



**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)



18683-F

Distr. LIMITEE  
ID/NG.508/3(SPEC.)  
15 octobre 1990

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

FRANCAIS  
Original : ANGLAIS

Réunion régionale d'experts pour  
l'Amérique latine sur l'industrie des biens  
d'équipement, et plus particulièrement  
les machines-outils

Santiago (Chili), 8-11 avril 1991

LA MACHINE-OUTIL EN AMERIQUE LATINE\*

Etabli par

Jose Ricardo Tauile\*\*

et

Fabio Stefano Erber\*\*\*

Consultants de l'ONUDI

---

\* Les opinions exprimées dans le présent document sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du Secrétariat de l'ONUDI. La mention dans le texte de la raison sociale et des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI). Document n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

\*\* Instituto de Economia Industrial Universidad de Rio de Janeiro, 22290 Rio de Janeiro (Brésil).

\*\*\* Rua Timoteo da Costa 297, Leblon 22450 Rio de Janeiro (Brésil).

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	3
I. LA PRODUCTION DE MACHINES-OUTILS : GENERALITES	3
I.1 La production de machines-outils	3
I.2 Organisation de l'industrie de la machine-outil	8
II. POLITIQUE INDUSTRIELLE	11
III. EVOLUTION TECHNOLOGIQUE	16
III.1 Expansion des systèmes flexibles automatisés	16
III.2 Production locale de systèmes flexibles automatisés	24
III.3 Emploi de systèmes flexibles automatisés dans l'industrie de la machine-outil	33
IV. COMMERCE INTERNATIONAL	39
Références	51
Abréviations	53

## INTRODUCTION

La présente étude analyse les conditions de production, d'utilisation et de commercialisation des machines-outils en Amérique latine, notamment pour ce qui est des systèmes flexibles automatisés.

L'étude se subdivise en quatre parties. La première présente dans leurs grandes lignes la fabrication des machines-outils et l'organisation de cette industrie dans certains pays d'Amérique latine; la deuxième dresse un tableau des grands principes adoptés par cette industrie dans la région; la troisième examine l'évolution technologique de l'industrie, notamment pour ce qui est de l'expansion des systèmes flexibles automatisés dans l'industrie manufacturière, de la fabrication des équipements correspondants et des incidences de l'utilisation de ce genre de systèmes flexibles ainsi que des nouvelles formes d'organisation qui en découlent pour la fabrication proprement dite des machines-outils. La dernière partie enfin considère les grands problèmes qui se posent à l'industrie dans le commerce international.

Le présent rapport se fonde sur de récentes études de cas nationales ou régionales dont certaines d'ailleurs ont été spécialement réalisées pour l'ONUDI.

Les auteurs tiennent à remercier Edson Peterli Guimarães de sa collaboration à la rédaction de la quatrième partie du rapport, la responsabilité de toute erreur ou omission n'incombant qu'à eux seuls.

### I. LA PRODUCTION DE MACHINES-OUTILS : GENERALITES

#### I.1 La production de machines-outils

L'Amérique latine dont la production dans ce domaine est en valeur inférieure aux 2 % du total atteint au plan mondial en 1988, ne contribue que marginalement à la production mondiale de machines-outils. Cette contribution est nettement inférieure à celle de l'industrie manufacturière de cette même région.

La fabrication de machines-outils dans la région est essentiellement le fait du Brésil dont la production, en 1988, a été 10 fois supérieure en valeur à celle de l'Argentine qui, pour cette industrie, se place en deuxième position. Selon les estimations de l'Association brésilienne de fabricants de machines-outils (ABIMAQ) quelque 34 000 unités d'une valeur totale de 536 millions de dollars des Etats-Unis ont été fabriquées en 1988. Les chiffres relatifs au Brésil que reprend Chudnovsky en se référant à l'American Machinist (1990) sont de 10 % environ inférieurs à ceux de l'ABIMAQ. Cette différence toutefois ne présente guère d'intérêt vu les fluctuations des taux de change et différentes autres disparités des critères d'évaluation.

S'agissant de l'Argentine, Chudnovski (1990) estime que la production totale du pays s'est en 1988 élevée à 5 600 unités, soit une valeur globale de 48 millions de dollars. L'Association argentine des fabricants de machines-outils (AAFMA), pour sa part, évalue cette production à 2 700 unités et 42 millions de dollars alors que l'American Machinist la situe à 38 millions de dollars. S'agissant du Mexique, deuxième grand producteur de la région, les données de Humbert (1989) fixent le résultat à un millier d'unités par an, soit une valeur d'environ 18 millions de dollars selon l'American Machinist.

Tableau 1

Production, exportations et importations de machines-outils  
dans divers pays d'Amérique latine en 1988  
 (en millions de dollars EU et milliers d'unités)

PAYS	PRODUCTION		EXPORTATIONS VALEUR	IMPORTATIONS VALEUR	IMP./CONS. %	EXP./PROD. %
	VALEUR	NOMBRE				
Brésil	536	34,5	40,0	163,8	24,8	7,5
Argentine	49	5,6	32,6	44,6	73,1	67,0
Mexique	18	1	2,5	240,0	93,9	13,9
Pérou	0,8	0,17	0,03	11,2	93,3	3,3

Sources : Brésil - ABIMAQ (1989)  
 Argentine - Chudnovsky (1990)  
 Mexique - Valeurs. American Machinist dans Chudnovsky (1990) :  
 Nombre d'unités fabriquées - Humbert 1989  
 Pérou - Gonzalez Roda (1990)

Des différences analogues apparaissent dans le nombre d'employés. En 1987, l'industrie brésilienne de la machine-outil employait quelque 20 000 personnes, ces effectifs étant respectivement de moins de 2 000 en Argentine et d'environ 300 au Mexique (données respectivement fournies par ABIMAQ 1989, Chudnovski 1990 et Humbert 1989).

Dans les autres pays d'Amérique latine, la fabrication de machines-outils est encore plus faible. C'est ainsi par exemple qu'entre 1985 et 1988, le Pérou n'en a fabriqué que 418, soit pour la dernière des années considérées une valeur d'environ 830 000 dollars. Cette production qui correspond davantage au montage d'équipements importés qu'à une fabrication proprement dite n'emploie que quelque 300 travailleurs (Gonzalez Roda, 1990). En Colombie, on comptait en 1982 une quinzaine de fabricants de machines-outils qui, dans la moitié des cas, produisaient aussi d'autres biens d'équipement et employaient à cet effet quelque 500 personnes (Chudnovsky, 1990). En Bolivie, la fabrication de machines non électriques qui n'est l'activité exclusive d'aucune entreprise, a, en 1986, tout au plus représenté 6 millions de dollars (Gonzalez Ronda, 1990).

La différence entre l'industrie brésilienne de la machine-outil et ses homologues d'autres pays d'Amérique latine est de loin plus marquée que celle qui caractérise leurs produits respectifs; il faut voir là la manifestation de la stratégie qu'a retenue le Brésil pour son industrialisation et qui accorde une priorité relativement plus élevée à la fabrication locale de biens d'équipement.

Au cours des 10 dernières années, l'industrie régionale de la machine-outil a été fortement freinée. C'est ainsi que, par rapport à 1979, époque à laquelle le Brésil avait fabriqué plus de 70 000 machines, la production est aujourd'hui réduite de moitié. En Argentine où la chute numérique de la production remonte au milieu des années 70, quatre fois plus de machines ont été fabriquées en 1973 qu'en 1988. On ne dispose d'aucune précision sur le nombre d'unités fabriquées au Mexique mais la valeur chiffrée de la modeste production de 1981 est supérieure d'un tiers à celle de 1988 (Humbert, 1989).

S'agissant du type de machines fabriquées, on constatera à l'examen du tableau 2 ci-après que la production brésilienne de machines-outils opérant par enlèvement du métal est proportionnellement identique à la moyenne mondiale (77 % de la valeur de la production). Le Mexique met davantage l'accent sur la fabrication d'appareils de ce genre qui représentent 83 % de l'équipement fabriqué sur place (Humbert, 1989). En Argentine d'autre part, la part des machines opérant par enlèvement de matière, qui en 1988, ne s'est élevée qu'à 71 %, n'atteint pas la moyenne mondiale.

**Tableau 2**

**Production de machines-outils en Amérique latine  
par type d'appareils (enlèvement de matière/déformation du métal)  
(nombre d'unités, valeur et pourcentage du total de la production)**

Pays	Année	Coupe du métal				Façonnage du métal			
		Nombre	%	Valeur	%	Nombre	%	Valeur	%
Brésil	1988	30 717	89	414	77	3 737	11	122	23
Argentine	1987	n.d.	n.d.	27	71	n.d.	n.d.	11	29
Mexique	1986	n.d.	n.d.	15	83	n.d.	n.d.	3	17
Pérou	1988	212	51	389	47	206	49	430	52
Monde	1987	n.d.	n.d.	29 009	77	n.d.	n.d.	9 038	23

**Sources :** Brésil - ABIMAQ (1989)  
Mexique - Humbert (1989)  
Argentine - Chudnovsky (1990)  
Pérou - Gonzalez Roda (1990)  
Monde - American Machinist dans Chudnovsky (1990)

L'irruption de la microélectronique dans l'industrie de la machine-outil a conduit à une véritable révolution technologique. L'emploi de contrôles numériques a commencé à largement se répandre dans le courant des années 70 et au Japon, en 1988, la machine-outil à contrôle numérique (MOCN) a représenté plus de 70 % du total de la valeur de la production de l'industrie concernée. Tout en étant quelque peu inférieure, cette même production dans d'autres pays avancés a quand même dépassé 50 % de la valeur totale de la production (Chaponnière, 1990).

En Amérique latine, la fabrication de MOCN est essentiellement assurée par le Brésil qui en produit quelque 1000 unités par an - soit près de 10 fois plus que l'Argentine, autre grand producteur régional. Au Mexique, cinq MOCN seulement ont été fabriquées en deux ans, les autres pays de la région ne semblent de toute évidence pas produire d'équipements de ce genre. La production de MOCN dans la région consiste essentiellement en appareils opérant par enlèvement de matière - tours notamment - et dans une moindre mesure, en centres d'usinage et machines à fraiser.

La part des MOCN dans la valeur de la production de l'industrie brésilienne qui s'est élevée à 38 % entre 1986 et 1988 et à 42 % l'année dernière, se rapproche des valeurs enregistrées dans les pays avancés. Ces résultats néanmoins sont probablement très influencés par le peu de complexité

des machines ainsi produites et par leur coût élevé. S'agissant du nombre d'unités fabriquées, les MOCN à vrai dire, ne représentaient qu'environ 3 % du total de la production de machines-outils entre 1986 et 1988, ainsi que le confirme le tableau 3.

**Tableau 3**

**Production totale de machines-outils et de MOCN au Brésil  
et en Argentine entre 1986 et 1988**  
(nombre d'unités et valeur en millions de dollars)

Année	Nombre d'unités			Valeur		
	Total MO	MOCN	%	Total MO	MOCN	%
<b>Brésil</b>						
1986	28 701	833	2,9	552	187	33,9
1987	29 871	1 018	3,4	523	197	37,7
1988	34 454	742	2,1	536	223	41,6
1986/88	87 527	2 593	2,9	1 611	607	37,7
<b>Argentine</b>						
1986	4 410	34	0,8	33,0	3,3	10,0
1987	5 360	100	1,9	39,9	10,2	27,3
1988	5 639	96	1,7	48,6	11,9	24,5
1986/88	15 409	230	1,5	121,5	25,4	20,9

**Sources** : Brésil - Chiffres relatifs aux machines-outils : ABIMAQ  
Chiffres relatifs aux MOCN : SOBRACON  
Argentine - Chudnovsky 1990

En Argentine, les MOCN ont, entre 1986 et 1988, représenté le quart de la valeur de la production globale de machines-outils et 1,5 % de leur nombre (voir tableau 3). La hausse enregistrée depuis 1986 est toutefois digne d'intérêt.

Les appareils à commande numérique par calculateurs (CNC), utilisés au Brésil, sont de fabrication locale, alors qu'en Argentine ils sont importés. Pour accéder au marché brésilien tout en respectant les dispositions de l'Accord d'intégration conclu entre les deux pays, les entreprises argentines achètent souvent des CNC de fabrication brésilienne en dépit de leur coût élevé (voir ci-après).

L'énorme différence qu'accuse la production de machines-outils brésilienne par rapport à celle des autres pays de la région trouve ses origines dans la stratégie de promotion de la substitution des importations qu'a adoptée ce pays. Ce processus a été tellement poussé qu'au milieu des années 80, 10 % tout au plus de la consommation apparente de machines-outils y dépendait des importations. Bien que celles-ci aient quadruplé en valeur entre 1985 et 1988, elles n'ont au cours de la dernière des années considérées représenté qu'environ 25 % de la consommation apparente, ce qui est de loin inférieur à la moyenne mondiale estimée à 41 % (voir tableau 1).

Cette évaluation de la part de la consommation apparente du Brésil qui correspond aux importations se fonde sur des données obtenues de l'ABIMAQ et de la CACEX (ABIMAQ, 1989). Partant de renseignements publiés par l'American Machinist, Chudnovsky (1990), on estime à 8,8 % la part des importations entrant dans la consommation apparente. Son calcul résulte du fait que la revue en question n'évalue qu'à 40 millions de dollars les importations de machines-outils, soit moins du quart de la valeur indiquée par la CACEX (163 millions de dollars). Les chiffres "mondiaux" correspondent à l'activité des 36 grands producteurs cités par l'American Machinist.

Par opposition à la situation du Brésil où l'approvisionnement en machines-outils est essentiellement assuré sur place, la consommation apparente de ces mêmes appareils en Argentine et au Mexique est étroitement liée aux importations qui ont respectivement atteint 74 % et 94 %. Au Pérou, ces mêmes chiffres sont de 94 % (Gonzalez Roda, 1990) (voir tableau 1).

Dans la plupart des pays d'Amérique latine, la fabrication de machines-outils est essentiellement axée dans le marché local. Au Brésil, bien que la valeur des exportations soit passée de 28 à 40 millions de dollars entre 1985 et 1988, celles-ci ne correspondent toujours qu'à 7,5 % du total de la production. Au Mexique, ce chiffre a atteint 14 % en 1988, alors qu'au Pérou il n'a pas dépassé les 3,3 %. L'exception majeure est l'Argentine où en 1988 les exportations de machines de ce genre ont correspondu à 67 % de la production, pourcentage de loin supérieur à la moyenne internationale de 45 % (Chudnovski, 1990) (voir tableau 1). Ainsi qu'il sera précisé de manière plus détaillée au chapitre IV, ces exportations ont essentiellement rapport à des échanges intra-régionaux.

Les données qui précèdent confirment la faiblesse du développement de l'industrie de machines-outils dans les pays d'Amérique latine, excepté le Brésil. Cette faiblesse, qui constitue ainsi que l'ont fait remarquer de nombreux auteurs (par exemple, Fajnzylber, 1983) une particularité des conditions d'industrialisation de la région, a nettement empiré au cours des 10 dernières années pour deux raisons d'ordre différent.

D'une part, la crise économique qui, au plan national, a conduit à une nette réduction des taux d'investissement et à des politiques d'ajustement du commerce extérieur caractérisées par une libéralisation des importations - ces deux facteurs ayant d'ailleurs des effets cumulatifs - ce qui a eu pour conséquences non seulement une chute de la demande de machines-outils mais aussi, lorsque celle-ci existait, la possibilité de la satisfaire à partir d'importations. C'est notamment ce qui s'est passé dans le cas de l'Argentine.

Subie simultanément dans toute la région, la crise économique a touché les fabricants latino-américains de machines-outils tant sur leurs marchés nationaux que sur leurs grands marchés d'exportation avec toutes les répercussions négatives que l'on peut imaginer.

D'autre part, la véritable révolution technologique qu'ont entraîné au plan international pour l'industrie de la machine-outil les applications de la micro-électronique. En Amérique latine, cette évolution technologique a été retardée tant par un repli général du marché régional qui décourage les investissements dans de nouvelles technologies que par l'absence au plan régional d'un complexe électronique et d'un réseau scientifique et technologique suffisamment proches des fabricants de machines-outils pour leur fournir les moyens voulus pour transformer leur base technique. La faiblesse de la capacité de production s'est de ce fait trouvée aggravée par un écart technologique grandissant entre l'industrie latino-américaine de la machine-outil et ses concurrents internationaux.

Le Brésil fait quelque peu exception dans ce domaine. En effet, dans ce pays qui, ainsi que nous l'avons vu, s'attribue probablement plus de 80 % de la production latino-américaine de machines-outils, le processus de substitution des importations au cours de la deuxième moitié des années 70 a été étendu à cette branche de l'industrie des biens d'équipement comme à d'autres encore, l'objectif étant de surmonter les contraintes inhérentes à ce type d'industrialisation.

Le processus de substitution des importations a ainsi été étendu à la fourniture de pièces détachées et d'organes en recourant d'une manière générale à une intégration verticale à rebours des fabricants de machines-outils. Les répercussions de cette manière d'opérer ont pour l'industrie brésilienne de la machine-outil été d'une part, la médiocrité du développement du réseau de fournisseurs spécialisés indépendants qui fait la force des pays avancés et, d'autre part, l'absence d'échanges de sous-traitance entre fabricants (Chaponnière, 1990).

Le niveau d'intégration atteint par l'industrie brésilienne de la machine-outil a pour avantage évident la mise en place d'une capacité locale de production échappant aux mesures restrictives concernant les devises fortes, ce qui satisfait à l'un des objectifs des politiques de substitution des importations. La manière selon laquelle cette intégration a été réalisée présente toutefois l'inconvénient d'une réduction des économies statiques et dynamiques d'échelle et une limitation des effets synergiques et des possibilités d'acquisition de connaissances qui caractérisent les systèmes industriels pouvant s'appuyer sur une répartition et une spécialisation meilleures de la main-d'oeuvre.

