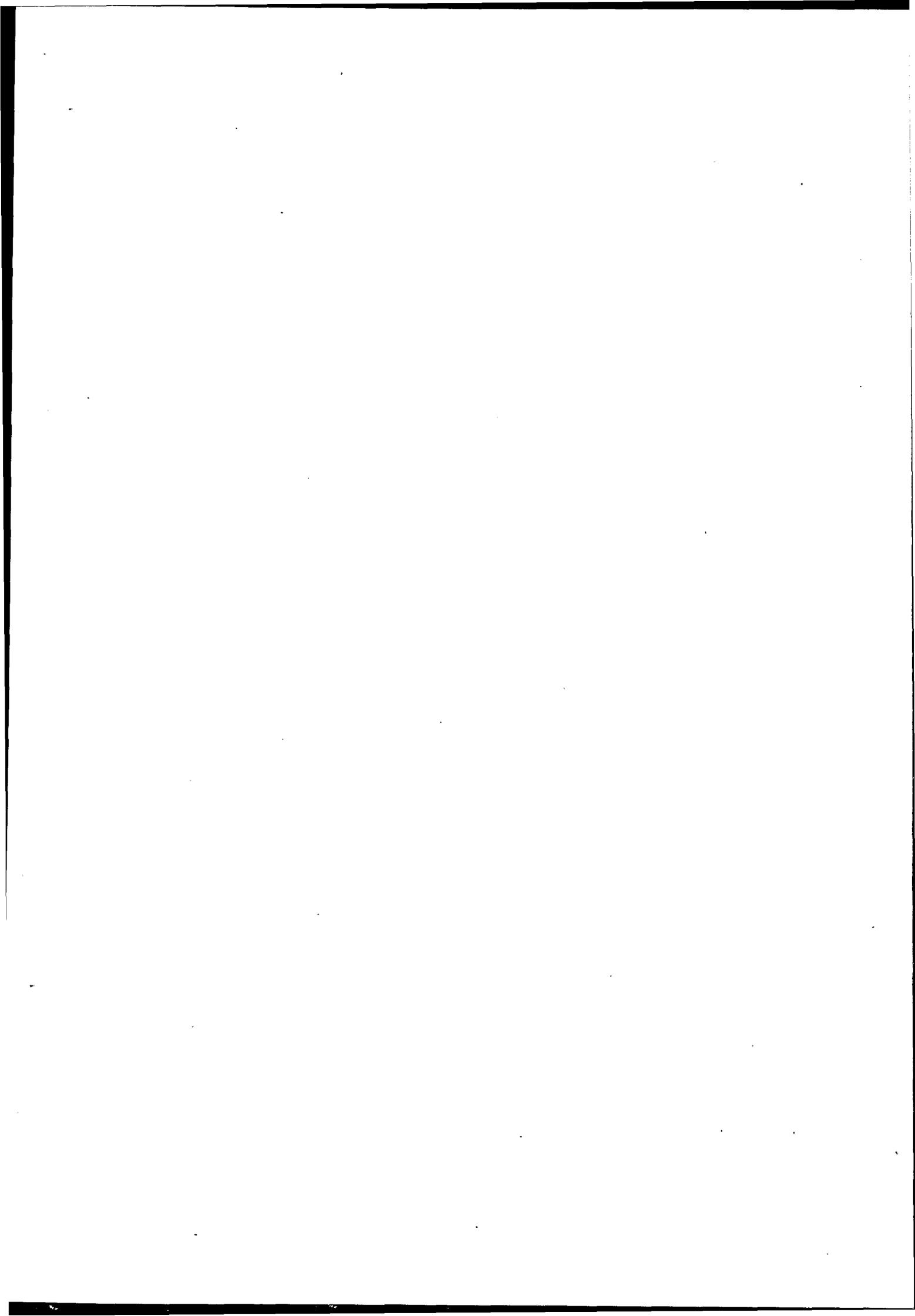


**STRATEGIE D'INDUSTRIALISATION
ET
INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES :**

LE CAS DU MEXIQUE.

