de la main d'oeuvre qualifiée capable de gérer ces installations. Il faut élaborer et appliquer des solutions radicalement novatrices et non conventionnelles ... Des équipements pré-programmés qui peuvent être utilisés par un personnel para-professionnel pourraient, s'ils sont mis au point et déployés en nombre suffisant, constituer une solution valable". (31)

56. La bio-technologie présente un potentiel énorme dans les pays industrialisés et dans les pays en voie de développement. L'interfaçage entre la micro-électronique et la biotechnologie, qui a déjà produit la "bio-informatique" pourra se révéler très précieux et améliorer considérablement les capacités de la bio-technologie, par exemple par le travail de disposition séquentielle de l'ADN, l'élaboration et le traitement des informations quantitatives métaboliques et des données analytiques qui caractérisent diverses cellules et molécules organiques (32), et, généralement, en développant et en intégrant la multitude d'informations bio-technologiques. (33)

---

(31) R. Narasimhan, op. cit.

(32) Carl-Göran Hedén, projet de rapport à l'ONUDI sur "L'impact potentiel de la microbiologie sur les affaires mondiales".

(33) Voir, par exemple, Genetic Technology News, Vol. 1, N° 2, Mars 1981.

Le potentiel que présente la bio-technologie est particulièrement important dans les pays en voie de développement où les quantités utilisables de matières organiques sont en général très importantes et où les micro-organismes constituent donc une source méconnue et non encore exploitée de systèmes à enzymes. La micro-électronique pourrait faciliter considérablement l'analyse systématique de cette "manne céleste". (34)

57. Des applications du type cité plus haut permettraient d'améliorer la qualité de la vie de nombreuses personnes, soit en leur fournissant des opportunités rémunératrices, soit par une amélioration directe de leur bien-être. Le bas niveau et la répartition irrégulière des revenus ruraux constituent cependant pour l'utilisation de ces applications, des obstacles qui pourraient être surmontés à plusieurs égards grâce aux investissements à caractère social. Il faut également tenir compte des conditions sociales et culturelles particulières de l'environnement où de telles innovations seraient introduites. Les conséquences négatives et les problèmes sociaux pourront être minimisés si, lors de l'élaboration et de l'application de ces innovations, il est tenu compte de ces conditions. Il faut également faire remarquer que les nouvelles applications peuvent échouer si elles ne sont pas sous-tendues par un effort adéquat d'éducation et de prise de conscience.

58. Il a déjà été souligné que le développement de ces applications nécessite une combinaison de diverses perceptions des conditions et nécessités des pays en voie de développement, et une capacité de concevoir des applications micro-électroniques, capacité qui, dans les pays en voie de développement, est très limitée. L'attention apportée par les institutions de R + D dans les pays en voie de développement aux problèmes ruraux est elle aussi dans l'ensemble très limitée. Cette tâche constitue, vu les circonstances, un véritable défi et il faudra probablement une action à l'échelon international pour donner l'élan initial nécessaire. Cette action prendrait la forme de projets pilotes exemplatifs pour identifier les problèmes tels qu'ils se présentent en réalité et mettre au point les applications adéquates.

---

(34) ONUDI, "Projet de rapport sur l'Echange de Vues d'Experts sur les Implications pour les pays en voie de développement des progrès en matière de Génie Génétique", Vienne, Autriche, 4-6 Février 1981, p.11

V. L'ACTION A L'ECHELON NATIONAL DANS CES  
PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

59. C'est l'appréciation globale des potentiels offerts et des problèmes posés par les applications micro-électroniques dans les pays en voie de développement qui constitue le point de départ de toute action entreprise par ces pays. Dans un domaine aussi moderne et mouvant, l'attention apportée à la collecte des données et à la présentation des problèmes permettant une évaluation appropriée a, jusqu'à présent, été inadéquate et doit être rendue efficace immédiatement. Il ne s'agit là que d'une première étape qui doit conduire à l'élaboration de méthodes d'évaluation dans chaque pays. A défaut d'une telle évaluation, des réactions de rejet pourraient se manifester, considérant que la micro-électronique est trop moderne et complexe pour s'adapter aux problèmes des pays en voie de développement où qu'elle risque d'accentuer les problèmes de chômage dans ces pays. Il faut analyser ces points avec le recul nécessaire en s'inspirant des éléments présentés plus haut dans ce document.

60. Dans l'ensemble, les pays en voie de développement ont maintes fois insisté sur la nécessité de faire appel à la technologie moderne pour résoudre leurs problèmes de développement. Ceci ne signifie bien sûr pas que toute technologie, surtout si elle va à l'encontre de leurs intérêts, doit être utilisée. On ne peut cependant se permettre d'ignorer la micro-électronique en raison de l'importance de son impact et de la contribution qu'elle apporte à la productivité. Cette attitude ne pourrait en effet que conduire à l'échec dans le cadre de notre économie mondiale interdépendante. Si l'on accepte que le fossé technologique entre pays industrialisés et pays en voie de développement ne doit pas s'élargir, mais au contraire, être comblé, l'ignorance de la micro-électronique ne pourrait que transformer ce fossé en abîme.

61. Il se peut que certains de ces problèmes soient plus apparents dans les pays en voie de développement les plus industrialisés (par exemple, les avantages relatifs pour les produits manufacturés), alors que dans d'autres pays, les problèmes peuvent être latents et, par conséquent, retarder toute action. Ces actions seront entreprises avec plus de diligence si les doutes, les questions et les problèmes sont clairement définis et si leur validité est évaluée en termes de spécificités nationales.