Au cours des années 80, l'ajustement macro-économique et la réduction des taux d'investissement, qui tendent normalement à conduire à la récession, ont eu de moins graves répercussions au Brésil que dans le reste de la région. Aussi, l'industrie brésilienne de la machine-outil, bien que touchée par la crise, a-t-elle pu maintenir le niveau d'activité voulu pour assurer sa survie.

Simultanément, le Gouvernement brésilien s'est efforcé de faire face au défi que soulevait la révolution technologique dans l'industrie de la machine-outil en instaurant à partir de ses réserves commerciales les conditions voulues pour concevoir et fabriquer sur place les composants micro-électroniques de commande. Cette politique a eu des effets assez opposés : si d'une part, elle a favorisé la création d'un important élément d'un complexe électronique étroitement lié à l'industrie de la machine-outil, elle a, d'autre part, entraîné une hausse sensible du coût des produits de cette deuxième industrie, ce qui en a limité les ventes sur le marché national et la compétitivité sur le marché international.

En d'autres termes, alors que l'industrie de la machine-outil dans la plupart des pays d'Amérique latine en est encore en principe à la phase de la mise en place ou de la modernisation (comme en Argentine, par exemple), elle traverse actuellement au Brésil une période de maturation qui implique une crise d'adaptation à de nouvelles conceptions techniques.

## 1.2 Organisation de l'industrie de la machine-outil

On peut au Brésil distinguer, en fonction du type d'appareils fabriqués et de l'origine des capitaux investis, trois grands groupes de fabricants de machines-outils. Le premier se compose d'une douzaine environ de filiales de sociétés étrangères moyennes et grandes - allemandes pour la plupart - qui ont été attirées par le marché national brésilien, notamment celui de l'industrie

automobile. Bien que leur implantation au Brésil se soit généralement traduite par une présence sur le marché latino-américain, leurs exportations vers cette région ont été relativement limitées. Elles fabriquent des systèmes automatisés de transfert, des machines de fabrication spéciale, des tours et des aléseuses à commandes numériques, des centres d'usinage et des presses à haut rendement.

Ces entreprises qui exploitent des plans et des techniques de fabrication mis à leur disposition par leurs sociétés mères se sont récemment trouvées dans l'obligation d'accroître leur potentiel technique local afin d'adapter leur production de manière à satisfaire la demande locale en composants électroniques et notamment en systèmes automatisés à commandes numériques. Une de ces sociétés a conclu un contrat exclusif de fabricant d'équipement d'origine avec un des producteurs locaux de commandes numériques (CN). Leurs principaux marchés sont l'industrie automobile (monteurs et fabricants de pièces détachées), l'aviation et le reste de l'industrie de la machine-outil.

Le deuxième groupe se compose de grandes sociétés à capitaux brésiliens, soit dans ce cas également une dizaine d'entreprises grandes et moyennes. C'est à lui qu'appartient de fait la plus grande entreprise brésilienne du secteur qui, avec une production annuelle de plus de 3 000 unités, des ventes de plus de 40 millions de dollars et plus de 2 000 employés peut, conformément aux normes internationales, être considérée comme un grand producteur. Contrairement aux entreprises du premier groupe toutefois, la plupart de ces grandes entreprises nationales consacrent leurs opérations à la production de machines-outils de type classique et ne se sont que récemment lancées dans la fabrication de machines à commandes numériques. Il est intéressant de noter à ce propos que la plus grande d'entre elles fabrique des commandes numériques pour ses propres besoins.

Les entreprises appartenant à ce groupe appliquent au plan technologique des stratégies qui combinent l'exploitation de leurs propres capacités de conception et de fabrication à un recours à des techniques étrangères importées au titre d'accords de licence, notamment pour ce qui est de la création de machines plus complexes. Alors que leur potentiel technologique interne découle à l'origine d'activités de reproduction et d'adaptation, ces entreprises tendent aujourd'hui à en venir à une systématisation de leurs opérations de recherche et de développement qu'elles confient à des services spécialisés. La plus remarquable d'entre elles est la très grande entreprise précédemment citée qui s'appuie sur un centre spécialisé de R-D et de formation et réserve à ces activités 5 % environ de ses revenus, pourcentage considérable même au plan international.

Le troisième groupe enfin se compose de quelque 80 petites et moyennes entreprises à capitaux brésiliens, qui emploient chacune moins de 500 ouvriers et fabriquent des machines universelles classiques. Selon toute probabilité, ce sont elles qui ont le plus souffert de la crise récente au niveau de leur vente et de leur potentiel technologique et il leur est difficile de se renflouer même en entreprenant la fabrication de MOCN.

C'est aux deux premiers groupes d'entreprises qu'est revenu 44 % du total de la production de l'industrie concernée en 1985. Ces chiffres devraient proportionnellement être encore plus élevés si l'on ne considère que les cinq principaux fabricants (dont trois filiales de sociétés allemandes), vu qu'en valeur le tiers de la production industrielle leur revient (Erber, 1989).

En Argentine, Chudnovski et Groisman (1987) ont, en fonction de leurs ventes et de leur niveau technologique, distingué quatre grands groupes d'entreprises. Le premier comprend trois entreprises qui traditionnellement ont fabriqué des machines-outils à commande numérique (MOCN), notamment des tours, des aléseuses et des centres d'usinage. Elles exploitent des technologies importées au titre de licences et utilisent des éléments électroniques importés, leur expérience néanmoins leur a permis d'acquérir de solides aptitudes en matière de conception. L'une de ces entreprises a établi au Brésil une filiale qui fabrique des machines spécialisées et assure la vente de ses MOCN.

Le second groupe réunit lui-aussi trois entreprises qui fabriquent des machines opérant par déformation (presses, notamment) et deux fabricants de tours, dont l'un produit des machines spéciales. Ces deux dernières entreprises ont de temps à autre fabriqué des tours à commande numérique. Le troisième groupe se compose d'une trentaine d'entreprises qui, petites pour la plupart, ont toutes vu leur production et leur potentiel techniques fortement affectés par la crise. Le dernier groupe enfin se compose de plusieurs petites entreprises qui assurent essentiellement la sous-traitance pour des opérations relativement simples ou des travaux d'atelier et ne disposent que d'un équipement et de moyens techniques extrêmement limités.

Selon les mêmes auteurs, il ressort du recensement de 1984 que les quatre plus grandes entreprises se sont attribuées le tiers de la valeur de la production industrielle. Cette concentration est encore plus forte toutefois au niveau des produits spéciaux, notamment les plus complexes. C'est ainsi qu'en 1986, deux des 12 entreprises ont assuré 57 % du total de la production de tours ordinaires, et 90 % de la fabrication de tours à commande numérique. Le cas extrême est celui des centres d'usinage qui ne sont fabriqués que par une entreprise.

En dépit de ses forts degrés de concentration, l'industrie argentine se compose de petites et moyennes entreprises dont les plus grandes n'emploient pas plus de 200 ouvriers chacune (Chudnovski, 1990).

Au Mexique, Humbert (1989) fait état en 1985 de 13 producteurs dont sept fabriquent des machines travaillant par enlèvement de matière. Leur nombre a depuis diminué. Pour les tours et les aléseuses, il n'en reste que quatre, dont l'un fabrique des machines équipées de commandes numériques par ordinateur. Le total de la production s'est élevé à cinq unités en 1988-1989. Les entreprises mexicaines sont petites, leur importance peut entre autres être déterminée en fonction du nombre d'emplois qu'elles créent : l'une a 12 employés, deux autres en ont 85 chacune, la plus importante en compte 112 (ibid.). On constatera toutefois que la première de ces entreprises, en dépit de la catégorie à laquelle elle appartient, est la seule à fabriquer des machines-outils à commande numérique.

La plus importante de ces quatre entreprises, ainsi que l'une des entreprises moyennes opèrent à partir de capitaux locaux. L'autre entreprise moyenne est la filiale d'une société étrangère et la plus petite est une coentreprise dont le capital est à 51 % mexicain. La plus grande des entreprises est la seule à exploiter des techniques locales, les autres dépendent toutes de techniques importées. On constatera toutefois que les fournisseurs de techniques étrangères ne semblent pas être des sociétés opérant aux frontières de l'industrie.

Au Pérou, huit seulement des 20 entreprises opérant en tant que fabricants et/ou monteurs d'équipements importés fonctionnent en permanence. L'une d'entre elles est une petite entreprise qui fabrique des tours de bijouterie en exploitant des techniques nationales, les autres sont des entreprises moyennes qui fabriquent des presses (six), des aléseuses (deux) et des tours à tourelle revolver ou des tours parallèles (une). Le potentiel technologique local semble être particulièrement développé dans le cas des presses. C'est ainsi que trois des fabricants péruviens font appel à des techniques locales, alors que deux les importent (l'un d'entre eux n'a pas fourni de renseignements). Tours et aléseuses sont fabriqués à partir de techniques importées, et il convient de noter à ce sujet le rôle des entreprises brésiliennes qui fournissent des techniques de fabrication de tours et de presses et celui des entreprises argentines qui en font de même pour les aléseuses (Gonzalez Roda, 1990).

Trois des 15 entreprises qui fabriquaient des machines-outils en Colombie en 1982 exploitaient des technologies importées obtenues dans le cadre d'accords de licence et les 10 autres avaient conçu sur place leurs produits à partir de reproduction et d'adaptation (Chudnovsky, 1990).

L'un des pires exemples de développement de l'industrie de la machine-outil en Amérique latine est probablement celui de la Bolivie. Si l'on en croit les renseignements fournis par Gonzalez Roda (1990), en effet, elle ne semble, dans ce pays, être l'activité d'aucune entreprise distincte, sinon peut-être pour certains travaux de réparation. La plupart des machines-outils utilisées dans le pays se trouvent soit dans les grandes entreprises d'Etat (chemins de fer, mines) soit dans les grandes entreprises industrielles et minières privées.

Il est probable que les autres pays de la région, en fonction de leurs niveaux de développement, se situent pour la plupart entre le Pérou et la Bolivie.

## II. POLITIQUE INDUSTRIELLE

Le caractère hétérogène du développement de l'industrie des machines-outils en Amérique latine est étroitement lié au type de politique adopté par les gouvernements des divers pays de la région. On distingue en Amérique latine trois types de politique industrielle.

La première de ces catégories, qui s'applique au Brésil, reflète les objectifs que les autorités se sont fixés et qui consistent à doter le pays d'une industrie complète des machines-outils. La deuxième catégorie correspond aux cas du Mexique et de l'Argentine, où une politique de substitution des importations fondée sur la protection du marché intérieur a été abandonnée au profit d'une politique de libéralisation des importations. Enfin, la politique suivie dans le troisième cas, qui s'applique semble-t-il aux autres pays de la région, n'accorde qu'une faible protection à la production locale et encourage les importations soit de machines prêtes à l'emploi, soit de pièces et de composants à assembler.

Ces trois types de politique comportent des avantages et des inconvénients qui diffèrent selon le cas. Dans le cas du Brésil, on a fait appel à toute une gamme d'instruments de politique utilisés de deux manières qui sont complémentaires. D'une part, la protection contre les importations a été assurée aux producteurs locaux par le biais notamment de l'adoption de dispositions autres que les barrières douanières, qui se reflètent tout

particulièrement dans la loi de similarité et dans l'adoption d'une politique de budgétisation en devises fortes entreprise par entreprise. D'autre part, diverses mesures ont été prises pour encourager la création et le développement de fabriques de machines-outils dans le pays, en particulier à l'initiative d'institutions de crédit officielles. Des lignes de crédit, dans bien des cas accordées à un taux d'intérêt réel subventionné, ont permis de couvrir les investissements des fabricants de machines-outils, par le biais de la Banque nationale de développement (BNDES) et par l'écoulement de la production via une filiale de la BNDES (FINAME). Récemment et à une plus petite échelle, des crédits ont aussi été accordés à l'industrie par une banque du développement de la science et de la technologie, en l'occurrence la FINEP, dans le but de développer les capacités technologiques des entreprises.

Comme on l'a déjà dit, ces politiques ont été appliquées tout au long de la chaîne de production de l'industrie des machines-outils. Il en résulte qu'à l'heure actuelle la production de machines-outils au Brésil doit supporter les coûts élevés de ses matières premières et de ses composants.

Le coût intérieur de la plupart des facteurs de production, à l'exception des produits en acier et des tôles, des matériaux non ferreux et des machines électriques, est plus élevé que le coût des éventuelles importations, comme on peut le constater à la lecture du tableau 4. On notera à cet égard le coût tout particulièrement élevé des composants mécaniques, des roulements et des éléments électroniques, lequel est presque trois fois supérieur au coût des pièces importées. Il en résulte que le coût variable des machines fabriquées au Brésil est sensiblement plus élevé que le coût des machines fabriquées dans les pays plus développés tels que l'Allemagne, l'Espagne, la Grande-Bretagne, l'Italie et le Japon. La différence est encore plus marquée dès lors qu'il s'agit de machines techniquement plus complexes telles que les tours à CNC à trois ou quatre axes et les centres d'usinage (précisément parce que ces machines comportent un plus grand nombre d'éléments plus onéreux), alors que cette différence est moindre dès lors qu'il s'agit de machines conventionnelles.

Tableau 4

Apports du secteur des machines-outils au Brésil  
Rapport entre les prix sur le marché intérieur et les prix internationaux

<u>Apports</u>	<u>Prix sur le marché intérieur*</u> <u>Prix à l'importation*</u>
Acier et tôles	0,938
Pièces moulées en fer	1,320
Non ferreux	0,300
Moteurs électriques (C.A.)	0,517
Composants électriques	1,710
Composants électroniques	2,773
Composants hydrauliques	1,814
Roulements à billes	2,947
Pièces forgées	1,220
Autres composants mécaniques	3,097
Autres matières premières	2,097

\* Prix hors taxes.

Source : ABIMAQ-SINDIMAC, Research on Industrial Policy.

Le faible coût de la main-d'oeuvre au Brésil ne semble pas suffisant (d'après les informations communiquées par les producteurs) pour expliquer ces différences étant donné que la main-d'oeuvre employée dans la fabrication des machines-outils est plus qualifiée que la moyenne de la main-d'oeuvre disponible dans le pays, ce qui contraint d'ailleurs les entreprises et en particulier les plus performantes du secteur, à avoir leurs propres programmes de formation.

Reste qu'une proportion non négligeable - bien qu'impossible à quantifier - du coût élevé des machines-outils fabriquées au Brésil peut être imputée au fait que les entreprises brésiliennes ont des marges bénéficiaires importantes vu qu'elles sont favorisées par la fragmentation du marché et les mesures de protection contre les importations.

En bref, si la politique adoptée au Brésil a permis la création d'une industrie ayant une importance au plan international, il demeure que les produits de cette industrie sont relativement chers. Par conséquent, s'il importe, comme on l'a dit, que cette industrie se modernise, il faut aussi que les pouvoirs publics et les fabricants brésiliens de machines-outils prennent des mesures aux fins de parvenir à une diminution des prix de manière à vendre davantage. Certains indices laissent prévoir que les autorités actuelles visent cet objectif notamment en envisageant une libéralisation des importations.

Dans les autres pays de la région, à l'exception de l'Argentine et du Mexique, l'existence de marchés intérieurs réservés conjuguée au manque d'expérience et à la faiblesse de la protection contre les importations a fait que l'industrie des machines-outils est peu développée puisque, dans la plupart des cas, elle se limite à l'assemblage de pièces et de composants importés. Sauf pour le Pérou, on ne dispose d'aucune information sur le coût des machines importées ou fabriquées sur place dans les pays de la région. Au Pérou, selon les données recueillies par Gonzalez Roda (1990), les coûts de production intérieurs ne sont guère moins élevés que les coûts à l'importation, sauf dans le cas de certains types d'équipement tels que les presses qui, comme nous l'avons vu, sont une spécialisation de nombreux fabricants locaux.

C'est sans doute au Mexique, mais plus encore en Argentine, que la situation se dégrade le plus dans la mesure où, au terme d'une période de gestation industrielle assortie des inévitables inconvénients que le processus entraîne pour le consommateur, la politique adoptée a été interrompue par des mesures de libéralisation des importations qui ont elles mêmes conduit à l'anéantissement des capacités industrielles et techniques qui, en particulier en Argentine, étaient loin d'être négligeables.

En Argentine, l'évolution de l'économie politique, défavorable au développement de l'industrie, s'est en partie caractérisée par le fait que, ces dernières années, la Banque nationale de développement (Banco Nacional de Desarrollo) a dégagé des lignes de crédit pour permettre aux industriels d'acquérir de l'équipement et du matériel et que des avantages fiscaux ont été consentis aux entreprises désireuses d'exporter leur production. Toutefois, cette situation défavorable a été en partie compensée par la signature d'un accord sur l'intégration des biens d'équipement qui, passé entre l'Argentine et le Brésil, a ouvert le marché brésilien aux entreprises argentines. Aux termes de cet accord, le Brésil a absorbé plus de 50 % des exportations de machines-outils de l'Argentine, autrement dit plus d'un tiers de la production de machines-outils du pays pour 1988 (voir tableaux 1 et 5).

En termes de politique commerciale et industrielle, l'accord sur l'intégration des biens d'équipement est la principale initiative qui ait été prise. Il convient donc de l'étudier de plus près.

A l'origine, l'accord devait être un programme de complémentarité industrielle entre les deux pays et aboutir à la création d'une zone de libre-échange partiel entre le Brésil et l'Argentine dans le domaine des biens d'équipement, autrement dit de l'essentiel des machines électriques et non électriques, de leurs pièces détachées et de leurs éléments et des moyens de transport non automobiles. Cet accord ne porte en revanche pas sur les produits électroniques et les moyens de transport automobile, qui sont couverts par un autre accord qui est toujours en gestation.