Odile CASTEL
GERDIC-CNRS



Face à la crise économique de 1982, les pouvoirs publics mexicains ont défini une nouvelle stratégie d'industrialisation qu'ils nomment le "changement structurel". Les réformes prévues, dans la stratégie de "changement structurel", pour l'appareil de production et de distribution, devront permettre aux entreprises d'affronter la concurrence étrangère, par l'intégration accélérée de méthodes modernes de production qui prévalent dans le contexte international. *"Cela implique une stratégie qui, de manière intégrale, donne une réponse aux problèmes principaux et aux obstacles structurels qui ont accompagné le développement mexicain"*(1).

Vu dans cette perspective, la stratégie de "changement structurel" doit donner des solutions qui dépassent les vieux schémas et les alternatives qui ont accompagné les débats sur l'industrialisation dans les pays en développement. L'accent est mis sur les développements technologiques et les innovations qui sont les sources du changement structurel dans l'appareil de production nationale. Cette prise de conscience de l'importance des nouvelles technologies a-t-elle débouché sur des réalisations concrètes ?

Dans un premier temps nous étudierons la prise en compte de la technologie dans la stratégie de "changement structurel", et dans un deuxième temps les réalisations en matière d'innovations technologiques au Mexique.

D) : La technologie dans la stratégie de "changement structurel".

Le Programme National de Développement Industriel et du Commerce Extérieur (PRONAFICE), qui est le document de base de la stratégie de "changement structurel", fait le constat suivant : l'économie nationale souffre de problèmes structurels, parmi lesquels il distingue le caractère dépendant et insuffisant du développement technologique dans le pays.

L'appareil productif mexicain n'a pas été capable d'engendrer une dynamique technologique propre, dans laquelle les efforts de recherche et de développement se font en fonction des besoins de l'industrie. Alors que ces besoins sont normalement à l'origine de l'innovation technologique dans la production. De plus l'industrie mexicaine n'a pas profité de la croissance (bien que limitée) des investissements en recherche-développement. Aussi, *"le changement structurel doit promouvoir le progrès technique par la recherche d'interactions effectives et articulées entre les efforts de recherche-développement et les nécessités spécifiques de l'appareil productif"*(2).

1. R.VILLARREAL "Hacia el cambio estructural en la industria y el comercio exterior de México", dans I.MINIAN "Industrias nuevas y estrategias de desarrollo en América Latina", Libros del CIDE, Mexique, 1986, page 238.

2. Idem R.VILLARREAL, page 241.

Les auteurs du Programme National de Développement Industriel et du Commerce Extérieur (PRONAFICE) ont réalisé une analyse par branche industrielle. Cette analyse leur a permis de distinguer trois niveaux différents de complexité technologique en fonction des branches industrielles : les technologies traditionnelles, les technologies nouvelles, et les technologies de pointe. La stratégie de "changement structurel" comprend trois orientations se référant aux différents niveaux de complexité technologique. L'objectif, pour les technologies traditionnelles (utilisées en général dans les processus productifs peu complexes et intensifs en main-d'oeuvre) est leur diffusion de manière extensive dans le système socio-économique. Pour les technologies nouvelles, la stratégie de "changement structurel" prévoit de les incorporer de manière dynamique, afin d'élever la productivité et la compétitivité des entreprises, particulièrement dans les activités exportatrices. *"Cette assimilation technologique devra être réalisée par un processus d'imitation, dans la certitude qu'il engendrera un processus propre d'innovation technologique"*(3). Pour les technologies de pointe appliquées à quelques activités, dans lesquelles le processus de substitution aux importations reste à approfondir, les pouvoirs publics doivent être en mesure de mener une politique suffisamment offensive, pour éviter une aggravation du retard technologique. *"L'électronique industrielle, l'informatique et les télécommunications étroitement liées en elles sont d'une importance particulière dans cet effort innovateur qui doit réduire le retard technologique"*(4)

Suivant le Programme de Développement Industriel et du Commerce Extérieur (PRONAFICE), ces trois orientations du développement technologique national doivent entraîner, à long terme, une modification des caractéristiques des branches industrielles dans le pays. Les branches industrielles à technologie de pointes et en processus de substitution aux importations deviendront endogènes au système socio-économique puisque les produits à technologie de pointe ne seront plus importés mais produits dans le pays.