62. Pour ce qui concerne les effets sur l'emploi, l'optimisme prudent dans les pays industrialisés, qui veut que, dans l'ensemble et à terme, les possibilités d'emploi ne seront pas réellement affectées mais qu'il y aura plutôt redistribution des tâches due aux nouvelles techniques, ne sera pas nécessairement valable ipso facto dans le contexte des pays en voie de développement. Il est toutefois nécessaire d'analyser le phénomène en profondeur afin d'éviter une approche trop floue ou trop générale. Dans les industries de traitement qui requièrent l'utilisation de matières premières ou de ressources naturelles locales (les industries du sucre, du ciment ou métallurgiques, par exemple), les pertes d'emplois se manifesteront essentiellement dans les secteurs de l'instrumentation et des contrôles de qualité, mais elles seront compensées par des gains de productivité. Dans les industries de construction mécanique, les pertes d'emplois seront peut-être plus directes, particulièrement dans des domaines où les exportations et les marchés intérieurs non protégés sont impliqués. Elles pourront se manifester sous la forme de réductions directes, ou de possibilités d'emplois perdus. L'emploi industriel dans les pays en voie de développement a été jusqu'à présent limité et on peut se demander quelle sera l'amplitude de ces pertes d'emplois par rapport à l'emploi global et si cette amplitude sera telle que les avantages apportés par la micro-électronique en seront annulés. Le secteur des services, qui, dans les pays en voie de développement, ne concerne qu'un nombre limité d'emplois, mais dont la croissance est importante pour ces pays, peut être amélioré qualitativement et quantitativement. Tout ceci semble indiquer que les diminutions d'emplois en secteurs industriels ne constituent en réalité qu'un des éléments à prendre en considération lorsqu'il s'agit de décider des applications micro-électroniques et qu'il faut aller au-delà des effets dans les secteurs individuels pour envisager l'ensemble des coûts et des avantages que ces applications impliquent.

63. En ce qui concerne les capacités technologiques, l'élaboration des capacités logicielles constitue indubitablement un problème difficile à résoudre. Par contre, le fait que la micro-électronique remplace de nombreuses tâches complexes représente un avantage pour les pays en voie de développement qui ne disposent pas encore des spécialistes nécessaires pour ces

tâches. Ceci leur permet donc de gagner le temps normalement nécessaire à la formation et d'économiser leurs efforts. Ils peuvent ainsi s'insérer, dans la mesure du possible, dans le marché des exportations à un stade moins avancé du cycle du produit. <sup>(35)</sup>

64. Les pays en voie de développement auront besoin de capitaux pour investir dans les industries de la micro-électronique et des télécommunications. Les pays qui suivent une politique d'encouragement des investissements étrangers dans ces domaines auront moins de problèmes pour ce qui concerne les capitaux fixes. <sup>(36)</sup> L'éducation et la formation de personnel capable d'élaborer les logiciels exigerait des investissements importants, mais il ne sera peut-être plus nécessaire d'investir pour former les spécialistes industriels auxquels la micro-électronique pourra se substituer.

65. En ce qui concerne l'équipement industriel, ce sont les prix des équipements industriels qui sont fournis aux pays en voie de développement par les pays industrialisés qui détermineront l'amplitude de la pénurie de capitaux. Dans ce domaine, les tendances commencent à peine à être esquissées. Si l'on exclut la possibilité d'une fixation des prix par des monopoles, et étant donné la réduction des coûts de la micro-électronique, le remplacement des instruments et des pièces métalliques permettra probablement de réduire le coût des équipements mais il se peut que les caractéristiques de souplesse et de facilité conférées par la micro-électronique contribuent à accroître le volume des installations industrielles, et donc des investissements à consentir, ce qui les rendraient inadéquates pour les pays en voie de développement. Ce facteur constitue une autre raison pour prendre en considération les possibilités d'applications micro-électroniques dans les petites et moyennes industries.

---

(35) Point mis en évidence par Sang Joon Hahn, op. cit.

(36) Ceci ne constitue pas un argument présenté en faveur des investissements étrangers. Il est également intéressant de remarquer à cet égard que l'industrie mondiale des télécommunications est dominée par une douzaine de sociétés transnationales.

66. La coopération entre pays en voie de développement, les actions régionales, l'aide par les pays producteurs de pétrole et de politiques spéciales de prêts financiers accordées par les agences internationales pourraient constituer une série de voies à suivre afin de promouvoir les applications micro-électroniques et pallier les pénuries éventuelles de capitaux.

67. Les transferts de technologies se manifesteront quant à eux au niveau de la technologie de la production micro-électronique, des applications pour les processus et l'équipement industriel, d'applications d'un autre type, et du logiciel. On peut citer, parmi les questions importantes qui exigent un examen approfondi :

- (a) Dans quelle mesure les transferts de technologie dans ce domaine diffèrent-ils des structures générales de transferts de technologie industrielle ?
- (b) Quelles sont les tendances actuelles en la matière et quelles sont les mesures à prendre par les pays en voie de développement ?
- (c) Comment garantir que les transferts de technologie contribuent au renforcement des capacités internes ?
- (d) Comment fragmenter les ensembles technologiques ?

68. Il est également important de suivre l'évolution de l'ensemble de la structure de l'industrie micro-électronique, des caractéristiques des fournisseurs de technologie et des modifications en cours. De nombreuses sociétés de micro-électronique deviennent transnationales et les transnationales qui n'étaient pas concernées par l'électronique s'engagent maintenant dans la micro-électronique, de petites sociétés sont créées ou dissoutes, des compagnies s'engagent dans les applications ou sortent de ce secteur, et des firmes d'équipement s'intéressent à la micro-électronique. La situation prend des allures " à la Schumpeter ", et les innovateurs et entrepreneurs sont légions. <sup>(37)</sup> La situation évolue dans le temps et selon les pays mais doit être suivie en raison de ses multiples implications, non seulement

---

(37) Voir J.A. Schumpeter, The Theory of Economic Development (Oxford, Oxford University Press, 1949).

pour l'industrie de la micro-électronique mais également par les industries en aval.