Les deux pays sont convenus de dresser une "liste commune" de produits non assujettis à des droits de douane ou à toute autre restriction aux importations. C'est ainsi qu'un produit figurant à cette "liste commune" sera traité comme un "produit national" sur les deux marchés, avec tout ce que cela comporte comme préférences vis-à-vis des tierces parties éventuelles.

Depuis la signature de cet accord, une série de cinq négociations a été organisée au sujet de cette "liste commune". Lors de la dernière série de négociations, les débats ont porté sur les machines électriques produites en petite série, telles que les machines-outils. Le commerce des pièces détachées et des composants est limité à un certain pourcentage du commerce des produits finis. Le matériel fabriqué sur mesure est pour l'instant exclu, dans l'attente de futures négociations sur la politique d'achat des entreprises d'Etat (maillon essentiel de ce type de produit) et des facilités de crédit.

Comme le montre le tableau 5, l'accord sur l'intégration des biens d'équipement a permis d'obtenir certains résultats remarquables pour ce qui est du volume des échanges commerciaux, lesquels ont quadruplé entre 1986 et 1988. C'est l'industrie argentine qui en a pour l'essentiel bénéficié, puisque le pays a accru de 16 fois ses exportations vers le Brésil. Pour l'essentiel, il s'agit de machines-outils dont les exportations représentent à peu près la moitié de l'ensemble des exportations prévues au titre de l'accord. Les machines-outils à commande numérique représentent près de la moitié de l'ensemble des exportations de machines-outils et il s'agit de modèles plus simples et moins onéreux que ceux qui sont fabriqués au Brésil. Ce sont essentiellement les exportations de machines-outils fabriquées en Argentine qui ont bénéficié de cet accord, et en particulier les exportations de machines complexes telles que les machines-outils à commande numérique (Erber, 1989).

Tableau 5

Echanges de biens d'équipement entre le Brésil et l'Argentine  
dans le cadre de l'Accord sur les biens d'équipement - 1986/88  
(en milliers de dollars EU)

	1986	1987	1988
1) Exportations de l'Argentine			
Biens d'équipement (total)	2 131	17 888	35 575
Machines-outils	631	7 961	17 577
Machines-outils à commande numérique	-	3 436	8 911
2) Exportations du Brésil			
Biens d'équipement (total)	14 591	25 267	33 122
Machines-outils	553	952	693
Machines-outils à commande numérique	-	-	-
Bilan (1) - (2)			
Biens d'équipement (total)	-12 460	-7 379	2 453
Machines-outils	78	7 009	16 884
Machines-outils à commande numérique	-	3 436	8 911
Total des échanges (1) + (2)			
Biens d'équipement (total)	16 722	45 155	68 697
Machines-outils	1 184	8 913	18 270
Machines-outils à commande numérique	-	3 436	8 911

Source : Secretaria de Industria y Comercio Exterior, Argentine.

Comme on l'a déjà dit, les produits électroniques ont été exclus de l'accord et les autorités brésiliennes continuent d'imposer des restrictions aux importations de machines à commande numérique de façon à protéger l'industrie du pays qui en est à ses balbutiements. C'est ce qui explique le volume des exportations de machines à commande numérique vers l'Argentine, lequel a représenté, en 1988, 22 % des importations du Brésil de machines-outils à commande numérique.

En dépit de ces résultats, il y a fort à douter que cet accord continuera de permettre une évolution de l'industrie de ces deux pays.

Tel que conçu à l'origine, l'accord d'intégration devrait permettre aux entreprises industrielles des deux pays d'élargir leurs marchés, de réaliser des économies d'échelle constantes, de se partager les tâches et de se spécialiser tout en se développant technologiquement et en produisant davantage. Pour parvenir aux résultats escomptés, les entreprises des deux pays devraient opérer suivant un système de complémentarité tant au "plan horizontal" pour ce qui est des produits finis qu'au "plan vertical" pour ce qui est de l'approvisionnement en pièces détachées et en composants, tout en abandonnant la politique traditionnelle de substitution des importations.

Il demeure que, dans la pratique, la "liste commune" n'est arrêtée que sur la base des offres faites par les producteurs des deux pays, reflétant ainsi les avantages que présentent leurs industries respectives. Etant donné que ce sont les producteurs qui négocient et qui approuvent l'incorporation des divers produits dans la "liste commune", ils sont à l'évidence en position de force pour pouvoir contrer la concurrence exercée par les fournisseurs de l'autre pays. C'est ce qui explique que l'accord ne peut exercer que des pressions limitées sur l'évolution de la gamme de production.

De plus, il se trouve que les deux pays ont repoussé sine die la date à laquelle ils entendent unifier les tarifs douaniers applicables aux autres pays, en partie du fait qu'ils sont engagés dans une réforme des tarifs douaniers, bien que les marges de préférence relatives restent indéfinies.

Enfin, plusieurs mesures importantes envisagées par les pouvoirs publics, qui soient susceptibles de compléter les mesures d'encouragement aux échanges commerciaux et dont l'adoption contribuerait à la réalisation des objectifs de restructuration plus ambitieux que se sont fixés ces pays, qu'il s'agisse, par exemple, de la création d'un fonds d'investissement des entreprises industrielles des deux pays ou de la coordination des politiques d'achat, n'ont toujours pas été arrêtées. On ne sait toujours pas de manière claire si les nouveaux gouvernements des deux pays auront la volonté politique d'appliquer ces mesures.

Vu cet état de chose, il se pourrait que dès que les avantages comparatifs évidents des deux pays auront été incorporés dans la "liste commune", l'accord d'intégration perdra son intérêt malgré les bons résultats obtenus rapidement au départ et les mauvais résultats obtenus dans le cadre d'autres programmes régionaux d'intégration tels que l'ALALC et l'ALADI. Si tel était le cas, l'un et l'autre pays pourraient passer à côté de la possibilité non négligeable d'assurer leur développement industriel et technologique.

### III. EVOLUTION TECHNOLOGIQUE

#### III.1 Expansion des systèmes flexibles automatisés

En Amérique latine, l'expansion des systèmes flexibles automatisés n'est pas proportionnelle à l'état d'avancement de l'industrie des divers pays. En toute première position et très en avance sur les autres pays, se situe le Brésil qui dispose du plus important parc d'équipement d'ateliers flexibles (près de 5 000 unités en 1988). Viennent ensuite le Mexique (1 200 unités en 1989) et l'Argentine (800 unités en 1988).

A l'autre extrémité apparaissent la grande majorité des pays d'Amérique latine dont le développement économique n'est guère remarquable et où la diffusion d'équipement de ce genre est inexistante ou statistiquement sans importance. Tel est notamment le cas de la Bolivie où aucun tour à commande numérique n'est apparemment utilisé : "... le seul qui existe dans le pays appartenait à Atlas Copco Andina qui n'a pu lui trouver acheteur à sa liquidation" (Gonzalez Roda, op.cit., p. 12).

On trouvera ci-après un exposé de la situation des pays d'Amérique latine dont nous avons pu consulter les études, dans l'ordre d'importance du développement des ateliers automatiques dans leur industrie respective.

##### III.1.1 Brésil

Au Brésil, le développement des systèmes flexibles automatiques a commencé dès le début des années 70. Il ressort d'une étude antérieure qu'en 1980 près de 700 MOCN avaient été installés dans le pays, dont 40 % en tours et 30 % en centres d'usinage (Tauile, 1984). Les statistiques de la SOBRACON font état d'un parc total de 862 machines-outils à commande numérique à la fin de cette même année. Selon la même source, ce parc en 1989 avait déjà atteint près de 6 000 unités, son évolution au cours des 10 années considérées est indiquée au tableau 6.

Tableau 6

Parc de MOCN au Brésil entre 1980 et 1988

<u>Année</u>	<u>Unités</u>
1980	862
1981	986
1982	1 136
1983	1 316
1984	1 522
1985	1 995
1986	3 008
1987	4 176
1988	4 918*
1989	5 970*

\* Importations au cours des mêmes années non comprises.

Source : SOBRACON.

Évalué à 150 en 1980, le nombre d'entreprises utilisant des machines-outils à commande numérique est passé à 420 en 1987. Au début de ce processus d'expansion et vu leur coût élevé, les MOCN étaient essentiellement employées par de grandes entreprises (plus de 500 employés) et les filiales d'entreprises étrangères, celles-ci recevant de leur siège les directives voulues sur les processus technologiques à exploiter. A eux deux, ces groupes s'attribuaient les deux tiers du total des machines employées jusqu'en 1980 (Taule, *op.cit.*). Bien que l'absence de données récentes ne permette pas de le confirmer, l'évolution au cours des années 80 est selon toute probabilité essentiellement intervenue dans les petites et moyennes entreprises et dans les entreprises nationales, tant et si bien qu'en 1984 46 % des MOCN disponibles dans l'Etat de Sao Paulo appartenaient à des entreprises employant plus de 500 ouvriers (Leite et alia, 1984).

Un mode analogue d'expansion qui commence par les grandes sociétés pour s'étendre progressivement aux petites et moyennes entreprises s'observe également dans des pays plus industrialisés (Chaponnière, 1990).

En 1980, 66 % des appareils de ce genre étaient employés dans l'industrie de l'usinage des métaux (fabrication de machines-outils notamment) et 17 % appartenaient aux fabricants d'équipement de transport (industrie automobile essentiellement). Selon SOBRACON (1989), comptent aussi parmi les utilisateurs en 1988 des fabricants de biens électro-électroniques durables, des aciéries et des fabricants de machines agricoles; alors que, dans une plus faible proportion, les machines-outils installées au Brésil en 1988 se concentraient en majeure partie dans les industries de la machine-outil, de l'automobile et de l'aéronautique.

Comme dans les autres pays d'Amérique latine (tels que l'Argentine par exemple), le pourcentage des entreprises qui ne possèdent et n'utilisent qu'une MOCN reste toujours élevé au Brésil. Jusqu'en 1984 pour le moins, plus de 60 % des utilisateurs pouvaient être considérés comme appartenant à cette catégorie.

L'emploi de systèmes flexibles automatisés au Brésil semble être lié à un effort organisé d'accession aux marchés étrangers. Il ressort d'une étude effectuée par l'Organisation internationale du Travail en 1984 au sujet de

l'automatisation de l'industrie automobile que, dans ce sondage, les fabricants de pièces détachées utilisant des machines-outils à commande numérique étaient aussi ceux auxquels revenaient les plus forts taux d'exportation (Tauile, 1987).

Il semble en être de même des robots industriels. La première des machines de ce genre installée au Brésil l'a été dans le cadre d'un effort de modernisation entrepris par les monteurs d'automobiles qui avaient décidé de réserver, durant la première moitié des années 80, une part de leur production au marché international afin d'exploiter leurs capacités inutilisées et fortement affectées par la crise qui frappait alors l'économie nationale (ibid.). 99 robots industriels ont, au total, été installés au Brésil en 1988 (manipulateurs non compris), cette expansion s'accélérait encore pendant les trois dernières années au cours desquelles plus de 70 % de ce total a été mis en place.

Bien que l'industrie automobile reste le principal utilisateur de robots industriels dans le complexe de l'usinage des métaux, l'emploi de ces appareils fait tache d'huile tant et si bien que l'on en trouve aussi, par exemple, dans l'industrie électro-électronique (fabrication de circuits intégrés), ou dans la fabrication d'articles en cuir, les plastiques, etc.

Il est intéressant de constater que le Secrétariat spécial à l'informatique (SEI) estime à 706 le nombre d'unités de CAO/FAO installées au Brésil dont 170 gros appareils (32 octets). S'agissant des commandes logiques programmables, un bureau d'étude a estimé que le marché a représenté 40 millions de dollars des Etats-Unis en 1988 et qu'il pourrait, d'ici 1990, atteindre les 110 millions de dollars (Sá, 1989). Cette étude réalisée pour la BNDES constate, qu'en 1988, 65 millions de dollars de systèmes numériques de grandes dimensions pour architectures réparties et 12 millions de dollars de mêmes systèmes de petites dimensions ont au total été commercialisés au Brésil.

Selon la même étude, le total de la demande d'appareils et de services d'automatisation industrielle se serait en 1988 situé entre 374 millions (SOBRACON et ABCPAI) et 429 millions de dollars (Sá, 1989).

### III.1.2 Mexique

En dépit d'une structure industrielle relativement bien développée et du fait que dans plusieurs cas le Mexique assure la complémentarité de la production industrielle des Etats-Unis d'Amérique, l'expansion de la MOCN semble y rester modeste. Selon une étude publiée en décembre 1987 par la NAFINSA, qui a écarté de son sondage l'industrie automobile et les "maquiladoras", quelque 409 machines auraient été installées dans le pays jusqu'en 1986 (Humbert, 1989). 85 % de ces appareils ont été mis en place au cours des 10 dernières années et 49 % au cours des cinq dernières années. Ceci semble confirmer une légère accélération dans l'implantation de systèmes flexibles automatisés.

Chaponnière (1990) donne une évaluation du total du parc des MOCN au Mexique en 1989 : il se situe aux alentours de 1200/1400 unités (dont 50 installées dans les ateliers de construction de véhicules automobiles des maquiladoras), ceci à nouveau confirme une accélération de l'expansion au cours des dernières années.

Les seules données détaillées dont on dispose ne concernent malheureusement que la situation de 1986. La répartition par type des 409 unités dont il a précédemment été question est indiquée au tableau 7.

Tableau 7

Parc de MOCN au Mexique

Age	Centres d'usinage	Tours	Fraiseuses	Perceuses	Aléseuses	Meuleuses	Total
0-4 ans	49	103	30	4	7	8	201
5-9 ans	31	61	15	8	11	3	137
10-20 ans	9	25	0	32	3	1	70
20 ans et plus	0	0	0	1	0	0	1
Total	89	197	45	45	21	12	409

Source : Humbert, M., 1989.

On peut néanmoins sans risque avancer que les MOCN n'ont toujours qu'une importance tout à fait relative. Sans être tout aussi vétustes, elles ne représentent que 4 % du parc relativement ancien et modeste d'appareils (9 714 unités au total) dont est dotée l'industrie des biens d'équipement, où les machines mises en place depuis une vingtaine d'années (1 932 unités) dépassent en nombre les 1 722 appareils installés depuis moins de cinq ans (Humbert, op.cit., p. 41).

On trouvera au tableau 8 ci-après la répartition par secteur du parc mexicain de MOCN.

Tableau 8

Répartition sectorielle du parc de MOCN au Mexique

	Total des MOCN	Nouvelles MOCN
Total	100 %	100 %
Biens d'équipement intermédiaires	19,8 %	16,9 %
Biens d'équipement général	23,7 %	18,4 %
Aciéries	6,3 %	10,4 %
Matériel de transport	2,0 %	3,0 %
Pièces détachées pour automobiles	9,5 %	6,0 %
Equipement électrique	6,6 %	5,0 %
Machines agricoles	4,9 %	3,5 %
Machines-outils	5,9 %	6,0 %
Engins lourds	6,3 %	3,0 %
Equipement industriel général	0,7 %	0,0 %
Equipement pour l'agro-industrie	0,7 %	1,0 %
Equipement de verreries	13,2 %	26,3 %

Source : Humbert, M., 1989.

Les principaux utilisateurs de MOCN au Mexique sont les fabricants de pompes hydrauliques, d'appareils d'exploitation de ressources pétrolières et d'équipements de verreries. Les fabricants de pompes "possèdent en gros ... 11 % de l'appareillage de l'industrie des biens d'équipement" (Humbert, *ibid.*, p. 42). Ce chiffre englobe 15 centres d'usinage soit 17 % du total des appareils de ce genre dont dispose l'industrie mexicaine. L'industrie des pompes hydrauliques, qui s'enorgueillit d'un niveau technologique comparable à celui d'autres pays au plan international, se compose essentiellement de filiales d'entreprises américaines dont elles reçoivent savoir-faire technique et droits de licence. Leur production est essentiellement axée sur les marchés étrangers, notamment dans le cadre d'échanges entre filiales d'une même société.

La fabrication d'appareils d'exploitation de ressources pétrolières est un sous-secteur qui, réunissant des entreprises nationales et étrangères, est remarquable par le modernisme de son équipement, critère essentiel pour permettre aux clients de procéder en toute sécurité et de manière rentable à leurs opérations de forage et d'exploitation. Cet élément du secteur détient 16 % de la totalité des MOCN de l'industrie mexicaine des biens d'équipement. S'agissant des tours à commande numérique, il en détient 24 % du total (Humbert, *ibid.*, p. 43).

La fabrication d'équipement pour verreries est l'une des industries les plus modernes du Mexique : elle utilise des appareils relativement récents et modernes. Près de 60 % de cet équipement - qui se compose à 60 % de MOCN - a été installé depuis moins de cinq ans. Ce secteur détient 26 % du parc mexicain de MOCN vieilles de moins de cinq ans et 36 % des centres d'usinage du même âge (*ibid.*). Cette constatation concerne à vrai dire deux grandes entreprises mexicaines qui, après avoir lancé leurs opérations à partir de droits de licence étrangers, ont pu non seulement assimiler des techniques importées mais même en concevoir directement pour satisfaire leurs propres besoins. Investissant dans la recherche et le développement et faisant appel à des techniques de pointe telles que la CAO/FAO, elles en sont venues à pouvoir en valeur exporter vers d'autres continents près de 10 % de leur production.

Ainsi qu'il est précédemment indiqué, la production locale de MOCN est insignifiante (cinq unités seulement en 1988 et 1989). L'expansion de la MOCN au Mexique se trouve ainsi presque exclusivement liée aux importations. Les Etats-Unis étant les principaux exportateurs de machines-outils vers le marché mexicain (voir section IV), tout porte à croire qu'ils en sont aussi le principal fournisseur.

### III.1.3 Argentine

Entre 1981 et 1988, le parc argentin de machines-outils à contrôle numérique (MOCN) s'est accru de 229 %, passant de 350 à 800 unités environ (Erber, 1989). Pendant la même période, le nombre des entreprises qui en utilisent s'est accru de 50 %, s'élevant à 150. Quant aux robots industriels, il y en a en tout 14 unités qui étaient toutes en place dès 1988, la plupart servant au soudage par points dans l'industrie automobile.