Les branches à technologies traditionnelles en assimilant les nouvelles technologies pourront se convertir en branches exportatrices puisque par cette assimilation elle deviendront compétitive au niveau mondial.

La nouvelle stratégie d'industrialisation doit renforcer le processus de substitution aux importations dans les produits à technologie de pointe. Cette substitution aux importations sera financée par une politique de promotion d'exportations en faveur des branches industrielles à technologie traditionnelle qui auront assimilé les nouvelles technologies. Ces deux orientations principales seront rendues possible par un développement technologique dans le système socio-économique qui répondra aux besoins de l'industrie.

Si la stratégie de "changement structurel" prend effectivement en compte les innovations technologiques, sa mise en oeuvre, depuis 1983, diffère sensiblement des orientations définies dans le Programme de Développement Industriel et du Commerce Extérieur.

3. Idem R.VILLARREAL, page 241.

4. Idem R.VILLARREAL, page 245.

II). Les réalisations en matière d'innovations technologiques.

L'exemple le plus significatif de réalisation en matière d'innovations technologiques est l'entrée effective du Mexique dans la production de produits de la mécatronique. Cette réalisation a nécessité l'acquisition de la maîtrise technologique par les acteurs nationaux. La maîtrise de la technologie peut être acquise par un processus interne propre tel qu'il s'est réalisé pour la maîtrise de la technologie et la fabrication d'instruments et d'appareils de contrôle au Mexique.

Les instruments et les appareils de contrôle électroniques sont utilisés, au Mexique, essentiellement par l'industrie para-publicue : PEMEX (Pétrole du Mexique), CFE (Commission Fédérale d'Electricité), pétrochimie de base, qui importent 90% de leurs besoins, ce qui représente un marché attractif par sa croissance continue (5). Il existe donc un marché potentiel qui peut permettre le développement de l'électronique industrielle.

Tant du point de vue de l'offre que de la demande, les capacités technologiques pour la mécatronique sont concentrées dans le secteur industriel para-public. Du côté de l'offre, il existe les principaux centres de recherche du pays comme l'Institut de Recherche Electrique (IIE) et l'Institut mexicain des pétroles, chacun d'eux possède des spécificités et des aires d'application différentes. Du côté de la demande, les entreprises productives du secteur comptent sur la capacité d'ingénierie nécessaire pour les essais de prototypes (6). D'autre part, depuis 1976, l'Institut de Recherche Electrique (IIE) de Cuernavaca mène des recherches sur la conception d'instruments et d'appareils de contrôle des processus de production. Ces recherches ont abouti en 1979 sur la mise au point de prototypes. Il s'agit de systèmes d'instruments, d'appareils de contrôle et d'automatisation des processus nécessaires aux secteurs de l'électricité et de la pétrochimie.

A partir de ces innovations technologiques spécifiques effectuées par l'Institut, le Ministère à l'Energie, aux Mines et aux Entreprises Para-publicues (SEMIP) a réalisé des études de faisabilité pour la production de ces équipements. Ces études ont débouché sur la création de trois nouvelles entreprises SIMEX, SIDETEC et SINTEC.