69. Les éléments rassemblés et analysés ne sont pas en nombre suffisant pour permettre une évaluation des problèmes énoncés dans les deux paragraphes précédents. Cette évaluation permettrait cependant de faciliter l'élaboration par les pays en voie de développement des stratégies adéquates pour les importations de technologie. Il est cependant possible de formuler un certain nombre d'observations générales. On peut établir une distinction entre les transferts de technologie destinés à la fabrication des micro-plaquettes et ceux destinés aux opérations d'assemblage. Les premiers concernent la haute technologie, avec tout ce que cela implique, alors que les transferts du second type peuvent, si les capacités locales existent, être aisément classés dans la catégorie des transferts tels qu'ils se sont manifestés jusqu'à présent, après l'apparition des micro-plaquettes.<sup>(38)</sup>

En ce qui concerne les industries en aval, on peut s'attendre à ce que les transferts de technologie suivent le rythme normal des transferts de procédés et d'équipement industriels. Toutefois, dans le domaine des applications spéciales, les capacités technologiques locales doivent être telles qu'elles soient en mesure d'identifier et de définir clairement les besoins locaux, de commander ou de concevoir des micro-plaquettes et des programmes spéciaux. Cette aptitude à identifier et définir les besoins locaux spécifiques et à fragmenter les ensembles logiciel/matériel de plus en plus présentés sous forme de marchés globaux est essentielle afin d'éviter les coûts excessifs, l'achat de technologies inappropriées, et les vendeurs un peu trop zélés. Dans les pays disposant de mécanismes régulateurs pour les importations de technologie, il serait particulièrement nécessaire de pouvoir évaluer les coûts sociaux et les avantages des transferts de technologie impliquant les industries en aval, l'équipement et les applications spéciales. Les capacités locales et la conscience des problèmes sont donc fondamentales pour assurer le succès des transferts de technologie.

---

(38) Voir, par exemple, Guidelines for Evaluation of Transfer of Technology Agreements, Development and Transfer of Technology Series n° 12 (ID/233).

a. Structures des politiques

70. L'argumentation développée dans les paragraphes précédents est succincte et générale, et n'est pas étayée par des données empiriques, d'ailleurs inexistantes, mais elle met cependant clairement en lumière l'interaction des forces qui affectent les pays en voie de développement. Il ne s'agit surtout pas de sous-estimer les effets négatifs ou les problèmes existants mais bien de souligner la nécessité de contrôler la situation de près et d'élaborer une stratégie cohérente. Il importe de déterminer si, même en admettant que la balance penche du côté négatif, l'effet des désavantages inévitables ne peut être annulé en développant et en mettant à profit des applications spécifiquement adaptées à la situation des pays en voie de développement, et plus particulièrement celles qui permettront d'améliorer les conditions en zones rurales et la qualité de la vie dans ces régions.<sup>(39)</sup> Une démarche décidée et positive allant dans ce sens pourrait produire des résultats à la mesure des espoirs suscités par la technologie moderne en tant que moteur de développement.

71. Tout ceci suppose une approche sélective et qui est plus difficile à élaborer que l'adoption pure et simple ou le rejet global de la micro-électronique. Cette sélectivité nécessite une définition d'objectifs précis et une vigilance permanente. Afin d'assurer cette sélectivité, il est nécessaire d'élaborer une politique de la micro-électronique combinée, comme nous l'avons déjà fait remarquer, avec une politique des télécommunications. Ce type de politique brille cependant par son absence dans bon nombre de pays en voie de développement. Il est évident qu'en raison de la diversité des situations dans les pays en voie de développement, des évaluations spécifiques par pays doivent être formulées aux niveaux nationaux afin d'établir une corrélation entre les actions impliquées par ces politiques et les situations locales.

---

(39) Même si un gouvernement décidait que les applications micro-électroniques doivent être découragées en raison de leurs effets négatifs sur l'emploi, comment ferait-il appliquer cette décision ? En décourageant ou en interdisant la fabrication de produits micro-électroniques ? Par l'interdiction des importations de technologies ? En contrôlant tous les équipements qui doivent être importés ?

72. Plusieurs gouvernements de pays industrialisés poursuivent maintenant, et depuis peu, une politique active de la micro-électronique pour promouvoir la production locale de micro-plaquettes et leur utilisation dans l'administration et les services. Il est intéressant d'examiner brièvement ces actions.

73. A la suite notamment du rapport de l'ACARD (Conseil consultatif pour la recherche appliquée et le développement), le gouvernement britannique s'est engagé dans la micro-électronique en y investissant 400 millions de livres destinés à un programme de soutien (70 millions de livres) de l'industrie micro-électronique pour stimuler la production, à un programme de production de logiciels, à un projet de prise de conscience au niveau scolaire, et à un projet d'applications des microprocesseurs (55 millions de livres) administrés par le Ministère de l'Industrie. 250 millions de livres sont en outre gérés par le National Enterprise Board. Le gouvernement du Royaume-Uni a entamé un programme en quatre points :

- (i) une campagne de prise de conscience visant à toucher 50.000 responsables au niveau décisionnel en trois ans ;
- (ii) un programme concentré pour l'éducation et la formation ;
- (iii) un soutien direct à l'industrie, y compris la sensibilisation au niveau industriel, la formation, les études de praticabilité et une structure de consultation destinée à l'approvisionnement public ;
- (iv) l'approvisionnement public.

74. Le gouvernement des Etats-Unis, pour sa part, soutient l'industrie micro-électronique de deux façons :

- (i) l'approvisionnement ;
- (ii) le soutien direct aux systèmes de défense.

Le gouvernement de la République Fédérale d'Allemagne apporte essentiellement une aide au niveau de la R + D.

75. Déjà en 1971, Le Japon a adopté une politique nationale pour la promotion de certaines industries, et notamment celle de la micro-électronique ; il a défini les paramètres du plan de promotion, établi les lignes de forces pour la technologie de production et rationalisé la production. Le plan de promotion comporte :

- (i) une aide financière à la recherche et au développement des technologies fondamentales ;
- (ii) le financement de projets pour l'amélioration de la technologie de production et la rationalisation de cette dernière.

Jusqu'en 1977, plus de 21 secteurs de l'industrie des semi-conducteurs ont bénéficié de cette promotion couvrant plus de 60 projets différents.