L'utilisation des MOCN en Argentine est surtout le fait des industries qui produisent des machines autres qu'électriques (surtout des machines-outils, des équipements destinés à l'exploitation du pétrole et des machines agricoles) et des équipements de transport (entreprises de construction automobile et navale). Il semble qu'en Argentine, à la différence de ce qui s'est passé dans d'autres pays d'Amérique latine tels que

le Brésil, l'adoption de MOCN ait aussi été le fait, dès le commencement, de petites et moyennes entreprises, probablement parce que ce genre de machines, produites sur place ou importées, avaient l'avantage d'être plus simples et moins coûteuses que d'autres (ibid.).

En Argentine, comme au Brésil, la plupart des machines-outils à commande numérique sont utilisées indépendamment, ce qui montre qu'on est encore loin d'avoir totalement intégré, comme ce serait possible, les diverses opérations. Il semblerait que moins de 10 % des entreprises utilisatrices de telles machines en aient plus de huit qui tournent, la plupart des autres n'en ayant que deux ou trois chacune (communication personnelle faite par E. Cohen, citée par Erber, ibid., p. 26).

Ainsi qu'on a pu l'observer dans d'autres pays d'Amérique latine (surtout au Brésil, où des vérifications directes ont pu être faites grâce à des travaux de recherche préalablement sur le terrain, cf. Tauile, 1984), très rares sont les sociétés qui étudient de près les conditions économiques qui accompagnent l'adoption des MOCN, même si celles qui les fournissent communiquent un certain nombre d'estimations (dont il est possible qu'elles ne soient pas parfaitement objectives).

La qualité et les caractéristiques d'une MOCN - par exemple la complexité de ses pièces et la rigueur de ses marges de tolérance - semblent être les principales raisons qui font décider, surtout dans les grandes entreprises, de l'adopter. Il semble en être également ainsi au Brésil. Limiter les coûts ou réduire le temps d'usinage sont des objectifs importants, mais qui restent en général secondaires. Etant donné le bas niveau des salaires, on a même tendance à ne se préoccuper des coûts de production que de manière marginale quand on décide de se doter d'un système flexible automatisé.

Le parc de robots industriels que possède l'Argentine serait, selon les dernières estimations, de 14 unités, toutes importées. Elles se trouvent surtout dans l'industrie des transports (72 % du total), mais aussi dans l'industrie des biens d'équipement (7 %), dans la fabrication de l'acier (7 %) et dans l'industrie électronique (14 %). Ils servent le plus souvent au soudage par points (Erber, 1989).

En Argentine comme au Brésil, il existe des liens évidents entre l'utilisation des MOCN et des robots, et l'exportation des produits ainsi obtenus. Si ceux-ci sont destinés aux marchés internationaux, ils doivent être conformes aux spécifications correspondantes et donc fabriqués selon des normes strictes. L'industrie automobile et celle des machines-outils sont, encore plus que d'autres, soumises à cette règle. Les marchés extérieurs, et donc les systèmes flexibles automatisés qui les alimentent, sont d'autant plus importants pour l'Argentine que son propre marché intérieur ne progresse guère. Il semble bien toutefois que l'adoption accélérée de ces systèmes flexibles automatisés ne puisse que favoriser le redressement économique du pays.

#### III.1.4 Colombie

La Fédération colombienne des industries métallurgiques (FEDEMETAL) a décidé, en 1987, de mener une étude sur les nouvelles techniques fondées sur la micro-électronique et leur adoption en Colombie. Le rôle de plus en plus important qu'elles jouent dans ce pays en ressort assez clairement. L'étude

en question (FEDEMETAL, 1988) a été élaborée à partir des enquêtes menées auprès de 44 sociétés actives dans le secteur métallurgique et représentant environ 90 % des entreprises colombiennes qui ont déjà commencé à se doter de ces techniques nouvelles. Parmi ces sociétés :

- 5 utilisent des MOCN et la conception assistée par ordinateur (CAO),
- 20 n'ont intégré que des MOCN,
- 2 prévoient d'intégrer les deux techniques,
- 3 prévoient de n'intégrer que la CAO,
- 6 prévoient de n'intégrer que des MOCN, et
- 8 n'envisagent pas encore d'investir dans ces techniques nouvelles.

Aucun robot n'a encore été installé dans des usines colombiennes pour le moment et leur adoption prochaine n'est pas non plus prévue. Cela est dû à la prise en compte de leur coût élevé, ainsi que du taux de rendement de l'investissement qu'ils représentent par rapport au coût peu élevé de la main d'oeuvre locale, et aussi du fait que les opérations qui seraient accomplies par eux peuvent l'être par des ouvriers sans que cela implique aucun renoncement appréciable au niveau qualitatif. Ce sont en fait ces mêmes raisons qui, dans tous les autres pays d'Amérique latine, y compris le Brésil, plaident contre l'adoption des robots. La Colombie ne compte non plus aucun système flexible automatisé et ne recourt pas à l'automatisation pour produire.

L'étude réalisée par FEDEMETAL révèle l'existence de 61 MOCN, dont 52 (soit 85 %) à commande numérique par ordinateur (CNC). Vu que les cas étudiés portent en principe sur 90 % des sociétés utilisatrices, dont toutes celles qui sont les plus importantes, on peut estimer que le parc des MOCN que possède le pays n'était pas de plus de 70 unités au moment où l'étude a été réalisée. Ce chiffre n'est certes pas élevé, mais le fait qu'une étude aussi détaillée a été menée à la suite d'une initiative locale témoigne d'une attitude sérieuse et positive quant à l'utilisation de ce type d'équipement, et qui semble être en train de gagner du terrain, 92 % des MOCN répertoriées dans l'étude ayant été achetées au cours de ces six dernières années. Il est certain que le fait qu'il existe en Colombie une agence chargée de l'utilisation et de la diffusion des informations relatives aux nouvelles techniques devrait en faciliter l'adoption, comme cela a été le cas dans d'autres pays, par exemple au Brésil où la société brésilienne de commandes numériques (SOBRACON) a souvent facilité l'adoption de systèmes flexibles automatisés.

Sur les 61 MOCN que l'on trouve en Colombie, 33 (soit 54 %) sont des tours, 9 (soit 15 %) des fraiseuses, 5 (soit 8 %) des machines d'usinage par électro-érosion, 5 (soit 8 %) des centres d'usinage, 3 (soit 5 %) des aléseuses, 2 (soit 3 %) des rectifieuses et les 4 restantes 2 perceuses, une poinçonneuse et une rectifieuse à l'émeri. 13 des sociétés étudiées dans les limites de cet échantillonnage avaient prévu l'achat d'environ 20 MOCN : 9 tours, 8 centres d'usinage, 2 rectifieuses et une fraiseuse. Les principaux pays fournisseurs de MOCN importées sont les Etats-Unis (36 %) et, derrière eux, l'Allemagne occidentale (20 %), l'Espagne (15 %) et l'Angleterre (8 %).

La plus forte concentration de machines-outils à commande numérique se trouve dans le secteur des matériels et équipements de transport où six sociétés (soit 24 %) en utilisent 26 (soit 43 % de leur nombre total) et dans les industries métallurgiques où sept sociétés (soit 28 %) en utilisent 16 (soit 26 %). Sept autres fabriques de machines non électriques et de pièces de rechange en utilisent 11 (soit 18 %). La répartition du parc de MOCN selon les divers secteurs productifs des industries métallurgiques colombiennes est représentée au tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9

MOCN utilisées dans les divers secteurs des industries métallurgiques en Colombie

Secteur productif des industries métallurgiques	Nombre d'entreprises	Nombre total des MOCN
Produits métalliques	7	16
Machines non électriques	7	11
Equipements électriques	4	6
Equipements de transport	6	26
Appareils de contrôle	<u>1</u>	<u>2</u>
Total	25	61

Source : FEDEMETAL, 1989.

Les sociétés sur lesquelles a porté l'étude ont classé les avantages que leur ont procurés les MOCN dans l'ordre décroissant suivant :

- |  |      |
|--|------|
| a) Possibilité de fabriquer de nouveaux produits                       | 32 % |
| b) Augmentation du volume de la production                             | 32 % |
| c) Amélioration de la qualité des produits et allègement des contrôles | 21 % |
| d) Possibilité de fournir des services à d'autres entreprises          | 15 % |

Il est curieux de constater qu'en Colombie, à la différence de ce qui se passe dans d'autres pays, les sociétés qui exportent le plus ne sont pas celles qui utilisent les MOCN ou la CAO. Faute de renseignements plus précis, il a été impossible d'en comprendre les raisons exactes. Il convient également de signaler que le taux d'utilisation des systèmes flexibles automatisés est en général inférieur à celui des équipements ordinaires, sans doute à cause du manque d'expérience dans l'emploi de ces techniques qui ne sont pas encore courantes.

### III.1.5 Pérou

Le chiffre estimatif des MOCN installées au Pérou est de 20, dont 6 sont des centres d'usinage. Elles ont toutes été importées et installées dans 8 entreprises qui comptent parmi les plus importantes et ont opté pour ce type d'équipement au vu de la qualité et de la flexibilité qu'il offre (Gonzalez Roda, *op.cit.*). La hausse de la productivité qui en résulte permet de livrer rapidement les commandes et de maintenir les produits destinés à l'exportation (par exemple les pompes de mine) à un niveau qualitatif élevé, deux raisons de plus qui ont plaidé en faveur de l'adoption des MOCN.

L'utilisation des MOCN au Pérou s'est accrue lentement parce que les droits de douane qui les frappent (80 % pour les machines et 125 % pour les accessoires) les rendent excessivement coûteuses pour les entreprises

nationales. Dans son étude, Gonzalez Roda estime que le degré d'adoption de ces techniques par le Pérou est très faible par rapport au développement de l'industrie métallurgique du pays et aussi par rapport au point où en sont à cet égard d'autres pays de la région, tels que le Venezuela, la Colombie et le Chili.

Curieusement, bien que le nombre des MOCN installées dans les entreprises industrielles péruviennes soit si restreint, on en trouve 9 de plus à l'Institut Léonard de Vinci (qui collabore avec l'Office national de la formation de la main-d'oeuvre industrielle), où elles sont utilisées dans le cadre de la formation technique et professionnelle à divers niveaux. Ces machines sont un don fait par l'Association italienne des fabricants de machines à la suite d'un accord conclu avec le Gouvernement italien et au titre duquel des conseils et appuis techniques sont également fournis pour faciliter leur utilisation. Gonzalez Roda fait observer que, l'accord ayant été élaboré par l'Association sans qu'elle ait consulté aucune des parties intéressées, le Centre de formation en question est actuellement sous-utilisé. C'est là une circonstance qui mérite réflexion d'autant qu'un accord du même genre a été conclu au Brésil par l'Office national de la formation industrielle (SENAI) de ce pays. Les fabricants de machines-outils brésiliens ne s'étant pas ralliés à cette action où ils voyaient une manoeuvre commerciale, le Centre de formation en question, au lieu d'être mis en place à Sao Paulo, le principal centre industriel du pays, l'a été à Rio de Janeiro, dans les locaux du SENAI.

Il n'a malheureusement pas été possible de rassembler des données rendant compte de la mesure dans laquelle les systèmes flexibles automatisés ont été adoptés au Chili et au Venezuela, pays qui forment avec la Colombie et aussi, dans une moindre mesure, avec le Pérou, un sous-groupe de pays intermédiaires où cette adoption, tout en étant encore assez restreinte, pourrait annoncer le début d'une refonte des assises techniques des secteurs les plus dynamiques de leur industrie.

### III.2 Production locale de systèmes flexibles automatisés

En Amérique latine, il n'y a presque que le Brésil et l'Argentine qui produisent des systèmes flexibles automatisés, ce dernier pays dans des quantités bien moindres que l'autre.

#### III.2.1 Brésil

##### III.2.1.a) - Machines-outils à commande numérique

Au Brésil, c'est en 1975 qu'ont été fabriquées les premières MOCN à usage industriel. Elles l'ont été par la principale entreprise productrice de machines-outils de ce pays où des boîtiers de commande numérique ont été adaptés à des machines ordinaires. Peu de temps après, quelques filiales de sociétés allemandes se sont également mises à fabriquer sur place des MOCN. La plupart d'entre elles venaient alors de s'installer au Brésil conformément aux plans adoptés par le gouvernement pour rendre le pays capable de produire sur place des biens d'équipement et d'en réduire ainsi les importations.

Les techniques de production et les conceptions que les sociétés mères fournissaient à leurs filiales à l'étranger pour qu'elles les y importent étaient en général d'une ou deux générations en retard par rapport aux machines fabriquées par la maison mère hors du Brésil. Coïncidence ou non, le fait est que les produits qu'offraient ces sociétés différaient les uns des autres et ne se faisaient pas concurrence. Quant aux deux principales

sociétés brésiliennes qui avaient commencé à fabriquer des MOCN dès la deuxième moitié des années 70, elles ont décidé de produire toutes les deux les mêmes tours sous des licences prises auprès de la même entreprise italienne. En 1980, sur les 700 MOCN utilisées, il y en avait déjà 130 qui avaient été produites au Brésil. Ainsi que le montre le tableau 10, la production annuelle de MOCN a sextuplé au cours des années 80. Pendant les quatre dernières années de cette même décennie, la production annuelle en a été en moyenne de 911 unités, de sorte que le parc, en 1989, en comptait presque 6 000. Pendant la même période, du fait des restrictions imposées aux importations et de l'accroissement de la production locale, le pourcentage des MOCN importées est tombé de 64 % pour 1980 à 13 % pour 1987 (dernière année pour laquelle les données sont disponibles).

Tableau 10

Production de MOCN, importations et parc au Brésil (nombre d'unités)

Année	Production	Importations	Total	Parc	Pourcentage des unités importées
Jusqu'en 1979	110	274	384	384	71,3
1980	172	306	478	862	64,0
1981	69	55	624	986	44,3
1982	120	30	150	1 136	20,0
1983	150	30	180	1 316	16,7
1984	153	53	206	1 522	25,7
1985	413	60	473	1 995	12,7
1986	833	180	1 013	3 008	17,8
1987	1 018	150	1 168	4 176	12,8
1988	742	n.c.	n.c.	4 918*	n.c.
1989	1 052	n.c.	n.c.	5 970*	n.c.

\* Unités importées cette année-là non comprises.

Source : SOBRACON.

La valeur des ventes de MOCN produites dans le pays se chiffre à 224 millions de dollars des Etats-Unis pour l'année 1989, les recettes correspondant à ce poste ayant progressé entre 1986 et 1989 de la manière suivante :

Tableau 11

Ventes de MOCN  
(en millions de dollars EU)

1986	187
1987	197
1988	223
1989	224

Source : SOBRACON.

La répartition des MOCN installées selon leur type n'est pas connue. Néanmoins, on en trouve un reflet approximatif dans l'éventail des ventes pour l'année 1987 où les tours représentaient 62 % et les centres d'usinage 10,7 % des unités vendues, pourcentages auxquels correspondent respectivement, pour la valeur, ceux de 55,1 % et de 23,3 % (Laplane, 1989, d'après les données de ABIMAQ).

Le pays compte actuellement 10 fabricants de centres d'usinage qui en mettent sur le marché 41 modèles différents. Deux d'entre eux seulement ont choisi de créer leur propre technique. Sept ont opté pour des licences et un pour une combinaison des deux solutions. Pour ce qui est des tours à CNC, 6 fabricants en produisent eux aussi 41 modèles différents et pour ce qui est des fraiseuses à CNC, 8 sociétés en fabriquent 36 modèles différents (ibid.). D'une manière générale, les sociétés brésiliennes ont préféré recourir à des techniques obtenues sous licence pour fabriquer leurs MOCN, ce qui ne devrait pas empêcher que des techniques locales soient mises au point. Les sociétés brésiliennes qui disposent des moyens financiers les plus importants sont aussi celles qui se sont montrées le plus capables de concevoir elles-mêmes d'un bout à l'autre certains produits. Quelques-unes ont reçu du gouvernement des prêts destinés au développement de ces techniques.

Les MOCN fabriquées par des filiales de sociétés étrangères sont en général plus complexes que celles fabriquées par les entreprises nationales. Comme il a déjà été dit dans la première section du présent rapport, les filiales étrangères emploient des techniques fournies par leur maison mère. Un savoir-faire technique local a cependant dû se développer pour adapter les produits de ces filiales aux CNC et autres appareils électroniques disponibles sur place.

Malgré un certain succès, les MOCN produites au Brésil présentent un inconvénient considérable. Leur coût est de deux à trois fois plus élevé, pour des modèles équivalents, que les prix pratiqués sur le marché international, de sorte qu'il n'est pas question que le Brésil en exporte. Alors que celles fabriquées en Argentine coûtaient en moyenne, en 1988, quelque 124 000 dollars des Etats-Unis, celles fabriquées au Brésil en 1989, certes plus complexes, coûtaient en moyenne 213 000 dollars des Etats-Unis, soit presque deux fois plus cher.

On estime souvent que ce qui, dans ce secteur, empêche surtout de réduire les coûts de la production, c'est sa petite échelle. En effet, une estimation faite par le groupe consultatif de Boston (citée par Chudnovsky, 1988) signale que l'échelle la plus économique pour la fabrication des tours à CNC est de l'ordre de 400 unités par an, chiffre très supérieur à celui atteint au Brésil qui en produit en tout, pour le moment, quelque 1 000 unités par an.