III. La création de SIMEX, SIDETEC et SINTEC.

La première étude fut le projet pour l'intégration de systèmes d'instruments, d'appareils de contrôle et d'automatisation des processus. A la fin de 1979, l'IIE (Institut de Recherche Electrique) proposa l'idée d'intégrer commercialement au Mexique, ces systèmes nécessaires au secteur électrique. Avec le SEMIP (Ministère à l'Energie, aux Mines et aux Entreprises Para-publicues), une évaluation du projet fut effectuée en termes généraux, et sur les modalités les plus importantes. Le SEMIP donna des recommandations pour promouvoir le projet sur la base d'une co-participation avec le secteur privé national, pour faciliter l'accès à de nouvelles opportunités qui s'ouvrent dans les domaines où la technologie constitue une barrière à l'entrée, et qui jouent un rôle clef dans le développement industriel du pays. Une fois confirmée la viabilité du projet, un compromis fut passé entre le gouvernement représenté par le

5. J.FALBARRAN "Electrónica industrial : estrategias y desarrollo", Bulletin de IIE, janvier-février 1984, vol 8, n°1, Mexique, pages 5-16.

6. C.CARRILLO et M.GOUDINOFF "Imagen objetivo, escenarios de largo plazo e imagen objetivo del sector electrónico", SEMIP, février 1985, Mexique, page 27.

SEMIP et le groupe industriel de Ingenieros Civiles Asociados S.A. (ICA) pour créer une entreprise nouvelle : SIMEX (7).

En juin 1984, SIMEX commença à opérer avec un capital de 90 millions de pesos. La participation des pouvoirs publics est de 49% et celle du groupe ICA de 51%. L'objectif de SIMEX est d'intégrer des systèmes d'instruments et d'appareils de contrôle industriel. Ses produits sont les systèmes d'instruments, les appareils de contrôle et d'automatisation des processus, les systèmes d'acquisition des données, les systèmes de contrôle logique et les systèmes distribués. L'intégration nationale de ses produits est en moyenne de 55% sans l'ingénierie et de 70% avec l'ingénierie. Le transfert de technologie par l'IIIE s'est réalisé par le transfert des connaissances techniques et de recherche de l'institut. De plus, quatre personnes de l'institut ont été embauchées par SIMEX.

Les avantages de SIMEX sur le marché sont le bas coût d'ingénierie. Pour Siemens qui produit des biens identiques, un ingénieur allemand coûte deux fois plus cher qu'un ingénieur mexicain. Ainsi, Siemens est intéressée par le software développé par SIMEX. Les désavantages sont le manque de réputation, d'image de marque et de tradition à l'exportation. Pour les combler, elle pense pouvoir exporter par l'intermédiaire des entreprises étrangères en créant une entreprise en co-investissement pour obtenir une position au niveau international par association. L'entreprise rencontre des problèmes, en raison de l'incertitude du marché due à une absence d'orientations politique de la part des pouvoirs publics. En 1987, elle ne peut pas planifier sur plus d'un an car les entreprises para-publics représentent 100% de son marché. Son objectif est survivre. Survivre sur le marché à la recherche de nouveaux projets qui dépendent de la politique étatique, principal promoteur, mais aussi le principal obstacle. SIMEX cherche une ouverture vers la fabrication d'équipements moins compliqués et adaptables sur micro-ordinateurs, elle s'oriente vers un marché plus large pour ses processus d'acquisition des données (8).

La seconde étude fut le projet pour la production de simulateurs de processus et de produits complémentaires dans le domaine de l'automatisation et de l'analyse des processus. De même, une fois confirmée la viabilité du projet, un compromis se réalisa avec les mêmes acteurs pour la création de SIDETEC (9).

Entre juillet 1985 et Février 1986, l'IIIE a fait la promotion d'un simulateur de vols pour Aero-México. En mars 1986, un contrat avec Azucar SA, par l'intermédiaire de SIMEX fut signé pour un simulateur et un système de contrôle distribué. Enfin, en mai 1986, l'entreprise SIDETEC fut constituée avec un capital de 300 millions de pesos dans lequel les pouvoirs publics détiennent une participation de 49% et le groupe industriel ICA le reste. L'objectif de création de SIDETEC fut le développement de systèmes à technologie de pointe pour augmenter la productivité par la formation, l'automatisation et l'analyse. Les produits fabriqués sont des simulateurs pour l'entraînement d'opérateurs, des systèmes d'enseignement assisté par ordinateurs placés en simulation, des sous-produits applicables au domaine de l'automatisation, le contrôle et les systèmes d'informations en temps réel. L'intégration nationale de ses produits est de 78%. En 1987, le personnel est de 59 personnes dont 40% proviennent de l'IIIE. Il existe

7. SEMIP "Proyecto para la integración de sistemas de instrumentación, control y automatización de proceso" Centre d'évaluation des projets, Mexique, 1984, 67 pages.