76. A partir de 1977, le gouvernement français a décidé d'encourager le développement, la production et l'utilisation des circuits intégrés et, à cet effet, entrepris :

- (i) d'informer l'industrie quant aux méthodes d'amélioration des produits grâce à la micro-électronique ;
- (ii) de faciliter la formation en matière de micro-électronique des cadres et des ingénieurs dans les sociétés concernées afin de leur permettre de communiquer avec les fabricants de composants et de maîtriser l'utilisation de cette technologie ;
- (iii) de promouvoir la création d'agences spécialisées en micro-électronique qui jouent un rôle identique à celui des sociétés de services informatiques et des bureaux de consultants dans ce domaine.

77. En Irlande, le Conseil National pour la Science et la Technologie a entrepris une étude très importante des tendances de la technologie micro-électronique et de ses applications afin d'évaluer son impact sur l'économie irlandaise jusqu'en 1990. Les secteurs de l'agriculture, de l'industrie et

des services ont fait l'objet d'une étude concernant les activités qui leur sont spécifiques. Les questions envisagées incluent :

- l'éducation et la formation
- la formation de recyclage
- la promotion de la sensibilisation au problème
- les exigences en matière d'infrastructures
- la consultation avec les travailleurs
- la planification.

78. Une politique de la micro-électronique afin d'élaborer une stratégie dans ce domaine peut, dans les pays en voie de développement, comprendre les éléments suivants <sup>(40)</sup> dont la distribution dépend de la situation particulière à chaque pays, la stratégie devant être intégrée au contexte socio-culturel existant :

#### Contrôle et prise de conscience

(a) Contrôle et suivi permanents, par l'intermédiaire d'une équipe pluri-disciplinaire et nationale, des développements de la technologie micro-électronique et de son impact sur les secteurs prioritaires de l'industrie et d'autres domaines, particulièrement en ce qui concerne les besoins de spécialisation et d'infrastructure, ainsi que les avantages relatifs en termes de commerce international ;

(b) Campagne de sensibilisation visant un segment bien défini des responsables des processus décisionnels et des utilisateurs.

#### Capacités et applications internes

(c) Promotion et création d'une industrie micro-électronique, de la conception au montage et à la fabrication des micro-plaquettes

---

(40) Un certain nombre de considérations à propos de cette politique ont été énoncées dans les chapitres précédents et ne sont pas reprises ici.

ainsi qu'à l'instrumentation, dont la particularité dépend des besoins locaux et des applications, des avantages relatifs, des capacités technologiques et d'autres facteurs déterminants ;

- (d) Promotion des applications, fondée sur l'identification des tâches nationales, dans les domaines industriels et autres secteurs prioritaires, y compris l'accès, la manipulation, le traitement et l'utilisation des informations ;
- (e) Programmes à court et long termes d'éducation et de formation pour le matériel et le logiciel, afin de répondre aux besoins locaux et, si possible, d'exporter. Il est nécessaire de vérifier et de réorienter les programmes et institutions existants.
- (f) L'instauration ou l'encouragement des programmes d'application de la R + D, particulièrement dans les secteurs d'applications fondamentales, y compris la formation et la sensibilisation en la matière du personnel de R + D ; il est nécessaire d'accorder une attention toute particulière aux applications potentielles de la micro-électronique pour le développement des zones rurales, et permettant de satisfaire les besoins essentiels et d'apporter des solutions aux autres problèmes spécifiques des pays en voie de développement ;
- (g) Créer et/ou coordonner les institutions nationales afin de développer les capacités et applications locales mentionnées plus haut ;
- (h) Revoir ou formuler des politiques adéquates pour les transferts de technologie, les investissements et l'encouragement des capacités et applications locales.

#### Examen critique

- (i) Suivre l'application des divers points de la stratégie et assurer la cohérence de cette stratégie vis-à-vis de l'ensemble des objectifs de développement et des autres stratégies sectorielles, particulièrement pour ce qui concerne les télécommunications.

79. Chacun de ces éléments doit être prolongé par une série de mesures spécifiques à la situation de chaque pays. Ainsi, <sup>(41)</sup> la mise au point du matériel peut requérir un financement par le gouvernement, des prêts bancaires pour de nouvelles unités et pour la restructuration industrielle, des prêts bancaires pour la location d'ordinateurs, des avantages fiscaux, et des achats étatiques. La promotion de l'industrie du logiciel peut requérir le financement de son développement, des prêts bancaires à l'industrie du logiciel, des avantages fiscaux, la compilation d'un registre des programmes afin d'éviter le double-emploi et de promouvoir la distribution des programmes disponibles, la protection du logiciel. La promotion des applications pourra exiger l'identification des objectifs prioritaires, des applications en petites entreprises, et des applications destinées aux administrations locales et centrales. L'amélioration de l'environnement des ressources humaines peut requérir la mise à l'épreuve des spécialistes de l'informatique, l'apprentissage informatisé et des programmes de sensibilisation pour le grand public.

b. Capacités technologiques

80. Le concept de capacités technologiques, qui a généralement mis plus l'accent sur les techniques de fabrication que sur les services technologiques peut exiger un travail considérable de redéfinition à la lumière de l'évolution des applications micro-électroniques. Les pays en voie de développement auront besoin de capacités dans le domaine de la fabrication et de l'assemblage des produits micro-électroniques. Ces capacités ne sont pas totalement différentes des techniques de fabrication en général mais celles qui sont nécessaires pour les applications micro-électroniques sont inexistantes dans la plupart des pays en voie de développement et restent à la traîne des développements du matériel dans les pays industrialisés. La main d'oeuvre requise comprendra notamment des analystes, des concepteurs de systèmes et de bases de données, des programmeurs, des contrôleurs et des cadres, ainsi que des spécialistes en matière de recherche opérationnelle, en logique mathématique et en gestion scientifique. Les objectifs de développement et d'utilisation du logiciel doivent non seulement permettre

---

(41) Voir R.E. Kalman, "Mesures pour la promotion de l'informatique et de la technologie locales". Document préparé pour la Conférence internationale sur l'Informatique et le Développement industriel, Dublin, Mars 1981.

de répondre aux besoins de routine, mais également de promouvoir la conception des applications pour les problèmes locaux et de desservir, dans la mesure du possible, le marché des exportations. En dernière analyse, l'impact réel de la micro-électronique sur les pays en voie de développement sera très largement conditionné par leur capacité à développer et à appliquer le logiciel.