L'instabilité de la demande, entraînée avant tout par les crises qu'a connues le Brésil au cours des années 80, constitue une des circonstances défavorables qui, de l'avis général, e. brouillant les paramètres nécessaires aux calculs économiques, empêchent les investissements qui permettraient de réduire les coûts. Des travaux de recherche récents, fondés sur des entretiens avec plusieurs fabricants de machines-outils brésiliens représentatifs du secteur, ont fait apparaître que le haut degré d'intégration vertical qu'on observe dans le pays n'est pas considéré comme la cause des coûts élevés, contrairement à ce que les ouvrages actuellement consacrés à ce sujet semblent laisser entendre (Laplane, 1989).

Si les coûts sont si élevés, c'est aussi dû en grande partie au prix des matières premières et des composants d'origine locale. Ainsi que le montre le tableau 4 ci-dessus, la plupart des pièces et des composants produits sur place reviennent beaucoup plus cher que ceux d'importation, cela étant surtout vrai de ceux qu'exigent les MOCN. Or, le débat récent sur le coût des MOCN a essentiellement porté sur leurs composants électroniques, en particulier les CNC, d'abord parce que ces composants constituent une grande partie du coût de fabrication des MOCN, ensuite parce que, dans le cadre de la politique informatique, les CNC relèvent d'un marché réservé. Il y a donc lieu d'examiner de plus près la production brésilienne de CNC.

Jusqu'au début des années 80, les boîtiers de commande numérique étaient importés. A partir de 1982, la SEI a créé un marché réservé pour la production des boîtiers de commande numérique afin que se mettent en place, grâce à des techniques étrangères achetées puis développées sur place, des capacités industrielles et techniques. Il ressort du tableau 12 que le nombre des unités fabriquées, qui n'avait été que de 253 en 1984, était de 1 124 en 1989. Le chiffre d'affaires correspondant a été, pour la période 1986-1989, d'environ 20 millions de dollars des Etats-Unis, sauf en 1988, quand il a chuté à 14 millions de dollars des Etats-Unis.

L'estimation des recettes tirées des divers segments du secteur électronique intéressant l'automatisation industrielle figure au tableau 12 ci-dessous.

Tableau 12

Recettes des segments du secteur électronique brésilien  
intéressant l'automatisation industrielle  
(valeur en millions de dollars EU et nombre d'unités)

	1987		1988		1989	
	Valeur	Nombre d'unités	Valeur	Nombre d'unités	Valeur	Nombre d'unités
PLC (automates programmables)	34,0	-	51,3	-	65,1	-
CN/CNC*	20,0	1 138	13,9	816	20,1	1 124
CAO/FAO	29,0	611	36,0	700	99,3	2 658
Robots	5,1	28	2,0	12	1,4**	7

\* Le nombre d'unités de CNC produites en 1984, 1985 et 1986 a été respectivement de 253, 413 et 757. Leur valeur en 1986 s'est montée à 22,2 millions de dollars des Etats-Unis.

\*\* 4 millions de dollars des Etats-Unis en comptant les robots.

Au Brésil, l'offre de boîtiers CNC se caractérise par sa segmentation. Trois des sept sociétés qui en sont fournisseurs se trouvent tributaires des producteurs locaux de machines-outils : l'une l'est du plus gros producteur, la deuxième d'un producteur moyen de machines à rectifier et la troisième produit dans le cadre d'un accord de construction d'équipement de première monte conclu avec l'une des principales fabriques de machines-outils spéciales qui est une filiale d'une société allemande. La deuxième a appris à mettre au point ses propres produits et les deux autres travaillent sous licence étrangère.

Dans l'autre groupe de producteurs constitué de fournisseurs, la concurrence, au départ, n'existait pratiquement pas car, comme l'un d'entre eux ne disposait que de la technique qui convenait aux machines à fraiser, l'autre entreprise pouvait en fait monopoliser le marché. Les deux produisaient sous des licences de sociétés étrangères qui auparavant alimentaient directement le marché brésilien par l'intermédiaire de leurs filiales.

En 1984, ce monopole a été remis en question non sans succès par une société d'électronique de taille modeste qui avait lancé un système beaucoup plus simple et moins coûteux mis au point par elle-même. Ses produits se sont révélés parfaitement adaptés à la demande du marché brésilien et elle est devenue, par le nombre d'unités qu'elle fabrique, le premier producteur du pays. Sa concurrente, qui reste la première société pour ce qui est du chiffre d'affaires, a suivi son exemple en lançant des modèles plus simples, alors qu'elle-même offre maintenant des produits plus complexes. La concurrence, sur le marché des machines milieu de gamme, est ainsi en train de s'intensifier.

Elle s'est également accrue sur le marché des machines haut de gamme. La société qui avait obtenu une licence pour fournir des CNC destinées aux machines à fraiser a renoncé au contrat et commencé à fabriquer une unité qui peut servir de commande pour les MOCN et les robots industriels. En 1988, une société de première importance sur le marché des automates programmables a commencé à produire un type de CNC très perfectionné tirant parti de la technique des automates programmables.

Au Brésil, les producteurs de CNC font donc des choix différents en matière de commercialisation (restreinte ou libre) ou de techniques (locales ou importées).

Erber (1989, p. 15) estime que "c'est à l'offre qui, dans l'industrie de la machine-outil, assure la diffusion des techniques électroniques, que l'on doit plus de 80 % des machines produites et les deux tiers de la valeur de production de ce secteur. ... Plus de la moitié des unités de CNC ont été conçues sur place. Ces derniers produits étant en général plus simples que ceux fabriqués sous licence, leur part dans la valeur totale de la production n'est que d'un cinquième".

Ceux qui en ont besoin au Brésil se plaignent du mal qu'ils ont à importer des CNC et du prix élevé des produits de remplacement. Pourtant, au cours d'une interview, le président de l'ABIMAQ a reconnu que les restrictions à l'importation des produits qui n'ont pas d'équivalents dans le pays ont été levées et que l'écart entre leur prix et celui des produits étrangers a diminué : leur prix, qui était cinq-six fois plus élevé, ne l'est plus que deux-trois fois, ce qui constitue encore un écart considérable.

Dans une étude non publiée, à laquelle se réfère Erber (1989), la SEI compare le prix des produits fabriqués au Brésil avec celui de leurs équivalents étrangers. Il en ressort que les prix f.o.b. des CNC faites au Brésil ont chuté entre 1983 et 1986 pour remonter en 1987 à la suite de l'apparition de modèles nouveaux et de fluctuations des taux de change. L'écart entre le prix des produits brésiliens et celui de leurs équivalents étrangers a également diminué : 1,94 fois plus élevé en 1983, il ne l'était plus que 1,63 fois en 1987.

L'écart de prix est différent selon qu'il s'agit de produits conçus sur place ou sous licence : les uns, en 1983, étaient 1,46 fois plus chers que leurs équivalents étrangers et, en 1987, à peu près au même prix. Quant aux autres, au début de la même période, ils étaient 2,24 fois plus chers, puis cet écart est resté stable pour s'accroître à nouveau l'année dernière, le multiplicateur passant à 2,72.

Plusieurs causes sont à l'origine du coût élevé des CNC au Brésil. D'abord, l'échelle de production y est petite par rapport à celle qui est courante au niveau international. La Fanuc, qui est le premier producteur mondial de ce secteur, produit, selon les rapports, 4 000 unités par mois (Chudnovsky, 1988). D'autres fournisseurs internationaux de premier plan, aux Etats-Unis et en Europe, en produisent environ 1 000 par an. Dans des interviews accordées à Laplane (1988), les fabricants brésiliens souhaiteraient être en mesure de parvenir à ce dernier chiffre. Actuellement, les deux plus gros fournisseurs du pays en produisent entre 350 et 450 par an.

Les économies d'échelle se répercutent non seulement sur le montant des frais fixes, mais aussi sur le coût des composants, tant locaux qu'importés, les premiers coûtant cher parce qu'ils sont produits à trop petite échelle et les autres se trouvant renchérissés par le fait qu'ils ne sont achetés qu'en petites quantités.

Troisième cause du prix élevé des CNC au Brésil : l'industrie de ce pays, n'y est qu'à ses débuts, avec toutes les erreurs et inconvénients que cela comporte. Enfin, le fait que la concurrence est limitée par des restrictions à l'importation, en s'ajoutant à la segmentation du marché, a permis aux producteurs déjà établis sur place de s'assurer de fortes marges bénéficiaires.

Ceux qui les utilisent au Brésil jugent les produits qui y sont fabriqués de bonne qualité et se déclarent satisfaits de l'assistance technique qu'ils reçoivent à cet égard (Laplane, 1988). Cela, outre la maîtrise dont témoignent leur conception et la baisse de leur prix, montre que l'industrie brésilienne des CNC connaît une phase d'apprentissage intense. Comme la politique mise en oeuvre dans ce domaine est récente et que l'écart persiste entre le prix des produits fabriqués sur place et celui des produits importés, y compris ceux que ne concerne pas le marché réservé, il serait prématuré de remettre en question ce dernier pour des raisons de coût.

### III.2.1.b) - Les robots industriels (RI)

Importés au Brésil par l'industrie automobile, les robots industriels (RI) y ont fait leur première apparition en 1983. A la fin de l'année 1984, 26 RI programmables et multifonctionnels y avaient été importés, dont 21 par l'industrie automobile, et les projections relatives à la demande dans ce domaine étaient prometteuses. Les investissements prévus pour installer des RI devaient atteindre quelque 80 millions de dollars des Etats-Unis pour la période 1986-1990, soit 500 unités.

En décembre 1984, dans cette perspective encourageante, la SEI avait invité les sociétés brésiliennes à soumettre leurs projets de production dans le domaine des RI. L'année suivante, elles en ont soumis 20 dont sept, qui étaient des projets de fabrication, ont été approuvés par la SEI, trois portant sur des RI multifonctionnels sous licences étrangères et quatre, plus simples, de conception locale. Neuf projets de mise au point de produits ont également été autorisés, deux d'entre eux portant sur des systèmes de commande électronique.

Du fait de la réduction des investissements dans l'ensemble de l'économie et, en particulier, dans l'industrie automobile, la demande s'est beaucoup moins accrue que prévu. Les fabricants de RI multifonctionnels en ont vendu 35 unités pendant la période 1986-1988 et leurs ventes ont diminué au cours des deux dernières années.

Tableau 13

Robots industriels au Brésil  
Nombre d'unités et valeur marchande  
(en milliers de dollars EU)

Année	Nombre total des unités		Unités programmables	
	Nombre	Valeur	Nombre	Valeur
Jusqu'en 1985*	26	n.c.	2	n.c.
1986	33	2 900	-	-
1987	28	5 100	26	1 197
1988	12	2 085	9	1 643

\* Y compris les importations. Les chiffres pour 1986-1988 concernent seulement la production locale.

\*\* Valeur marchande hors taxe.

Sources : Total des RI - Jusqu'en 1985 - Sa (1989)  
1986-1988 - SOBRACON (1989)  
RI programmables - SEI (1989)

Au Brésil, la production des RI est très segmentée. Comme il a déjà été signalé, un groupe de sociétés produit des unités multifonctionnelles sous des licences prises à l'étranger. Depuis lors, un des quatre fabricants qui, à l'origine, avait été autorisé à produire, a disparu du marché et la concurrence entre les trois sociétés restées en lice est limitée par le fait que les produits qu'elles fournissent présentent des différences. C'est ainsi qu'un seul d'entre eux propose un modèle propre au soudage par points qui est l'opération principale à laquelle servent les RI au Brésil.

Dans ces circonstances de demande restreinte et de production spécialisée, les ventes réalisées par les sociétés ont été très irrégulières. La société qui était spécialisée dans les machines destinées au soudage par points en a bien vendu 23 en 1987, mais pas une seule l'année suivante. Quant aux deux autres, l'une a réussi, pour la première fois, à vendre sept unités en 1988, et l'autre en a vendu deux en 1987 et une de plus en 1988.

Huit autres fabricants pouvant devenir des fournisseurs de robots ont mis leurs produits au point dans le pays même. Ces produits sont bien plus simples que ceux fabriqués sous licence (au prix, entre autres, de moins de souplesse et d'une moindre capacité de levage) et sont essentiellement propres à la manutention : rangement, chargement, manipulation.

Environ la moitié de ces sociétés a opté pour des modèles de RI standard, tandis que l'autre moitié a préféré offrir des équipements conçus en fonction des besoins de chaque utilisateur. L'avantage, dans ce dernier cas, est que les risques se trouvent réduits et que les utilisateurs et les producteurs

sont mieux à même de joindre ainsi leurs efforts pour tirer parti des techniques existantes. Bien que cette stratégie semble plus efficace par ses retombées, il n'y a qu'un petit nombre de sociétés de ce deuxième groupe qui ont effectivement réalisé leurs programmes de mise au point de produits et pu vendre leurs robots industriels.

S'il est vrai que les projets de fourniture de composants électroniques et mécaniques présentés par deux sociétés ont bien été approuvés par la SEI, les RI fabriqués sur place comportent encore de nombreux éléments importés et, vu la faible échelle de leur production, cela risque de continuer ainsi.

Les bailleurs de licences ont procuré à leurs clients brésiliens la formation nécessaire au montage des produits et au contrôle de leur qualité, ainsi qu'un appui pour mettre en place des sources locales d'éléments. Les preneurs de licences, eux, se sont surtout efforcés de concevoir des adaptations mineures, surtout par rapport aux disponibilités locales. Les sociétés n'ayant pas pris de licences ont surtout eu recours à des techniques mises au point dans d'autres lignes de production.

Bien qu'aucun tableau comparatif des prix des robots faits au Brésil et de ceux, équivalents, qui sont importés, n'ait été disponible, il est fort probable que les premiers sont bien plus coûteux que les seconds. La raison en est qu'aux conséquences de la petite échelle de production s'ajoutent les coûts d'apprentissage et les dépenses d'investissement auxquels les sociétés brésiliennes ont dû faire face aux niveaux de la fabrication, de la conception et de la formation.

### III.2.2 Argentine

En dépit de la réduction spectaculaire de la production nationale de machines-outils (passée de 22 500 unités en 1973 à 5 600 unités en 1988) qu'a entraîné le processus de désindustrialisation qui a marqué l'Argentine, on y constate, au cours des quelques dernières années, une légère reprise de la fabrication de MOCN. Cette augmentation est essentiellement due aux exportations effectuées dans le cadre de l'accord sur les biens d'équipement conclu entre le Brésil et l'Argentine et dont il a déjà été question dans le présent rapport.

Ainsi qu'il est indiqué plus haut, cette production est presque entièrement le fait d'entreprises à capitaux argentins : 90 % de la fabrication nationale de tours à commande numérique revient à deux d'entre elles. L'une de ces mêmes entreprises (la seule à ce faire) fabrique aussi des centres d'usinage. Une troisième, de moindre importance, produit des machines à fraiser à commande numérique. Bien qu'elles exploitent toutes des licences étrangères, ces entreprises disposent d'un considérable potentiel de conception. Deux autres fabricants locaux de tours classiques ont entrepris de manière irrégulière la fabrication de certaines MOCN.

La production nationale de MOCN, qui a débuté en 1979, atteignait en 1987-1988 une centaine d'unités par an. Quelque 800 unités étaient, semble-t-il, en place en fin 1988 (Erber, 1989). Le tableau 14 donne une idée de l'évolution de la production nationale ainsi que des importations et des exportations de MOCN entre 1985 et 1988. On notera qu'au cours de cette période les MOCN importées étaient en majeure partie des tours (80 %) et des machines à fraiser (37 %).

Tableau 14

Production, exportations et importations de MOCN en Argentine  
en nombre et valeur (million de dollars EU), 1985-1988

	1985	1986	1987	1988
1. Production :				
Nombre	16	34	100	96
Valeur	1,27	3,36	10,21	11,93
2. Exportations* :				
Nombre	1	5	38	77
Valeur	0,50	0,27	3,96	9,59
3. Importations :				
Nombre	28	33	31	40
Valeur	4,23	3,88	4,60	9,01
4. Consommation apparente :				
Nombre	42	62	93	59
Valeur	5,44	6,17	10,85	11,35
5. Coefficient d'exportation (2)/(1) (%) :				
Nombre	6,70	14,70	38,00	80,20
Valeur	39,40	8,00	38,70	80,40
6. Coefficient d'importation (3)/(4) (%) :				
Nombre	66,70	53,20	33,30	67,80
Valeur	77,70	55,70	42,40	79,40

\* Tours seulement.

Source : Chudnovsky (1990).

L'Argentine ne fabrique pas de robots industriels. La production locale s'est de fait limitée à un prototype destiné à la formation dont les dimensions et la capacité de levage ne se prêtent pas à des applications industrielles (Erber, 1989).

On notera qu'en 1988 les exportations ont représenté près de 80 % de la totalité de la production argentine de MOCN. En 1987 et 1988, les exportations ont correspondu à près de 30 % de la totalité des exportations nationales de machines-outils. A elles seules, les exportations de tours à CNC se sont élevées à 24,7 % de la totalité des exportations de machines-outils en 1987 et à 9,4 % de ce même total en 1988 (ibid.). La presque totalité des exportations de tours à CNC a en principe été destinée au marché brésilien dont elles constituent une remarquable proportion : près de 12 % du nombre de tours à CNC fabriqués au Brésil et 7 % de leur valeur. Nous aurons l'occasion de revenir plus en détail sur cette question au chapitre IV.

### III.3 Emploi de systèmes flexibles automatisés dans l'industrie de la machine-outil

La seule documentation que nous ayons pu réunir s'agissant de l'emploi de systèmes flexibles automatisés dans l'industrie latino-américaine de la machine-outil concerne le Brésil.

Ainsi qu'il a précédemment été indiqué, la diffusion et la production de MOCN au Brésil remonte au début des années 70. On a constaté qu'en 1980, au moins "87 % des utilisateurs - de près de 700 machines - pouvaient être considérés comme appartenant au secteur de la fabrication des biens d'équipement" (Tauile, 1984, p. 62). Il est très probable qu'à cette époque, le secteur de la machine-outil a, dans l'économie brésilienne, été le principal utilisateur de cet équipement. La principale entreprise brésilienne possédait à elle seule près de 10 % de la totalité des MOCN installées dans le pays.