8. Entrevue avec P.HERRAN SALVATTI, directeur général de SIMEX, décembre 1986, Mexique.

9. SEMIP "Simuladores : simulación y desarrollo tecnológico : estudio de factibilidad", Centre d'évaluation des projets, Mexique, 1985, 129 pages.

un contrat continu de transfert de technologie avec IIE constitué d'une équipe de travail, de programmes de simulateurs développés par l'IIE et la documentation nécessaire.

La stratégie commerciale se fait selon trois points : la recherche d'opportunités immédiates avec des contrats déjà établis dans l'IIE, à moyen terme la recherche de la consolidation et la diversification des produits, à long terme la recherche à l'exportation. Les avantages sont l'expérience du personnel qui vient de l'IIE, l'appui officiel des pouvoirs publics, la faible concurrence nationale et la capacité de développer des paquets complets de software à bas prix : le coût d'une heure d'ingénieur est cinq fois moins cher qu'aux Etats-Unis. Les désavantages sont le manque d'image de marque sur le marché, la défiance vis-à-vis des développements nationaux. La part des entreprises para-publics sur le marché représente 90% de la demande, les autres clients sont les industries privées : cimenterie, papier et chimie. L'entreprise SIDETEC possède un contrat pour travailler au Venezuela, qu'elle a obtenu après un appel d'offres international. SIDETEC s'est donc montrée compétitive au niveau international grâce au coût faible de l'ingénierie qui lui permet d'avoir un prix relativement plus faible avec plus d'heure d'ingénierie que ses concurrents internationaux. Ainsi, SIDETEC a des avantages de coût qui lui permettent d'affronter la concurrence internationale sur le marché latino-américain (10).

La troisième étude fut le projet pour la production d'équipements de contrôle. Le projet, en juillet 1985, se présentait avec l'objectif de développer la fabrication et la commercialisation d'équipements électroniques utilisés dans la supervision, le contrôle et l'automatisation des processus industriels. Il répond à une proposition additionnelle, qui se réfère à son rôle comme fournisseur d'équipements pour les futures entreprises SIMEX et SIDETEC, ce qui permettra une intégration nationale de l'industrie. De même, un compromis entre les mêmes acteurs permis la création de l'entreprise SINTEC (11).

L'entreprise SINTEC fut créée en mai 1986 avec un capital de 250 millions de pesos, la participation des pouvoirs publics est de 49% et celle du groupe ICA de 51%. Elle produit des unités d'entrée et de sortie, des enregistreurs de données, des unités terminales "remotas" et des "diagnostiqueurs". L'accent a été mis sur le software et elle importe le hardware, ainsi 30% des composants qui lui sont nécessaires sont importés principalement des Etats-Unis. Le transfert de technologie s'est réalisé avec l'IIE pour les connaissances techniques et quatre personnes de l'institut travaillent, aujourd'hui, pour l'entreprise. Son marché est constitué entièrement par le secteur para-public. La stratégie future envisagée est une intégration horizontale de la production. Les avantages de compétitivité de SINTEC est aussi le faible coût d'une heure d'ingénieur au Mexique.