81. Le tableau suivant permet d'esquisser le profil des besoins en matière d'éducation et/ou de formation : (42)

Type de main d'oeuvre	Education	Formation
<u>Professionnels</u>		
1. Analystes de systèmes et informaticiens	niveau supérieur	intensive
2. Concepteurs informaticiens	niveau supérieur	intensive
3. Personnel d'application	niveaux divers	
4. Personnel de préparation des données, opérateurs et programmeurs	niveau moyen	intensive
<u>Non-professionnels</u>		
5. Utilisateurs		de compréhension
6. Public		sensibilisation - séminaires, mass media et éducation populaire

(42) Etabli d'après les observations dans I.S. El Miligi "Notes sur l'éducation et la formation pour l'informatique dans les pays en voie de développement". Document préparé pour la Conférence internationale sur l'Informatique et le Développement industriel, Dublin, Mars 1981.

82. Il faudra bien entendu plus de temps pour parvenir à former des professionnels du type analystes de systèmes ou informaticiens dans le cadre de l'enseignement. Les programmes de formation peuvent être mis en place plus rapidement mais les programmes éducationnels et de formation requièrent tous deux un effort concerté qui va bien au-delà des "encouragements" habituels si l'on veut disposer de la main d'oeuvre suffisante pour répondre aux besoins internes et, si possible, pour exporter des produits locaux. (43)

La réduction des coûts du matériel micro-électronique a permis la formation pratique d'un personnel plus nombreux. (44)

83. La formation dans ce domaine a, dans une large mesure, été jusqu'à présent intégrée en pays industrialisés à la vente des ordinateurs. Il a toutefois été suggéré qu'"en raison des procédures agressives de marketing, il est possible que les pays en voie de développement sur-investissent en matériel et sous-utilisent les capacités disponibles. Les fournisseurs, quant à eux, tendent à vendre en masse des ensembles de logiciel qui n'ont pas été complètement éprouvés et donc d'entraîner des pertes de temps et des coûts supplémentaires qui dépassent, pour la mise au point et la rationalisation des programmes, les normes en matière d'entretien et de réparation". (45)

---

(43) Voir à cet égard Dieter Ernst "Le Marché du logiciel - Facteurs déterminants et Tendances futures possibles. Une analyse réalisée dans la perspective du Tiers Monde (avant-projet)" (BP.8). Document préparé pour l'Echange de Vues d'Experts sur les Implications, pour les Pays en Voie de Développement, des Progrès technologiques en matière de Micro-électronique, Vienne, 10-12 juin, 1981.

(44) Voir, par exemple, "Micro-informatique en 1980", Bureau Intergouvernemental pour l'Informatique (STAR/8002), pp. 69-72.

(45) Discours-programme de I.H. Abdel-Rahman à la Conférence internationale sur l'Informatique et le Développement industriel, Dublin, Mars 1981.

Ce sont souvent les fabricants de matériel qui sont restés maîtres des décisions pour la formation, et qui ont donc mis l'accent sur les techniques d'exploitation. Les techniques de gestion, et surtout les méthodes et systèmes, ont ainsi souvent été négligés. Pour les systèmes informatisés "clés sur porte" livrés aux pays en voie de développement, le coût du matériel ne représente souvent qu'environ 40%. Il n'y a aucune raison pour que les autres activités - intégration, installation d'interfaces, commandes, entretien, mise au point du logiciel, formation etc. - ne soient pas entreprises sur place.

84. Le logiciel doit être envisagé dans le sens le plus large des capacités technologiques nécessaires sans être limité aux seuls programmeurs, concepteurs de systèmes et opérateurs. Ces spécialisations sont bien entendu essentielles mais il est tout aussi important que les pays en voie de développement s'efforcent de sensibiliser autant de personnes que possible aux problèmes du logiciel/de micro-électronique. Les professionnels appartenant à tous les domaines doivent être formés et encouragés à envisager les possibilités d'utilisation de la micro-électronique dans le cadre de leurs activités spécifiques. Les pays en voie de développement doivent prendre de plus en plus conscience du fait que les ensembles technologiques peuvent être fragmentés pour être mis au service des besoins locaux tels qu'ils les ressentent.

85. La majeure partie du logiciel doit être préparée dans le cadre des cultures auxquelles ce logiciel sera appliqué et l'éducation de l'ensemble de la population revêt autant d'importance que la formation des experts. Les nouveaux programmes de formation doivent notamment comprendre la formation pré-universitaire, l'éducation et la formation professionnelle permanentes, les clubs de micro-informatique, ainsi que les kits d'apprentissage et les micro-ordinateurs individuels. Il faut aussi prévoir et offrir l'accès aux ordinateurs. Ainsi, il a été suggéré que chaque étudiant universitaire ait la possibilité de se familiariser avec les ordinateurs et leurs applications. Les programmes novateurs japonais <sup>(46)</sup> sont particulièrement intéres-

---

(46) Voir également à ce propos Shigeichi Moriguchi, "Politique et Planification de l'Éducation à l'Informatique", Les Ordinateurs dans l'Éducation, O. Lecarme et R. Lewis, eds. (Amsterdam, IFIP, North-Holland Publishing Company, 1975) ;  
Shigeichi Moriguchi, "Sept ans de cours sur l'Informatique à la télévision", dans Débats de la Conférence régionale de l'IFIP, Singapour, 6-9 septembre 1976, M. Joseph et F.C. Kahli, eds. (Amsterdam, North-Holland Publishing Company, 1977), pp. 21-34 ;  
Shigeichi Moriguchi, "Expériences dans Les Centres informatiques universitaires". Document préparé pour l'Échange de Vues d'Experts sur les implications pour les pays en voie de développement, des progrès technologiques

sant concernant notamment la création de "clubs" et l'utilisation efficace des media audio-visuels pour sensibiliser. Ainsi, une chaîne de télévision japonaise a diffusé un cours d'informatique qui a duré sept ans et dont le taux d'écoute s'élevait à quatre millions de spectateurs.