Ce premier mode de développement s'explique dans la mesure où le Brésil appliquait alors une politique de substitution des importations et où les nouveaux investissements étaient essentiellement réservés au secteur des biens d'équipement, ce qui a eu pour résultat de soutenir, d'une part, certains des grands investissements de l'Etat dans l'infrastructure nationale et, d'autre part, le développement du potentiel de l'industrie automobile.

Dans les pays avancés par contre, le développement de la MOCN entrait dans une nouvelle phase d'accélération par suite de l'apparition des commandes numériques à calculateur (CNC) qui ont révolutionné la fabrication internationale des machines-outils. Cette invention n'a pas simplement constitué un nouveau progrès technique. Vu ses caractéristiques d'emploi particulièrement adaptées à la production de petits lots diversifiés - quel qu'en soit le nombre et la précision - la MOCN trouve naturellement sa place dans l'industrie de la machine-outil. Avec l'invention des systèmes flexibles automatisés, les fabricants d'équipements universels classiques dont l'expansion dépendait de certaines économies d'échelle minimales ont également commencé d'améliorer leur efficacité dans la production de lots moins importants et même de pièces uniques. Cette flexibilité s'est encore trouvée accrue par la possibilité de recourir aux techniques de la CAO qui accélèrent considérablement les opérations de conception, et par l'introduction de nouveaux modèles d'organisation découlant d'une conception systémique des procédés de fabrication.

Au début des années 80, l'industrie brésilienne de la machine-outil ne pouvait, vu les circonstances, poursuivre son développement technologique sans un maintien de l'élan acquis par sa croissance économique, ce qui ne fût malheureusement pas le cas. Après une cinquantaine d'années d'un taux de croissance élevé (7 % de moyenne annuelle environ), l'économie brésilienne a dû passer au début des années 80 par une phase de forte décélération qui n'a pas manqué d'avoir certaines incidences directes sur la production industrielle restée pratiquement stagnante depuis. C'est ainsi, par exemple, que la production automobile a diminué du tiers entre 1980 et 1981 - soit de quelque 1,2 million de véhicules à moins de 800 000 - et n'est jamais revenue à son niveau de 1980 malgré la reprise progressive enregistrée au cours des 10 dernières années.

Plongée dans une crise due au fardeau de la dette étrangère et à la perte de crédibilité des pouvoirs publics qui on conduit le pays au bord de l'hyperinflation, l'économie brésilienne ne disposait plus des bases voulues pour procéder aux calculs économiques qui lui auraient permis d'investir dans

l'expansion de ses capacités de production. De plus, les pays d'Amérique latine qui dans les années 70 constituaient les principaux marchés d'exportation des machines-outils d'origine brésilienne ont eux aussi traversé au début des années 80 une période de forte récession. L'effet combiné de ces différents facteurs a profondément marqué l'investissement dans cette industrie.

Les perspectives de croissance du marché brésilien de la machine-outil à commande numérique, si brillantes qu'elles avaient incité deux entreprises allemandes à entreprendre dans ce pays la fabrication d'armoires de commandes numériques, se sont effondrées. Aussi, les acquisitions de MOCN dans les années 80 n'ont pas eu pour but de développer les capacités au sens strict du terme mais davantage de permettre des ajustements visant à protéger l'outil de production et, partant, assurer de meilleurs rendements sur un marché toujours moins stable. Cet investissement toutefois a nécessité une augmentation de la productivité notamment lorsque les entreprises réservaient une partie de leur production à de nouveaux marchés extérieurs semblant s'ouvrir à point pour compenser la réduction des débouchés nationaux.

Avec la disparition des grands espoirs d'investissements économiques majeurs, se sont aussi évanouies les possibilités d'apports de fabricants de machine-outil. Trois raisons complémentaires se sont opposées à ce que les marchés extérieurs constituent une solution rentable. Primo, la situation du marché mexicain qui, principal destinataire des exportations brésiennes, et lui aussi touché par la crise affectant l'ensemble des pays d'Amérique latine, traversait une période de forte récession et avait décidé, ainsi que nous le verrons plus loin, de faire des Etats-Unis la principale source de ses importations. Secundo, les investissements considérables qui s'imposaient pour participer à l'évolution des méthodes de production et des techniques qui caractérisait cette industrie au plan international. Tertio, le fait que ces restrictions étaient encore aggravées par les limitations imposées par les pouvoirs publics pour que la fabrication d'armoires de commandes numériques incombe uniquement à des entreprises à capitaux brésiliens.

Cette situation a eu pour conséquence, qu'en 1985 la fabrication brésilienne de machines-outils ne correspondait plus qu'à 30 % de ce qu'elle avait été en 1979 (22 000 unités et 73 000 respectivement) et qu'elle n'a amorcé une reprise qu'après 1985, mais en partie seulement puisqu'en 1988 la production, soit 34 000 machines, était de moitié inférieure à celle de 1979.

La grave réduction du marché que nous venons de décrire n'a pas permis aux entreprises brésiennes de tirer partie d'économies statiques d'échelle à une époque où plusieurs d'entre elles venaient d'achever la mise en place de nouvelles capacités de production, opération entreprise après 1975. La crise a d'autre part conduit à des pertes sur les spécialisations et, par voie de conséquences, sur les gammes de produits et les formations puisque les entreprises devaient se contenter de fabriquer ce qui pouvait être écoulé sur un marché aussi réduit.

Aussi l'industrie nationale de la machine-outil n'a-t-elle pu, ni au plan de la production ni à celui des conceptions, se maintenir au rythme des investissements faits par d'autres pays en vue de la modernisation de leurs techniques de fabrication. Une étude menée à la demande du Département de la science et à la technologie de l'Etat de Sao Paulo constate que : "l'écart technologique dans le domaine de la fabrication de machines-outils est lié tant à l'automatisation des phases de planification et de production qu'à la précision de la fabrication et à la productivité" (Laplane, *op.cit.*, p. 24). Cette même étude met l'accent sur l'écart technologique au plan de la

conception mécanique d'équipement destiné à être utilisé dans le pays : "... La conception de machines-outils dans le pays se fonde en général sur des calculs simplifiés et des méthodes empiriques associés à des vérifications expérimentales" (ibid., p. 25). Pour donner une idée de cet écart technologique, l'étude en question souligne "la faible expansion des systèmes automatisés de conception et des systèmes informatisés de planification et de contrôle de la production ainsi que la faible diffusion de machines automatisées dans la fabrication proprement dite" (ibid.). L'absence d'industrie de pièces détachées correctement intégrée (qui explique d'ailleurs l'existence entre sociétés de production d'une structure organique caractérisée par une intégration verticale excessive), le faible degré de perfectionnement d'un grand nombre d'utilisateurs et la pénurie de ressources humaines compétentes sont également évoqués en tant qu'obstacles à une modernisation du secteur.

Les producteurs eux-mêmes reconnaissent l'existence de cet écart technologique. La plupart d'entre eux, de fait, envisagent d'investir dans la modernisation mais remettent leurs décisions à plus tard attendant que se précisent les perspectives économiques à long terme du Brésil. Au cours des deux dernières années, cependant, certaines des grandes entreprises ont considérablement investi dans le renforcement de leur potentiel technologique et de production.

Une autre étude (Fleury, 1988) qui porte sur les incidences de la micro-électronique sur l'industrie brésilienne des fabrications métalliques débouche sur d'importantes conclusions s'agissant de la modernisation de la production de machines-outils. L'étude de Fleury fait une distinction entre la modernisation réalisée par l'introduction de nouvelles technologies d'ordre matériel et celle que permet de réaliser le recours à de nouvelles techniques d'organisation, assurant à juste raison qu'il est possible de moderniser la production industrielle sans faire appel à la micro-électronique.

S'appuyant sur les conclusions théoriques auxquelles est parvenu Raphael Kaplinsky (1984) qui analyse les procédés intégrés et non intégrés d'automatisation en trois différents domaines de la production (coordination, conception et réalisation), Fleury distingue trois stratégies différentes de modernisation, à savoir :

- La stratégie systemique : qui vise l'informatisation, la flexibilité et l'intégration de l'entreprise par l'adoption de programmes de qualité, de la technologie de groupe, de la production cellulaire et du "zéro stock", qu'ils soient ou non appuyés par des systèmes d'information par ordinateur. Il peut de même y avoir eu non acquisition d'équipement micro-électronique pour la production et la conception;
- La stratégie partielle : fondée sur l'acquisition prioritaire d'équipement micro-électronique sans grands efforts de réorganisation de la part de l'entreprise;
- La stratégie classique : ... celle d'entreprises n'investissant ni dans l'équipement ni dans la réorganisation (Fleury, 1988, p. 17).

L'échantillon sur lequel Fleury fonde sa recherche englobe 61 entreprises, dont 20 fabriquent des machines-outils et 18 des pièces détachées pour automobiles. 11 des 20 premières sont des entreprises à capitaux brésiliens et 9 des filiales d'entreprises étrangères, allemandes pour la plupart. Compte parmi elles le principal producteur brésilien de

machines-outils (21 % des emplois du secteur et 13 % de la valeur de la production nationale); s'y ajoutent une entreprise plus que moyenne et 9 autres entreprises employant chacune moins de 500 ouvriers. Les 4 principales entreprises appartenant à ce groupe constituent un sous-groupe qui a pour caractéristique commune d'exporter régulièrement plus de 10 % en valeur du total de la production. Les filiales étrangères - dont le principal marché est l'industrie automobile - correspondent à des entreprises de dimensions différentes dont l'une, à une extrémité, emploie plus de 1 000 ouvriers, et l'autre, à l'autre extrémité, a pour opération essentielle la production sur commandes et unité par unité d'équipements de haute technicité assemblés à partir d'éléments et de pièces dont la fabrication fait l'objet de contrats de sous-traitance.

Fleury a constaté qu'un nombre relativement limité de fabricants de machines-outils (2 seulement) avaient opté pour une stratégie systémique de modernisation, alors qu'ils sont 11 dans le secteur des pièces détachées. 12 des autres entreprises ont adopté une stratégie partielle de modernisation, les 6 autres s'en tenant aux méthodes classiques.

S'agissant de la fabrication de machines-outils, l'étude constate "différentes intensités dans l'utilisation de la micro-électronique en production. Il existe, par exemple, une entreprise brésilienne où plus de 100 MOCN sont reliés à un système CAO, alors qu'une filiale d'entreprise étrangère en utilise plus d'une vingtaine sans liaison CAO. Les autres entreprises de ce secteur, y compris les filiales, utilisent en moyenne quatre MOCN dans leur cycle de production et deux seulement se sont dotées de petits systèmes CAO" (ibid. p. 29). Une des entreprises dispose d'une cellule automatisée fonctionnant sans opérateur, une autre dans la même situation a été découverte dans la production de pièces détachées pour automobiles.

Selon Fleury, ce qui a le plus incité les grandes entreprises nationales à se moderniser a été le désir de maintenir leur compétitivité sur le marché international dès les années 70. Dans un tel contexte "les efforts faits par les principales entreprises (fabricants des MOCN), en vue d'une automatisation et d'une modernisation, ont fondamentalement été motivés, tant par la compétitivité des machines-outils sur le marché national que par le désir de maintenir celle des machines de type classique sur le marché extérieur" (ibid. p. 32). La crainte d'une libéralisation éventuelle des importations semble avoir d'ailleurs accéléré ce processus et conduit au lancement de nouvelles lignes de produits et à l'aménagement de nouvelles usines (M. Laplane, renseignements personnels).

S'agissant des filiales d'entreprises allemandes, les seules innovations qui semblent avoir été apportées au plan organisationnel concernent les technologies de groupe. Il importe de noter que "cette technique d'organisation n'est pas directement mise au point par les filiales brésiennes, mais qu'elle leur est fournie, déjà incorporée à la conception des produits par l'entreprise mère. L'emploi dans la production d'équipement faisant appel à la micro-électronique est lui-aussi relativement limité, si toutefois il y est recouru" (ibid.). La position de défense ainsi prise par les filiales allemandes est probablement due à trois causes d'incertitude : l'instabilité économique et politique du Brésil, les aléas d'investissements à long terme dans l'industrie automobile et la restriction des importations qu'instaure la Loi sur l'informatique.

S'agissant du groupe de plus petits fabricants à capitaux brésiliens, les principales raisons qui les ont amené à modestement investir dans des techniques faisant appel à la micro-électronique seraient les suivantes :

- La nécessité de trouver solution à une réduction des coûts, d'améliorer la qualité de leurs produits, de réduire les délais de livraison aux clients vu la concurrence toujours plus forte entre entreprises brésiliennes spécialisées dans la fabrication de machines de type classique;
- L'exigence qu'impose le marché de la machine-outil aux fabricants de moderniser leurs opérations (les clients tenant à s'assurer de la modernité de l'équipement qu'ils acquièrent);
- Le fait que les pressions exercées sur la fabrication de MOCN exigent l'acquisition du savoir correspondant en matière de conception et de développement, ce qui n'est possible qu'en appuyant les procédés de fabrication sur la micro-électronique.

D'une manière générale, les principaux résultats que permet d'obtenir une automatisation fondée sur la micro-électronique semblent être, dans l'ordre : une amélioration de la qualité des produits, un meilleur contrôle des procédés de fabrication et une plus grande flexibilité des procédés. Toutes les entreprises, qui ne disposaient pas d'équipement électronique, mais envisageaient d'en acquérir lorsque Fleury a mené son enquête, ont néanmoins estimé que le tout premier but recherché était une amélioration du contrôle de la production. Ceci révèle probablement une conception erronée des choses, car l'amélioration de la planification et du contrôle de la production ne résulte pas nécessairement de la mise en place d'appareils fonctionnant à l'aide de microprocesseurs. Il est intéressant de noter en outre que les problèmes inhérents à la main-d'oeuvre ont toujours été la dernière des priorités évoquée par les entreprises auprès desquelles l'enquête a été menée, pour justifier leur automatisation.

Il est intéressant, de même, d'examiner l'évolution de l'emploi dans l'industrie brésilienne de la machine-outil entre 1980 et 1988, celle des catégories professionnelles correspondantes, ainsi que les modifications observées dans la composition structurelle de la population active (tableaux 15, 16 et 17).

Tableau 15

Evolution de l'effectif de la main-d'oeuvre dans l'industrie de la machine-outil au Brésil, 1980-1986

<u>Année</u>	<u>Effectif total</u>	<u>Variation (%)</u>	<u>Indice</u>
1980	18 883	-	100
1981	14 521	-23	77
1982	10 782	-26	57
1983	9 045	-16	48
1984	11 519	27	61
1985	14 785	28	78
1986	17 299	25	92
1987	13 560	-22	72
1988	15 724	16	83

Source : ABIMAQ.

Tableau 16

Evolution de l'emploi pour les diverses catégories professionnelles dans l'industrie de la machine-outil au Brésil, 1980-1986

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Ouvriers	100	63	56	54	83	97	116
Techniciens ou ingénieurs de la production	100	100	84	79	152	194	226
Bureau d'études	100	87	87	90	109	136	176

Source : Fleury, 1988.

Tableau 17

Modification de la composition structurelle des salariés de l'industrie brésilienne de la machine-outil, 1980-1986

	1980	1986
Ouvriers	90,3	85,2
Techniciens ou ingénieurs de la production	3,0	5,1
Bureau d'études	6,7	9,7

Source : Fleury, 1988.

Des tableaux qui précèdent, il ressort qu'au début de la récession de la première moitié des années 80, les ouvriers ont été les plus durement touchés par le chômage. Fleury estime que les entreprises locales, devant la dégradation de la conjoncture, ont essayé de rationaliser davantage leur production, de trouver de nouveaux débouchés et de lancer de nouveaux produits - réaction qui s'est sans doute traduite par une intensification des travaux d'ingénierie, une multiplication des activités nouvelles et un regain d'intérêt pour la maintenance. Malgré un redressement partiel de la situation de l'emploi des ouvriers après 1983, la structure de l'emploi dans cette branche d'activité a évolué progressivement à l'avantage des travailleurs plus qualifiés, favorisant notamment le personnel des services d'études et des plans industriels.

La révélation la plus intéressante de l'étude de Fleury, en ce qui nous concerne, est peut-être la variation de l'effectif des salariés des entreprises en fonction des fluctuations de l'activité économique au cours de cette période, et selon les stratégies de modernisation qu'elles ont adoptées : "... à la fin de 1983, les entreprises de machines-outils qui suivaient une stratégie de modernisation partielle employaient 30 % de personnel de moins qu'en 1980; cependant, les entreprises qui avaient une stratégie classique employaient 40 % de personnel en moins. A la fin de 1986, les entreprises qui s'étaient modernisées avaient déjà 33 % de salariés de plus qu'en 1980, contre 2 % de plus pour les autres entreprises (...). Cette analyse démontre que les entreprises qui avaient adopté une stratégie de

modernisation partielle ont licencié moins de salariés, en période de récession, et ont recommencé à recruter plus rapidement et plus massivement lors de la reprise (ibid., p. 46).

En ce qui concerne le secteur des pièces d'automobiles, Fleury constate que les entreprises qui ont adopté une stratégie systémique ont moins licencié pendant la récession et, lorsque l'activité économique a repris, ont pu recruter un grand nombre de salariés, plus rapidement que les entreprises qui avaient suivi une stratégie de modernisation partielle.

De ses études sectorielles, l'auteur conclut qu'en général les entreprises qui sont allées le plus loin dans leur stratégie systémique de modernisation ont été celles qui ont enregistré les meilleurs résultats, qu'il s'agisse de la productivité ou de la création d'emplois. Il conclut également que la stratégie de modernisation adoptée par une entreprise dépend de son potentiel de gestion, car si la modernisation n'est pas nécessairement liée à l'introduction d'un équipement micro-électronique, elle dépend fondamentalement d'une nouvelle conception de l'organisation et de nouvelles modalités de fonctionnement.