La mission principale de SINTEC est de fournir les équipements pour SIMEX et SIDETEC avec qui elle doit être complémentaire pour consolider et optimiser l'exploitation intégrale à l'échelle industrielle de la technologie développée par l'IIE dans le domaine de la mécatronique. Elle prétend minimiser les risques du développement technologique particulièrement rapide dans les composants, en centrant ses efforts dans la capacité déjà développée d'ingénierie d'application, d'essais et de produits, de sorte qu'elle puisse se maintenir

10. Entrevue avec H.MARTINEZ CARRANZA, directeur de SIDETEC, décembre 1986, Mexique.

11. SEMP "Proyecto para el diseño y manufactureras de equipos electrónicos : estudio de factibilidad" Centre d'évaluation des projets, Mexique, 1985, 145 pages.

au niveau du savoir-faire mondial. Pour cela, la collaboration prévue entre l'IIIE et les trois entreprises permettra d'assurer des échanges systématiques, tant du côté des applications et du marché que du côté des changements technologiques (12).

Toute stratégie d'industrielle d'entrée dans une nouvelle production ne peut être que le résultat du comportement de l'ensemble des acteurs du système socio-économique. La création de SIMEX, SIDETEC et SINTEC est un exemple de relations de coopération qui peuvent exister entre les pouvoirs publics, un institut de recherche et un groupe industriel privé, dans le but de développer, dans le pays la production d'équipements de haute technologie.

Il existe des relations de coopération entre ces trois nouvelles entreprises qui sont facilitées car elles possèdent les mêmes actionnaires. SIDETEC est la plus académique, elle poursuit le développement technologique nécessaire pour elle-même, mais aussi pour les deux autres firmes. SIMEX achète la technologie à SIDETEC et les équipements à SINTEC qu'elle utilise pour sa propre production. La création de ces trois firmes est une réelle entrée de l'appareil productif mexicain dans la production de produits de la branche mondiale de la mécatronique, avec la recherche d'une certaine intégration horizontale et verticale au niveau national dans la production d'équipements électroniques industriels.

Le point principal qui a permis à ces trois firmes de voir le jour est le faible coût d'une heure d'ingénierie au Mexique. Il est égal au cinquième d'une heure d'ingénierie étasunienne. Pour cette raison, l'accent a été mis sur les équipements dans lesquels la part de software est la plus importante (70% du coût des équipements en moyenne). Il permet la prise en charge sans problème du coût de conception de l'équipement dans le cycle de vie du produit et facilite l'apprentissage. Le faible coût d'ingénierie a permis une qualité équivalente à celle des entreprises étrangères, par la possibilité d'utiliser plus d'heures d'ingénierie à coût inférieur pour la conception des équipements, ce qui a compensé le manque de savoir-faire.

L'entrée du Mexique dans la production d'équipements de l'électronique industrielle ne s'est pas réalisée en un jour, ce fut la conséquence d'un long processus à développement technologique qui s'étale sur une dizaine d'années. L'entrée dans une production nouvelle de produits à technologie de pointe est un processus de long terme. Les pouvoirs publics doivent donc définir des projets à long terme en donnant les moyens aux acteurs nationaux d'acquérir la maîtrise technologique nécessaire.

12. Entrevue avec A.GUARDA AURAS, directeur de SINTEC, décembre 1987, Mexique.

CONCLUSION

Comme nous l'avons vu la stratégie de "changement structurel" prévoit effectivement la poursuite d'un processus de substitution aux importations pour les produits à technologie de pointe. Cependant, depuis 1979, à notre connaissance, aucun autre projet, à par la création de SIMEX, de SIDETEC et de SINTEC, n'a été mis en oeuvre. De plus, des programmes prévus tel celui pour le développement intégral de l'industrie électronique n'ont pas vu le jour.

Par ailleurs, le programme de développement de la production d'équipements informatiques mis en oeuvre en 1981 a été modifié en permettant l'investissement direct étranger majoritaire dans la production d'équipements informatiques, en acceptant une intégration nationale dans cette production plus faible et en facilitant par l'ouverture commerciale l'importation d'un nombre de plus en plus important de composants. L'intégration nationale des produits informatiques devait être en 1981 de 75%, elle n'est en 1988 que de 25%.⁽¹³⁾ Il faut reconnaître que ce programme a permis un développement important de la production d'équipements informatiques par des entreprises mexicaines ou de co-investissement.