86. Bien que plusieurs pays aient mis en place des centres techniques ou des institutions similaires <sup>(47)</sup>, les efforts systématiques ont, dans ce domaine, fait défaut dans les pays en voie de développement. Les efforts régionaux <sup>(48)</sup> d'éducation et de formation peuvent donner l'élan initial dans ce domaine pour un certain nombre de petits pays. Singapour représente à cet égard un exemple intéressant. <sup>(49)</sup> Il est intéressant de citer in extenso les mesures prises à Singapour :

---

(46 suite de la page précédente) en matière de micro-électronique, Vienne, 10-12 juin 1981)

(47) Par exemple, l'Inde, le Pakistan et la République de Corée. Voir, par exemple, K.V. Ramanathan, "Industrie des semi-conducteurs et R + D en Inde", M. Aslam, "Implications de la Micro-électronique dans les pays en voie de développement". Documents préparés pour l'Echange de Vues d'Experts sur les Implications, pour les Pays en Voie de Développement, des progrès technologiques en matière de micro-électronique, Vienne, 10-12 juin 1981.

(48) La réunion consultative sur l'électronique tenue dans la région de l'ESCAP en août 1980 constitue un exemple d'action régionale.

(49) Robert Iau, "L'Industrie de l'apprentissage de l'ordinateur - Regard sous l'angle oriental sur la raison d'être économique d'un nouveau phénomène". Document préparé pour la Conférence internationale sur l'Informatique et le Développement industriel, Dublin, Mars 1981.

" Pour commencer, des études d'informatique, avec examens, seront offerts à tous les étudiants des classes terminales (A-levels) à partir de cette année. Plus de 200 mini et microprocesseurs seront installés dans toutes les écoles secondaires et pré-universitaires dans les 18 mois à venir. Les enseignants ont, depuis la mi-80, suivi un cours de formation afin d'assurer la qualification du personnel scolaire. La National University de Singapour a remanié ses cours afin d'y intégrer une section d'informatique importante, en plus des cours d'informatique pure. Les étudiants bénéficieront ainsi de la formation adéquate qui leur permettra d'être presque immédiatement opérationnels lorsqu'ils auront obtenu leurs diplômes. L'enseignement de l'utilisation des ordinateurs fait également partie d'autres disciplines telles que l'ingénierie, les sciences, l'administration des affaires, le commerce, l'économie, etc.

" Un institut de formation, le "Japan Singapore Institute of Systems Technology", sera créé pour la fin de 1981. Cet institut mis conjointement en place par les gouvernements de Singapour et du Japon formera les spécialistes en logiciel pour les grands systèmes informatisés et les mini-ordinateurs. Il offrira également des cours de formation pour les professionnels d'autres secteurs, ingénieurs et cadres, par exemple, et des cours de perfectionnement pour informaticiens. Un autre institut, "The Institute for Systems Studies" sera également créé. L'objectif initial poursuivi par cet établissement est de concentrer actuellement la formation au niveau du personnel logiciel de base mais l'institut travaillera à l'avenir en étroite collaboration avec la National University de Singapour et avec les professionnels du logiciel à la pointe de la technologie. Les études d'informatique ont été récemment introduites dans les deux écoles techniques de Singapour et les deux nouvelles écoles de ce type qui seront créées pour le milieu des années 80 offriront également des cours d'informatique.

" En ce qui concerne les affaires, divers mécanismes d'encouragement seront instaurés par le gouvernement de Singapour sous la forme d'aides financières et de dégrèvements fiscaux. Les équipements d'informatique peuvent être amortis sur trois ans en ce qui concerne l'impôt sur les sociétés. Les organisations qui envoient leur personnel des départements informatiques à Singapour ou à l'étranger pour y suivre des cours de perfectionnement peuvent recevoir une aide gouvernementale qui couvre jusqu'à 70% des frais de formation. On prépare également une série de mesures de dégrèvement fiscal pour les revenus provenant du logiciel mis au point à Singapour et exporté, et le gouvernement a l'intention de libéraliser l'attribution de permis professionnels et de travail pour les experts en informatique qui désirent s'installer et travailler à Singapour."

87. Les applications micro-électroniques illustrent en réalité l'importance du développement des ressources humaines. Les observations suivantes portant sur l'industrie de l'informatique s'appliquent à l'ensemble de l'industrie micro-électronique et concernent particulièrement les pays en voie de développement.

" Comme l'industrie de l'informatique est une "industrie populaire", la meilleure méthode pour perfectionner cette technologie est d'investir dans la formation des citoyens à l'utilisation des ordinateurs. Cette éducation doit être réaliste et pratique, et s'adresser à une large section de la population. Si cette tâche difficile et coûteuse est menée à bien, la nation pourra sans difficultés développer une industrie de l'informatique valable. Lorsque l'infrastructure de base aura été établie, le reste suivra, naturellement et inévitablement."<sup>(50)</sup>

---

(50) D.H. Chung, "Le Secret des Services Américains de traitement électronique de l'information". Dans Les Microprocesseurs et leurs Applications, Tiberghien, Carlstedt et Lewi, eds. (Amsterdam, North Holland Publishing Company, 1979).

## VI. L'ACTION A L'ECHELON INTERNATIONAL

88. Le niveau relativement bas de capacité et de sensibilisation en ce domaine dans les pays en voie de développement rendent une action internationale indispensable pour aider, du moins temporairement, et stimuler les efforts nationaux. Il est évident que le niveau actuel d'attention et d'efforts est insuffisant par rapport à l'amplitude des problèmes des pays en voie de développement. L'action entreprise actuellement par les organisations internationales est limitée à quelques études restreintes et activités non coordonnées. Il s'agit de déterminer si, vu l'impact potentiel de la micro-électronique sur les pays en voie de développement, la nature et le niveau de l'effort international est à la mesure des défis à relever.

89. Une série d'activités simultanées et connexes devront être entreprises à l'échelon international. Elles peuvent se résumer comme suit :

Sensibilisation. Il faut consentir un effort important de sensibilisation qui inclue les bulletins d'information, publications diverses, les mass media et séminaires destinés à des publics déterminés dans les pays en voie de développement, et en particulier aux responsables des processus décisionnels.