Les résultats susmentionnés semblent indiquer que l'industrie de la machine-outil au Brésil est de plus en plus hétérogène sur le plan technologique. Etant donné que le gouvernement actuel a l'intention de réduire progressivement les mesures protectionnistes ces prochaines années, il est probable que cette branche d'activité connaîtra de profondes restructurations.

#### IV. COMMERCE INTERNATIONAL

Le commerce international des machines-outils est très dynamique et connaît un taux d'expansion supérieur à celui du commerce international dans son ensemble, comme on le voit au tableau 18.

Tableau 18

PIB et importations de machines-outils dans le monde et en particulier dans les pays de l'Association latino-américaine d'intégration  
(en millions de dollars EU)

PIB (1)

<u>Années</u>	<u>Association latino- américaine d'intégration</u>	<u>Monde</u>
1980	573*	11 939
1981	668*	11 834
1982	681	12 860
1983	587	12 883
1984	626	13 373
1985	630	13 854
1986	642	16 624
1987	-	18 143

Tableau 18 (suite)

IMPORTATIONS (2)

Années	Monde (C)	Machines-outils		Ratio (%)	
		Association latino-américaine d'intégration (A)	Monde (B)	A/B	B/C
1980	1 946	0,859	9,662	8,89	0,50
1981	1 929	0,869	9,665	8,99	0,50
1982	1 807	0,628	8,072	7,80	0,44
1983	1 751	0,323	6,766	4,77	0,37
1984	1 867	0,311	7,012	4,45	0,37
1985	1 881	0,281	8,758	3,21	0,47
1986	2 061	0,346	10,727	3,22	0,52
1987	2 424	0,411	13,010	3,15	0,54

\* A l'exception de l'Argentine.

\*\* Argentine, Brésil, Chili, Colombie, Mexique, Pérou, Uruguay, Venezuela.

Source : (1) IFS (1988); (2) INTAL, cité par Chudnovsky (1990), et FUNCEX, Balança Comercial (1989).

Comme nous l'avons déjà dit, l'industrie latino-américaine de la machine-outil a une situation marginale sur le plan international, puisqu'elle représente moins de 2 % du volume de la production mondiale. Dans tous les pays latino-américains, à l'exception du Brésil (où la production nationale alimente à 80 % le marché), les importations sont prépondérantes, représentant au moins les trois quarts de la consommation apparente en Argentine, et environ 90 % dans les autres pays (voir tableau 1, sect. 1).

De ce fait, il est inquiétant de constater que si les importations de machines-outils au niveau international sont passées, en valeur, de 9,6 milliards de dollars en 1980 à 13,1 milliards de dollars en 1987, les importations des pays d'Amérique latine ont diminué de plus de la moitié au cours de la même période, revenant de 859 millions de dollars à 411 millions de dollars (voir tableau 18). En d'autres termes, la part de la région dans les importations mondiales est passée de 9 % à 3 %.

La baisse générale du revenu brut de l'Amérique latine explique certainement en partie le recul de la part des importations de machines-outils de la région dans le commerce international. En 1986, le produit national brut (PNB) global des pays d'Amérique latine n'était même pas revenu à son niveau de 1982 alors que le PNB mondial ne cessait lui d'augmenter (plus de 50 % de hausse au cours de la période 1980-1987).

Si l'on se place d'un point de vue structurel, on constate que les importations d'Amérique latine ne concernent qu'un très petit nombre de pays. Ainsi, le Mexique où les besoins du marché intérieur en machines-outils sont couverts à plus de 90 % par les importations, a assuré près d'un tiers des importations totales de la région entre 1983 et 1987, alors que le Brésil avec 19 % du total, occupait la deuxième place (voir tableaux 19 et 29).

Au cours de cette période, le principal fournisseur de machines-outils ont été les Etats-Unis. Comme l'a fait remarquer Chudnovsky (1990), bien que le secteur de la machine-outil aux Etats-Unis ait connu une crise et perdu du terrain sur le marché international, il fournissait près d'un quart des importations unitaires de l'ALADI en 1983 et 31 % en 1987, ce qui signifie qu'en dépit de la réduction des importations de machines-outils en Amérique latine, les Etats-Unis ont réussi à accroître leurs ventes qui sont passées de 78,3 millions de dollars en 1983 à 128,7 millions en 1987. Ce résultat s'explique principalement par le comportement du marché mexicain qui a absorbé à lui seul 62 % des exportations de machines-outils des Etats-Unis vers la région au cours de la période 1983-1987. Dans ce pays, la part des importations des machines-outils en provenance des Etats-Unis est passée de 23 % en 1983 à 62 % en 1987 alors que parallèlement elle doublait en valeur.

La situation a cependant évolué en sens contraire au Brésil et en Argentine, qui ont réduit leurs importations en provenance des Etats-Unis au profit de machines-outils fabriquées en République fédérale d'Allemagne. Ainsi, alors que la part des importations brésiliennes en provenance d'Allemagne était de 27 % en 1983, elle atteignait 41 % en 1987. De même, dans le cas de l'Argentine, la réduction de la part des importations de machines-outils en provenance des Etats-Unis (qui est passée de 18 % en 1983 à 6 % en 1987) a été compensée par l'accroissement des achats en Allemagne, qui sont passées de 16,5 % en 1982 à 24 % en 1987 (voir tableau 20).

Il faut également souligner le pourcentage élevé d'importation de machines-outils italiennes, qui a représenté 11 % des importations totales en 1987, et était donc plus important que la part de l'Italie dans les importations industrielles (8 % en 1989 d'après Chaponnière, 1990). La seule exception importante concerne le Mexique où elles ne représentent que 4 % des importations totales de machines-outils.

Il convient également de noter un phénomène inverse c'est-à-dire la part exceptionnellement faible des entreprises japonaises sur le marché latino-américain compte tenu de la place qu'elles occupent sur le marché international.

Enfin, il faut signaler que le Brésil, qui est le principal producteur d'Amérique latine avec plus de 80 % de la production totale de machines-outils, contribue pour moins de 2 % aux importations de la région. L'Argentine, dont la production en valeur ne représente même pas un dixième de celle du Brésil, a fourni pour sa part environ 0,7 % des importations de la région en moyenne au cours de la période 1983-1986 et 3,6 % en 1987 en raison de ventes à destination du Brésil dans le cadre de l'accord d'intégration relatif aux biens d'équipement signé entre les deux pays et déjà mentionné dans le présent rapport.

L'origine géographique de l'offre de machines-outils en Amérique latine ne peut s'expliquer simplement par l'action de facteurs commerciaux. L'hégémonie des Etats-Unis sur le marché mexicain, par exemple, tient pour une large part à l'existence d'autres relations économiques entre les deux pays, notamment aux investissements directs des Etats-Unis au Mexique ainsi qu'à la sous-traitance pratiquée entre entreprises américaines et mexicaines. De même, la part des importations allemandes au Brésil et italiennes en Argentine s'explique également probablement en partie par les investissements directs de ces deux pays dans les secteurs qui utilisent des machines-outils. Malheureusement, on ne dispose pas d'information concernant les lignes de crédit ouvertes par les fournisseurs ou par les organismes officiels de promotion des exportations d'autres pays industrialisés de sorte qu'il n'a pas

été possible d'en évaluer l'incidence sur l'origine des importations des pays d'Amérique latine, incidence qui est probablement loin d'être négligeable. Une étude plus détaillée serait nécessaire pour connaître avec précision l'influence de ces facteurs.

De même, il semble important de souligner que l'accord signé entre l'Argentine et le Brésil dans le domaine des biens d'équipement a sans aucun doute contribué à accroître la part des importations de machines-outils provenant d'Argentine au Brésil.

Les informations statistiques disponibles concernant le type de machines importées sont insuffisantes. Les données que présente Chudnovsky (1990) concernant la plupart des pays de la région font cependant apparaître une grande diversité, ce qui n'est guère étonnant compte tenu du développement insuffisant de l'industrie locale. La principale exception semble être le Mexique où 64 % des importations réalisées en 1987 concernaient des tours (ibid.).

En ce qui concerne le Brésil, environ les trois-quarts des importations réalisées au cours de la période 1978-1988 concernaient des machines opérant par enlèvement de métal. Depuis 1986 cependant, on enregistre une augmentation de la part de machines-outils opérant par déformation, dont les coefficients d'importation/consommation apparente sont sensiblement plus élevés que ceux des machines opérant par enlèvement de métal (voir tableaux 21 et 22).

Tableau 19

Principaux pays fournisseurs de machines-outils à l'ALADI - 1983-1987  
(en millions de dollars EU)

PAYS	ENSEMBLE	ETATS-UNIS	RFA	ITALIE	JAPON	SUISSE	ESPAGNE	ARGENTINE	BRESIL	
IMPORTATEURS	ANNEE DU MONDE									
MEXIQUE	1983	170,8	39,4	30,1	5,4	9,3	1,0	7,6	0,2	0,6
	1984	178,3	55,6	18,1	1,9	18,4	3,5	4,4	0,4	3,2
	1985	149,7	50,4	33,0	4,8	30,3	5,3	7,8	0,8	2,1
	1986	177,3	114,8	23,9	5,3	1,4	3,0	6,3	0,4	0,8
	1987	126,4	78,1	23,3	4,7	6,7	4,3	1,9	0,1	0,6
BRESIL	1983	65,0	18,5	17,7	6,5	13,8	2,8	0,4	0,0	0,0
	1984	42,3	13,3	7,0	16,3	2,7	1,0	0,3	0,1	0,0
	1985	36,3	9,7	15,1	1,9	2,8	2,7	0,3	0,2	0,0
	1986	60,0	9,8	23,7	5,4	9,0	6,1	0,4	0,7	0,0
	1987	120,1	18,7	40,9	13,3	13,6	5,8	2,5	11,4	0,0
VENEZUELA	1983	25,4	7,8	2,7	7,6	1,0	0,1	3,3	0,1	0,3
	1984	33,5	6,5	6,6	6,3	0,7	0,0	3,5	0,1	2,4
	1985	41,9	12,1	5,5	8,8	2,1	0,5	4,6	0,1	1,0
	1986	54,7	13,6	8,1	7,8	2,2	1,0	4,3	0,3	0,9
	1987	68,1	19,4	6,4	15,5	3,2	0,4	4,5	0,3	0,4
ARGENTINE	1983	20,6	3,7	3,4	3,0	3,5	1,1	0,1	0,0	1,4
	1984	22,6	4,7	5,8	2,2	4,8	0,5	1,3	0,0	0,6
	1985	31,4	6,8	7,0	6,0	3,4	1,7	1,0	0,0	1,1
	1986	16,4	2,3	6,3	3,1	1,7	0,2	0,7	0,0	0,7
	1987	38,3	3,0	8,6	4,7	1,5	4,6	1,6	0,0	1,9
COLOMBIE	1983	18,1	5,5	1,4	1,8	0,5	0,2	3,3	0,3	0,3
	1984	19,7	9,6	1,6	1,1	0,1	0,2	2,3	0,3	0,2
	1985	11,4	5,4	0,8	0,4	1,3	0,2	1,1	0,9	0,2
	1986	11,6	2,2	1,3	1,2	0,1	0,6	2,0	0,3	0,1
	1987	19,9	4,7	2,8	3,1	0,3	1,2	2,7	0,3	0,6
PEROU	1983	7,4	0,5	1,3	1,7	1,8	1,8	0,3	1,4	0,5
	1984	2,8	0,8	0,4	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	1985	3,4	0,5	0,4	0,5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	1986	6,5	2,4	0,3	0,7	0,7	0,0	0,6	0,1	0,1
	1987	5,1	1,7	1,4	1,3	0,3	0,0	0,7	1,4	1,4
EQUATEUR	1983	7,8	1,3	0,3	0,5	0,1	0,0	0,4	0,1	0,3
	1984	4,4	0,5	0,0	0,8	0,0	0,7	1,0	0,1	0,1
	1985	10,3	0,9	0,6	0,7	0,0	0,1	1,0	0,2	0,4
	1986	8,5	1,0	1,3	0,9	0,0	0,1	0,8	0,0	0,2
	1987	8,9	3,0	1,2	1,9	0,1	0,0	1,2	0,0	0,0
ALADI	1983	321,1	78,3	47,6	27,0	28,5	5,6	15,6	2,7	3,8
	1984	310,2	93,3	40,1	39,8	28,3	6,1	10,3	1,4	6,4
	1985	290,7	99,7	52,8	23,9	40,1	10,7	16,5	1,9	5,4
	1986	345,6	147,3	66,3	25,8	26,3	11,3	15,3	2,8	5,3
	1987	410,7	128,7	86,0	46,0	35,9	17,0	16,0	14,8	7,3

Source : Chudnovsky, 1990.

Tableau 20

Principaux pays fournisseurs de machines-outils à l'ALADI - 1983-1987  
(en pourcentage)

PAYS IMPORTATEURS	ANNEE	ETATS-UNIS	RFA	ITALIE	JAPON	SUISSE	ESPAGNE	ARGENTINE	BRESIL
MEXIQUE	1983	23,2	11,8	3,3	5,4	0,0	4,4	0,1	0,4
	1984	31,2	10,2	1,1	10,3	2,0	2,5	0,2	1,2
	1985	42,4	14,7	3,2	20,3	3,5	5,2	0,5	1,4
	1986	64,8	13,5	3,9	0,8	1,7	3,6	0,2	0,5
	1987	61,8	18,4	3,7	5,3	3,4	1,5	0,0	0,5
BRESIL	1983	28,3	27,0	9,9	21,0	4,3	0,6	0,0	0,0
	1984	31,5	16,8	38,8	6,4	2,4	0,7	0,2	0,0
	1985	26,7	41,5	5,2	7,7	7,4	0,8	0,6	0,0
	1986	16,2	39,1	8,9	14,8	10,1	0,6	1,3	0,0
	1987	15,6	34,1	11,1	11,3	4,8	2,1	9,5	0,0
VENEZUELA	1983	30,7	10,6	29,9	3,9	0,4	13,0	0,4	1,2
	1984	19,4	19,7	18,8	2,1	0,1	10,4	0,2	7,1
	1985	28,9	13,1	21,0	5,0	1,2	11,0	0,2	3,3
	1986	24,9	14,7	14,3	4,0	1,8	7,7	0,3	1,6
	1987	28,5	9,4	23,9	4,7	0,6	6,6	0,3	0,6
ARGENTINE	1983	18,0	16,5	14,6	17,0	5,3	0,5	0,0	6,8
	1984	20,8	25,7	9,7	21,2	2,2	5,7	0,0	3,7
	1985	21,7	22,3	19,1	10,8	5,4	3,2	0,0	3,5
	1986	14,0	37,8	18,8	10,4	1,2	4,2	0,0	4,3
	1987	6,0	22,5	12,4	3,9	12,0	4,2	0,0	5,0
COLOMBIE	1983	30,4	7,7	9,9	2,8	1,1	18,2	1,7	1,7
	1984	48,7	8,1	5,6	0,4	1,0	11,7	1,0	1,0
	1985	47,4	7,0	3,5	11,4	1,8	9,6	7,7	1,4
	1986	19,0	11,2	10,3	0,5	5,2	17,2	2,6	0,9
	1987	23,6	14,1	10,6	1,5	6,0	13,6	1,5	3,0
PEROU	1983	6,8	17,8	23,0	24,3	24,3	4,1	18,9	6,0
	1984	28,6	14,3	10,7	1,4	0,1	3,6	3,6	2,5
	1985	14,7	11,8	14,7	1,1	0,7	2,9	2,0	1,9
	1986	36,9	4,6	10,8	10,8	0,0	9,2	1,5	0,9
	1987	13,6	17,3	14,8	3,7	0,0	8,6	17,3	1,9
EQUATEUR	1983	16,7	3,8	6,4	1,3	0,5	5,1	1,3	2,6
	1984	11,4	0,3	16,3	0,0	15,9	22,7	2,2	3,3
	1985	8,7	5,8	6,8	0,4	0,6	9,7	1,7	3,5
	1986	11,3	15,3	10,4	0,4	1,2	9,4	0,9	1,8
	1987	22,5	13,5	21,3	1,0	0,0	13,5	0,0	0,0
ALADI	1983	24,4	14,8	8,4	8,9	1,7	4,9	0,8	1,2
	1984	30,0	12,9	9,8	8,8	2,0	4,3	0,5	3,1
	1985	34,3	18,2	8,3	13,8	3,7	5,7	0,7	1,9
	1986	42,8	19,3	7,5	7,8	3,3	4,4	0,8	1,5
	1987	31,3	20,9	11,3	6,3	4,1	3,9	3,6	1,6

Source : Chudnovsky, 1990.

Tableau 21

Brésil : Production, importation et exportation de machines-outils,  
par type de machine - 1986-1988

A - VALEUR  
(en millions de dollars EU)

Machines- outils	1986			1987			1988		
	Production	Impor- tation	Expor- tation	Production	Impor- tation	Expor- tation	Production	Impor- tation	Expor- tation
Machine opérant par enlèvement de métal	45,0	46,5	11,8	44,9	84,0	10,9	41,4	121,6	19,3
(en pourcentage)	82	71	45	86	74	45	77	74	48
Machine opérant par déformation	10,2	18,5	14,5	7,4	29,7	13,6	12,2	42,2	20,7
(en pourcentage)	18	29	55	14	26	55	23	26	52
Total	55,2	65,0	26,3	52,3	113,7	24,5	53,6	163,8	40,0
(en pourcentage)	100	100	100	100	100	100	100	100	100

B - UNITES

Machine opérant par enlèvement de métal	23 908	9 452	6 477	25 920	2 113	4 344	30 717	3 734	4 296
(en pourcentage)	83	87	80	87	80	65	89	78	56
Machine opérant par déformation	4 793	1 381	1 595	3 951	535	2 360	1 737	1 046	3 372
(en pourcentage)	17	13	20	13	20	35	11	22	44
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Source : ABIMAQ (1989).