Cependant, ce programme ainsi que les projets de fabrication de produits de la mécatronique ont été mis en oeuvre avant la définition de la stratégie de "changement structurel". Depuis 1983, aucun programme de développement industriel de produits à technologie de pointe et aucun projet d'innovations technologiques n'ont été mis en oeuvre sur des fonds publics, alors que l'initiative privée se trouve limitée par les fuites de capitaux du pays depuis la crise économique. Même, s'il existe de nombreuses innovations technologiques réalisées dans des instituts de recherche, celles-ci ne donnent pas lieu à des applications industrielles, en raison de l'absence de liaisons entre la recherche et l'industrie. La poursuite de l'industrialisation au Mexique nécessite que la stratégie de "changement structurel" soit réellement mise en oeuvre.

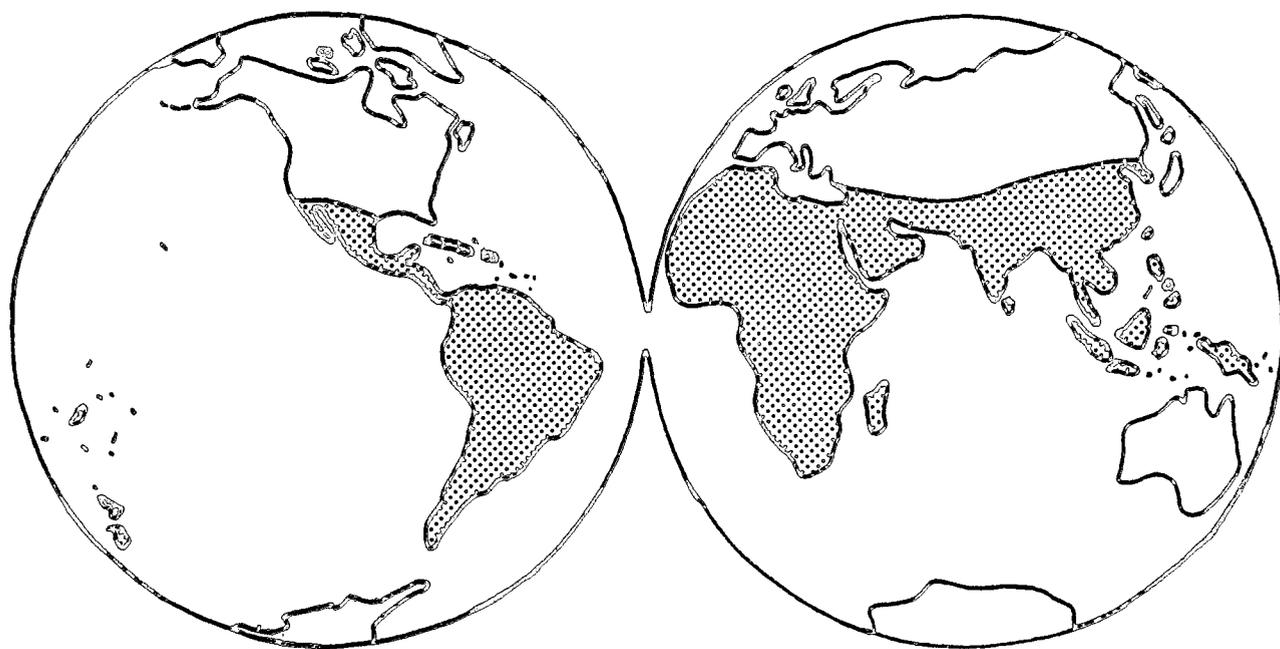
13. R. ZERMEÑO "La industria de cómputo en México : situación actual y perspectivas", SECOFI, Mexique, septembre 1988, 14 pages.

ISSN 0768-9993

CAHIERS
d'Economie Mondiale

VOLUME 3

N°2 JUILLET - DECEMBRE 1989



GERDIC Centre de Développement - UNIVERSITÉ DE RENNES 1

GEI UA CNRS N°1240