Contrôle. Face aux progrès rapides en matière de technologie et d'applications, il est nécessaire d'organiser le contrôle continu de cette évolution, l'évaluation et la diffusion des informations dans les pays en voie de développement.

Les recherches et les études sont indispensables pour permettre l'évaluation des effets de façon empirique. Afin de pouvoir tirer des conclusions valables, les études doivent être effectuées essentiellement aux niveaux nationaux et sectoriels. Comme l'évolution est très dynamique, la validité de ces conclusions est limitée dans le temps et demandera des contrôles fréquents.

Des méthodes d'enquête et d'action au niveau national devront probablement être élaborées à l'échelon international.

Des services consultatifs et d'assistance technique devront être mis en place pour aider les pays en voie de développement à élaborer leurs politiques et leurs stratégies, et à développer les capacités humaines et institutionnelles.

Développement des capacités de logiciel. Il est nécessaire, dans ce domaine, de créer des cours, des manuels, des méthodes d'élaboration des stratégies de développement du logiciel, des bourses d'études, des cours et des institutions de formation, des programmes d'éducation etc...

Applications micro-électroniques. Il faudra promouvoir les méthodes pour l'élaboration d'applications spécifiques aux pays en voie de développement par l'identification des problèmes, la mise au point du logiciel, les projets pilotes, etc. Les innovations seront nécessaires dans ce domaine.

Fabrication micro-électronique. Programmes d'aide à la fabrication de matériel.

Coopération entre les pays en voie de développement et action régionale dans les domaines mentionnés plus haut.

Programmes spéciaux et novateurs, par exemple, transferts de savoir-faire en micro-électronique par l'intermédiaire de nationaux expatriés (TOKTEN).

Mobilisation et coordination des efforts institutionnels

90. Ces possibilités revêtent seulement un caractère exemplatif. Certaines d'entre elles dépendent des nécessités nationales spécifiques mais un programme international type minimum pourrait inclure les éléments suivants :

- (a) Sensibilisation, contrôle, recherches et études, développement des méthodologies ;
- (b) Développement des capacités technologiques (logiciel inclus) ;
- (c) Applications adaptées aux conditions des pays en voie de développement et projets pilotes.

Un tel programme minimum doit, essentiellement, inclure les mobilisations institutionnelles et efforts de coordinations nécessaires et pourrait bénéficier des indications et conseils d'un petit groupe d'experts de haut niveau.

91. Une action internationale menée en temps opportun et de façon imaginative, adéquate et efficace peut aider dans une très large mesure les pays en voie de développement à relever le défi de la micro-électronique.<sup>(51)</sup>

---

(51) Voir les recommandations du rapport sur l'Echange de Vues d'Experts sur Les Implications, pour Les Pays en Voie de Développement, des Progrès technologiques, Vienne, Autriche, 10-12 juin 1981 (UNIDO/IS.242/Rev.1)

## VII. REMARQUES ET CONCLUSIONS

92. Au cours de la dernière décennie, les pays en voie de développement ont considérablement accru leur perception des implications de la technologie sur le développement. Ils sont aussi de plus en plus conscients de la nécessité de renforcer leurs capacités technologiques et leur autonomie décisionnelle en matière de technologie. Les progrès de la technologie micro-électronique fournissent un terrain d'essais permettant aux pays en voie de développement de déterminer dans quelle mesure ils peuvent mettre leurs perceptions et leurs aspirations en pratique.

93. Comme il s'agit d'une tâche importante et stimulante, il est nécessaire d'identifier les cibles-clés :

- (a) Développer les capacités du logiciel ;
- (b) Développer les applications convenant aux conditions des pays en voie de développement ;
- (c) Développer les capacités d'assemblage/de fabrication des produits micro-électroniques ;
- (d) Développer l'infrastructure des télécommunications ;
- (e) Développer les aptitudes nationales à contrôler les implications des progrès de la technologie micro-électronique pour la production locale et le commerce international de toute une série de biens et de services ;
- (f) Formuler et appliquer une politique nationale reprenant les éléments ci-dessus.

94. Cette identification des cibles-clés ne met en évidence ni l'importance et le caractère d'urgence de l'action à entreprendre, ni les implications profondes qui sont en jeu. On ne peut qu'insister sur la nécessité pour les pays en voie de développement de se mettre "sur pied de guerre" pour entreprendre cette action.

95. Les progrès de la micro-électronique représentent tout autant un défi lancé à l'action internationale et à sa capacité d'apporter et de maintenir un soutien efficace pour résoudre les problèmes fondamentaux auxquels les pays en voie de développement doivent faire face.

A N N E X E

Facteurs de la diffusion de la micro-électronique pour certains secteurs (a)

Secteur	Facteurs favorisant l'adoption de la micro-électronique	Facteurs retardant l'introduction de la micro-électronique
1. Produits chimiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>: Améliorations du contrôle des procédés et de qualité-précision, reproductibilité, sécurité</li> <li>: Nouvelles options pour l'exploitation automatisée et/ou continue, y compris l'optimisation en direct</li> <li>: Economie de main d'oeuvre</li> <li>: Economie d'énergie et de matières premières grâce à de meilleurs contrôles (particulièrement pour les grands processus intégraux, comme en pétrochimie)</li> <li>: Meilleure gestion de production grâce à des systèmes d'information et de contrôle améliorés</li> <li>: Automatisation de l'emballage et amélioration de la gestion des stocks et de la distribution</li> <li>: Réduction de la nécessité de travailler en environnements dangereux</li> <li>: Meilleurs contrôles de la pollution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>: Industrie requérant un capital important et à installations amorties à long terme</li> <li>: Tradition d'innovation des procédés par étapes</li> <li>: Tradition de contrôles des procédés de bas niveau de technologie (sauf en pétrochimie)</li> <li>: Peu de main d'oeuvre</li> <li>: Pénuries de travailleurs pour l'entretien, et particulièrement de techniciens pour les instruments et l'électronique</li> <li>: Développement inadéquat des dispositifs de commande et de lecture pour certains procédés, et vulnérabilité de la micro-électronique en environnements dangereux</li> </ul>

(a) Tiré de J.R. Bessant, E. Braun et R. Moseley "Microelectronics in Manufacturing Industry : The Rate of Diffusion". Dans The Microelectronics Revolution, Tom Forrester ed. (Oxford, Basil Blackwell, 1980), pp. 210-213.