Tableau 22

Brésil : Coefficients commerciaux par type de machines-outils - 1986-1988  
(en pourcentage de la valeur)

Coefficients	Machine opérant par enlèvement de métal			Machine opérant par déformation			Total		
	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988
Importations/ Consommation apparente	9,6	16,1	16,3	17,4	32,9	42,0	12,2	26,7	24,8
Exportations/ Production	2,6	2,4	4,6	14,2	18,4	17,0	4,8	4,7	7,5

Source : Calculs établis à partir du tableau 21.

Comme il ressort du tableau 23, le prix moyen du matériel importé est en général plus élevé que celui des machines fabriquées localement (ce qui exceptionnellement n'a pas été le cas en 1986, lorsque le taux de change était gelé au Brésil); au premier abord, ceci donnerait à penser que les importations portent sur des modèles plus complexes que ceux fabriqués localement; toutefois, cette hypothèse doit faire l'objet de recherches supplémentaires avant d'être confirmée.

Tableau 23

Valeur moyenne des machines fabriquées, exportées et importées  
- par type de machine - Brésil 1986/1988  
 (en milliers de dollars EU par unité)

Type de machine	Production totale			Exportations			Importations		
	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988
Enlèvement de matière	18,82	17,32	13,48	1,82	2,51	4,39	4,92	39,75	32,57
Déformation du métal	21,18	18,73	32,65	9,09	5,76	6,14	13,40	55,51	40,34
Total	19,23	17,51	15,56	3,26	3,65	5,15	6,00	42,94	34,27

Source : Calculs du tableau 21.

Malheureusement, le type de classification douanière en vigueur dans les divers pays ne permet pas de faire une distinction entre les machines-outils à commande numérique (MOCN) et d'autres équipements, exception faite de l'Argentine et du Mexique. Dans le premier pays, les MOCN représentaient 20 % des importations (9 millions de dollars des Etats-Unis), en 1988, dont 70 % de tours et 30 % de fraiseuses. Au Mexique, la part des MOCN est sensiblement plus élevée - un quart environ des importations totales de machines-outils (Humbert, 1989). En 1988, les importations de MOCN ont atteint au total 41,5 millions de dollars, dont 61 % de centres d'usinage et 34 % de tours (ibid.).

Une seconde exception, et encore partielle, est le Brésil où nous avons pu identifier des centres d'usinage représentant 4,3 % des importations totales du pays en 1987 (5 196 000 dollars). Comme le révèle le tableau 12, section III, le nombre d'unités de MOCN importées par le Brésil est tombé de 300 unités en 1980 à 30 unités par an, pendant la période la plus sombre de la crise des années 80 (1982-1983). Ces importations se sont partiellement redressées ces dernières années, atteignant 180 et 150 unités par an, en 1986 et 1987, respectivement.

Enfin, il conviendrait d'observer qu'étant donné l'expansion de l'industrie locale, les importations de pièces et d'éléments ont joué un rôle beaucoup plus important au Brésil que dans le reste de la région. Tandis que dans le premier pays, elles représentent 38 % du total des importations de machines-outils, elles ne constituent qu'un quart du total des importations dans le reste de l'Amérique latine (estimation fondée sur Chudnovsky, 1990).

Tableau 24

Machine-outil : Balance commerciale pour les pays de l'ALADI, 1980-1987  
(en millions de dollars EU)

PAYS	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988	
	EXPORT.	IMPORT.																
COLOMBIE	4,0	33,3	3,5	35,2	1,9	27,1	1,2	20,0	0,4	21,8	0,5	12,9	0,5	14,1	n.c.	19,9	n.c.	n.c.
EQUATEUR	-	15,5	-	14,5	0,5	12,3	-	10,1	0,2	5,3	-	n.c.	-	n.c.	n.c.	8,8	n.c.	n.c.
PEROU	0,9	16,1	0,2	19,8	0,1	21,0	-	9,0	0,1	4,4	-	3,6	-	7,9	n.c.	8,1	n.c.	n.c.
URUGUAY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	0,7	-	-	-	-	-	-
VENEZUELA	-	-	-	-	-	88,7	0,4	35,0	-	44,0	-	54,3	-	-	n.c.	68,1	n.c.	n.c.
BOLIVIE	-	2,1	-	2,3	-	1,2	-	2,2	-	n.c.	-	n.c.	-	-	n.c.	1,5	n.c.	n.c.
ARGENTINE	28,0	94,1	17,1	69,6	9,0	39,2	3,3	20,5	3,0	22,5	3,7	31,3	4,7	16,4	15,9	38,3	32,6	44,6
BRESIL (1)	71,5	17,5	73,9	123,6	20,8	85,2	24,1	44,2	20,2	39,9	28,0	40,4	26,3	65,1	24,4	113,6	40,0	163,7
MEXIQUE (2)	n.c.	406,2	4,0	508,2	2,0	328,7	2,0	189,6	n.c.	178,2	3,0	148,1	1,0	177,2	n.c.	126,4	n.c.	n.c.
ALADI (2)	104,5	859,3	94,9	869,2	32,6	628	29,2	322,8	24,7	311,2	32,3	280,9	31,5	345,6	40,4	410,7	n.c.	n.c.

1) Données de ABIMAQ-SINDMAQ (1989).

2) Chiffres d'importation - de Chudnovsky (1990), exportations de Humbert (1989).

Source : ONUDI, produits classés selon la CTCI, positions 736, Rev.2.

Comme il ressort du tableau 24, tous les pays d'Amérique latine ont des balances commerciales déficitaires en ce qui concerne les machines-outils, et le rapport importation/exportation a, en général, augmenté au cours de la dernière décennie.

Les exportations régionales sont surtout le fait du Brésil et de l'Argentine. Dans le premier cas, après avoir atteint un montant de 74 millions de dollars des Etats-Unis en 1981, les exportations sont tombées à moins d'un tiers de ce montant en 1987, et ont partiellement repris en 1988, époque à laquelle elles se sont chiffrées à 40 millions de dollars des Etats-Unis. Ce déclin est lié au comportement du marché mexicain, qui a absorbé, en 1980, quelque 60 % des exportations du Brésil et constitue toujours le principal marché extérieur de ce dernier pays. Toutefois, Chudnovsky (1990) signale que les pilonneuses, qui représentaient une part importante des exportations brésiliennes vers le Mexique en 1987, ne figurent pas dans les statistiques d'importations de ce dernier pays. C'est pourquoi la participation brésilienne aux importations mexicaines, comme il ressort des tableaux 19 et 20, est probablement sous-estimée.

Si l'on en juge par la valeur moyenne des machines qui sont fabriquées localement et exportées ensuite (ainsi que le révèle le tableau 23), les exportations brésiliennes ont porté essentiellement sur des machines relativement bon marché par rapport aux prix moyens de l'industrie, ce qui donne à penser qu'il s'agit de modèles relativement simples, constatation conforme au poids représenté par les marchés latino-américains en ce qui concerne ces exportations. Cela peut cependant signifier que les faibles prix d'exportation sont subventionnés par des prix internes élevés, aspect qui nécessite de plus amples recherches.

Par ailleurs, il conviendrait de noter que plus de la moitié du total des exportations de machines-outils fabriquées par le Brésil est composée de machines opérant par déformation du métal, secteur dans lequel le progrès technique est moins prononcé que dans celui des machines opérant par enlèvement de matière, ce qui tend à confirmer la suggestion faite ci-dessus. Nous aimerions insister sur le fait que même si l'industrie brésilienne de la machine-outil a un très faible coefficient d'exportation (à peu près 8 % de la production), le coefficient relatif au secteur chargé de la production de machines opérant par déformation du métal a atteint un niveau international en 1988 : 42 % de la production totale (voir tableau 22). Nous pouvons aussi supposer que la valeur unitaire plus élevée des exportations de machines opérant par déformation du métal par rapport aux machines opérant par enlèvement de matière indique que les exportations des premières portent sur des modèles un peu plus complexes.

D'après Chudnovsky (1990), une étude des différents produits révèle que parmi les machines-outils opérant par déformation du métal, les pilonneuses occupent une place à part, tandis que parmi les machines opérant par enlèvement de matière, ce sont les tours parallèles qui dominent.

Comme on l'a déjà indiqué, les prix des pièces détachées et des éléments, au Brésil, sont sensiblement plus élevés que ceux pratiqués sur le marché international, surtout en ce qui concerne les pièces utilisées dans les machines plus complexes. En outre, il faut ajouter les coûts inhérents à une formation en entreprise que les sociétés doivent assurer aux ouvriers spécialisés, tant au niveau intermédiaire que supérieur, alors que ces coûts dans d'autres pays ne sont que partiellement absorbés par les fabricants.

Face à l'évolution profonde de la base technique de l'industrie de la machine-outil au niveau international, qui a entraîné un relèvement des normes minimales de recherche-développement et donné plus d'importance aux économies d'échelle statique et dynamique, les produits brésiliens éprouveront vraisemblablement des difficultés croissantes à pénétrer sur des marchés plus élaborés que ceux d'Amérique latine, à moins qu'un sérieux effort de rationalisation ne soit fait dans le secteur et que des investissements importants soient consentis, tant pour la formation de la main-d'oeuvre que pour la mise au point des procédures de recherche-développement. Cela impliquera une participation gouvernementale intense, en étroite association avec les fabricants et leurs fournisseurs respectifs. Une augmentation du coefficient d'importation du secteur pour accroître la compétitivité des exportations brésiliennes est un élément important de cette politique, à condition qu'elle puisse être associée à des mesures visant à promouvoir le potentiel technique et industriel.

Bien que les exportations argentines aient enregistré une baisse brutale au cours des années 80 (tombant de 28 millions de dollars des Etats-Unis en 1980 à 4,7 millions de dollars des Etats-Unis en 1986) reflétant à la fois une crise interne et l'effondrement mexicain, les montants enregistrés au début de la décennie ont traduit un redressement et ont même dépassé les chiffres précédents, en 1987, année au cours de laquelle ils ont atteint 38 millions de dollars des Etats-Unis (voir tableau 24).

En Argentine, contrairement à ce qui se passe au Brésil, les exportations ont acquis une importance considérable récemment, surtout dans le cas des machines plus complexes. Alors qu'elles représentaient 14 % de la production nationale en 1986, les exportations constituaient les deux tiers de celle-ci en 1988. Les principaux produits exportés sont les tours à commande numérique qui, à eux seuls, ont constitué 30 % des exportations en 1988, année au cours de laquelle l'Argentine a exporté 85 % de sa fabrication de tours (Chudnovsky, 1990. Voir également tableau 14).

Au premier abord, ce comportement des exportations de produits relativement perfectionnés semble quelque peu surprenant. Une étude récente de Chudnovsky et Groisman (1987) a révélé que les prix des machines-outils à commande numérique fabriquées par l'Argentine étaient sensiblement plus élevés que ceux des concurrents au Japon, en Corée du Sud et à Taïwan sur le marché américain (deux à trois fois plus élevés). Les économies d'échelle réalisées par ces derniers pays ont été désignées comme le facteur déterminant de cette différence de prix, même si en Argentine, les moteurs et tous les composants électroniques des machines-outils sont importés, représentant ainsi un quart à un tiers des coûts de production.

Par contre, la même étude a signalé que les machines plus simples fabriquées en Argentine sont bien placées pour soutenir la concurrence du point de vue prix avec des machines similaires fabriquées dans des pays avancés, bien qu'elles éprouvent encore quelques difficultés à soutenir la concurrence avec les produits fabriqués en Asie du Sud-Est.

Ce paradoxe apparent est résolu avec l'accord d'intégration entre le Brésil et l'Argentine, déjà mentionné. De fait, en 1988, le Brésil a absorbé les trois-quarts ou presque des exportations de machines-outils argentines, et plus de 90 % des tours à commande numérique de ce pays. Comme l'a étudié Erber (1989), en plus grand détail, les tours argentins sont plus simples et sensiblement moins chers que les brésiliens, même s'ils sont équipés d'armoires à commande numérique brésiliennes.

Comme l'a signalé Chudnovsky (1990), mis à part les tours à commande numérique, les exportations argentines de machines-outils sont essentiellement composées de tours automatiques et parallèles, de fraiseuses, de presses excentrées, et de meuleuses. Exception faite de ces dernières, le marché brésilien absorbe des quantités allant des deux-tiers aux trois-quarts des exportations en provenance d'Argentine.

D'autres pays latino-américains absorbent le reste des exportations argentines, le Chili étant le deuxième acheteur par ordre d'importance pour les tours à commande numérique (ibid.).

Les petites exportations des autres pays de la région (voir tableau 24), semblent avoir un caractère sporadique et conformément au niveau de développement de leurs industries respectives, semblent être principalement composées de produits très simples.

Cette analyse de l'évolution des importations de machines-outils dans les pays latino-américains met en relief l'isolement croissant de la région, par rapport à l'industrie internationale. Etant donné que l'essentiel des exportations latino-américaines a un caractère intrarégional, cet isolement tend à se perpétuer et à créer un cercle vicieux, l'offre et la demande prenant de plus en plus de retard sur le marché international.

Les conséquences de l'accord commercial entre le Brésil et l'Argentine, indubitablement positives, ne peuvent pas être mécaniquement extrapolées au reste de la région, parce qu'aucun autre pays de cette dernière ne peut faire état d'une tradition de l'industrie de la machine similaire à celle de l'Argentine, qui a permis à l'industrie de la machine-outil de ce dernier pays de trouver un débouché pour ses produits sur le marché brésilien et de l'exploiter au maximum. Comme on l'a déjà examiné dans cet ouvrage, l'accord en lui-même doit être élargi, afin qu'il puisse éventuellement exercer une incidence sensible sur la restructuration de l'industrie de la machine-outil de ces deux pays.

Quoi qu'il en soit, les possibilités de coopération non encore explorées entre les différents pays de la région sont multiples. Etant donné l'importance relative de l'industrie brésilienne de la machine-outil et son grand dynamisme, et malgré l'actuel contexte de récession, la position adoptée par le Brésil en ce qui concerne la coopération régionale a un caractère décisif. Dans ce sens, les résultats satisfaisants de l'Accord et aussi ces lacunes peuvent être instructifs en ce qui concerne la démarche à adopter.

REFERENCES

ABIMAO (1989) - "Brasil 1986-1988, Máquinas ferramenta para trabalhar metais e carbonetos metálicos", in Pesquisa Industrial, ano 12, N° 12, Sao Paulo.

Chaponnière, J.R. (1990) - "The World machine tool industry: technological trends and their implications for developing countries", ONUDI, Vienne, polycopie.

Chudnovsky, D. (1990) - "La demanda y la oferta de máquinas herramientas en America Latina. Possibilidades y politicas para impulsar proyectos de producción conjunta", Informe SELA, Caracas.

Chudnovsky, D. (1988) - "The diffusion and production of numerically controlled machine tools with special reference to Argentina", in World Development, Vol. 16, N° 6.

Chudnovsky, D. and Groisman, S. (1987) - "La industria Argentina de máquinas herramientas para el trabajo de los metales: situation actual, contexto internacional y recomendaciones de politica", Secretaria de Industria y Comercio Exterior, Buenos Aires, polycopie.

Erber (1989) - "The electronics complex and industrial automation: a comparison between Argentina and Brazil", ONUDI, polycopie.

Fajnzylber, F. (1983) - "La industrialización trunca de America Latina", Editorial Nueva Imagen, Mexique.

FEDEMETAL (1988) - "Las nuevas tecnologias de base microelectronica: analisis global e impactos de su incoporación (MHCN/CAD) al sector metalmeccanico de Colombia", Bogota, polycopie.

Fleury, A. (1988) - "The impacts of microelectronics on employment and income, in the Brazilian metal-engineering industry", OIT World Employment Programme Research, WP 188, Genève, polycopie.

Gonzalez Roda, J. (1990) - "La industria de máquina herramienta y la difusión de cotrol numerico en el Peru y Bolivia", Cochabamba, polycopie.

Humbert, M. (1989) - "La machine-outil au Mexique", ONUDI, Vienne, polycopie.

Kaplinsky, R. (1984) - Automation: the technology and society, Longmans, Londres.

Laplane, M. (1988) - "Competitive assessment of Brazilian industrial robots and computer numerical control industries", in Piragibe, C., Electronics industry in Brazil: current status, perspectives and policy options, CPCT/CNPQ, Brasilia, polycopie.

Laplane, M. (1989) - "Setor de máquinas ferramenta: diagnóstico da situação actual", UNICAMP, Campinas, Rio.

Leite, E., Caruso, L., and Yvamoto, N. (1984) - "Automação na indústria: subsidios à pesquisa", SENAI, Sao Paulo, polycopie.

Sá, E. (1989) - "Automação industrial, um suporte à competitividade", BNDES, Rio de Janeiro, polycopie.

SEI (1989) - "Panorama do setor de informática", Brasília.

SOBRACON (1989) - "Vendas 1988/Previsão 1989", in Boletim SOBRACON, N° 42, Sao Paulo.

Tauile, J.R. (1984) - "Microelectronics, automation and economic development: the case of NCMTs in Brazil", PhD thesis, New School for Social Research, New York.

Tauile, J.R. (1987) - "Automação e competitividade, uma avaliação das tendências no Brasil", Texto para discussão N° 111, Instituto de Economia Industrial/UFRJ, Rio de Janeiro.

ABREVIATIONS

AAFMA	Asociación Argentina de Fabricantes de Máquinas Herramientas y Accesorios
ABIMAQ	Associação Brasileira da Industria de Máquinas e Equipamentos
BNDIS	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
FEDEMETAL	Federación Colombiana de Industrias Metalurgicas
FINAME	Financiadora de Máquinas e Equipamentos
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
NAFINSA	Nacional Financiera
SEI	Secretaria Especial de Informática
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizado Industrial
SOBRACON	Sociedade Brasileira de Contando Numérico