	:	:
2. Produits pharmaceutiques	: Amélioration de la précision et reproductibilité du contrôle des procédés	: Industrie où la recherche est essentielle, peu d'accent sur le rendement de production et importance surtout donnée à la création de produits
	: Meilleurs contrôles de qualité	
	: Réduction des dangers	: Hautes marges bénéficiaires, même pour les technologies à faible production
	: Amélioration du rendement pour le pesage, l'emballage et la distribution automatisés	
	: Une certaine économie de main d'oeuvre	
	: Une certaine évolution, de la production par lots à la production continue automatisée	
3. Papier et produits apparentés	: Possibilité d'une production totalement automatisée	: Industrie requérant des capitaux importants et soumise à des cycles commerciaux, faibles marges bénéficiaires
	: Amélioration du contrôle des procédés et de qualité	
	: Economies d'énergie et de matériaux, particulièrement les additifs	: Faibles besoins en main d'oeuvre même avec un bas niveau de technologie
	: Amélioration des systèmes de manipulation et de distribution des matériaux, installations de retraitement des déchets améliorées	: Absence de systèmes de commande et de lecture adéquats
	: Possibilité d'étendre la gamme des produits par un contrôle plus précis des compositions	: Aucune tradition d'innovation
4. Aliments et boissons	: Evolution vers la production continue automatisée	: Taux faible de renouvellement pour une industrie où le capital est relativement important et les marges bénéficiaires faibles
	: Amélioration de la manipulation mécanique des produits fragiles	
	: Amélioration du contrôle des procédés et de qualité	: Coût élevé des matériaux
		: Concurrence intense et pressions légales



7. Fabrication  
métalliques

Amélioration de toute une gamme de contrôles de production, par exemple, assemblage automatisé, robots pour soudure par points et pour peinture au pistolet, usinage automatisé, machines de transfert de presse

Economie importante de main d'oeuvre, spécialisée ou non

Economie de matériaux

Possibilités de conception automatisée

Amélioration de la continuité de la production

Possibilités d'obtenir des tolérances plus précises permettant d'améliorer la qualité des produits

Produits améliorés intégrant la micro-électronique

Contrôle et surveillance des procédés à l'écart des environnements dangereux

Amélioration de la qualité et de la reproductibilité des produits

Economie d'énergie et de matériaux

Dans certains cas, économie importante de main d'oeuvre

Sécurité accrue

Amélioration de l'environnement du travail

Pénurie de main d'oeuvre avec qualifications requises

Investissements importants dans des unités de production existantes

Manque de capital pour investissements en raison des marges bénéficiaires réduites de par l'intensité de la concurrence.

Industrie fragmentée à grands capitaux, avec quelques grandes compagnies et de nombreuses petites unités

Les petites sociétés ont un faible niveau de conscience technique dans la gestion, une forte orientation traditionnelle et manquent de capital à risque

Sur-capacité : concurrence féroce provoquant une récession dans l'industrie

Mauvaises relations syndicales

Limites techniques de la micro-électronique en environnements hostiles

8. Fabrication métalliques	<ul style="list-style-type: none"> <li>:Soudure, manutention, peinture, automatisées</li> <li>:Usinage automatisé</li> <li>:Contrôles de production, stockage</li> <li>:Economie de matériaux, d'énergie et de main d'oeuvre</li> <li>:Manutention automatisée par robots en production de masse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>:Grande diversité de produits, souvent en production par lots de très petite taille</li> <li>:Maintenance d'une main d'oeuvre hautement spécialisée</li> <li>:Automation uniquement dans les domaines moins spécialisés</li> <li>:Investissements élevés pour les marchés automatisés</li> </ul>
9. Textiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>:Fabrication automatisée et exploitations continues</li> <li>:Contrôle de fabrication, y compris la gestion des stocks et distribution</li> <li>:Manutention des matériaux</li> <li>:Tissage, impression et teinture plus souples grâce à l'automatisation</li> <li>:Amélioration des cadences et des contrôles de qualité</li> <li>:Economies substantielles de main d'oeuvre</li> <li>:Tradition d'exploitations programmables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>:Pénurie de capitaux en raison de la pression intense due à la concurrence (surtout étrangère)</li> <li>:Problèmes de relations syndicales et problèmes graves de chômage régional</li> <li>:Forte fidélité aux complexes existants (souvent dépassés); coûts élevés des nouvelles installations</li> </ul>
10. Produits électriques et électroniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>:Contrôles de production améliorés</li> <li>:Machines, assemblage et câblage automatisés</li> <li>:Economie substantielle de main d'oeuvre (au moins dans certains secteurs, notamment des télécommunications)</li> <li>:Important savoir-faire disponible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>:Problèmes de relations syndicales</li> <li>:Concurrence acharnée et pénétration considérable des importations, particulièrement pour certains composants</li> <li>:Peu de capitaux disponibles et sur-capacité dans certains secteurs de l'industrie (biens de consommation, par exemple)</li> </ul>

---

:	:
: Les innovations en matière de	: Certains domaines fragmentés et
: produits et de fabrication	: peu automatisés
: vont de pair puisque de nom-	:
: breux systèmes mécaniques sont	: Pénurie de main d'œuvre spé-
: remplacés par la logique élec-	: cialisée dans certains secteurs
: tronique	: (techniciens en électronique,
:	: par exemple)
: L'industrie des semi-conduc-	:
: teurs nécessite un environne-	:
: ment et un contrôle des procé-	:
: dés adéquats que seule l'uti-	:
: lisation de l'électronique	:
: rend possibles	:
:	:
:	:
:	:
:	:



