

Institut de l'entreprise

**Rapport d'activité
du groupe de réflexion
sur la technologie**

Jean-Pierre CAUSSE
Claude FUCHS

Mai 1980

S O M M A I R E

	<u>page</u>
LISTE DES MEMBRES	
INTRODUCTION	1
<u>PARTIE I : TECHNOLOGIE ET EMPLOI</u>	5
<u>PARTIE II : PROBLEMES POSES PAR LA GESTION DE LA TECHNOLOGIE</u>	17
CHAPITRE 1 - LA PREVISION TECHNOLOGIQUE	18
CHAPITRE 2 - LES REACTIONS DE LA SOCIETE AU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE	28
CHAPITRE 3 - LA FONCTION D'INNOVATION TECHNOLOGIQUE DANS L'ENTREPRISE	39
CHAPITRE 4 - INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET REDEPLOIEMENT INDUSTRIEL (recommandations pour la Commission DALLE)	58
<u>PARTIE III : THEMES TECHNOLOGIQUE SECTORIELS</u>	64
CHAPITRE 1 - LE PHENOMENE "MICRO-PROCESSEURS"	65
CHAPITRE 2 - LES ENERGIES RENOUVELABLES	74
CHAPITRE 3 - LES BIO-TECHNOLOGIES ET LEURS PERSPECTIVES INDUSTRIELLES	84
CHAPITRE 4 - REDEPLOIEMENT DANS L'INDUSTRIE TEXTILE ET ROLE DE L'INSTITUT TEXTILE DE FRANCE	104

LISTE DES PERSONNES AYANT PARTICIPE AUX TRAVAUX DU GROUPE

<u>Président</u> : M. Jean-Pierre CAUSSE (2ème phase)	SAINT-GOBAIN-PONT-A-MOUSSON
<u>Rapporteurs</u> : M. Henri ANGLES d'AURIAC (pour la 1ère phase)	THOMSON
M. Claude FUCHS (pour la 2ème phase)	THOMSON
<u>Membres</u>	
MM. Christian ALLAIS	Institut de l'Entreprise
Michel BARRAULT	Mouvement Universel de la Responsabilité Scientifique (M.U.R.S.)
Jean BOUNINE	NOVACTION
Mle. Josette BLANCHERIE	Association pour l'Emploi des Cadres (A.P.E.C.)
MM. Marcel H. BOISOT	MB CONSULT
Jacques BOUSQUET	Institut de l'Entreprise
Jacques BRIL	PECHINEY UGINE KUHLMANN
Alain COTTA (1)	Université Paris IX Dauphine
Pierre CHAVANCE	COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE
rempl. Denis DOUILLET	}
Bernard DELAPALME (1)	ELF-AQUITAINE
Claude DUCOT	LEP/PHILIPS
Michel DRANCOURT	Institut de l'Entreprise
Roger GROLLEAU	Groupe des Banques Populaires
Georges GUERON	Société Internationale des Conseillers de Synthèse (S.I.C.S.)
Alain GUY	LAFARGE
rempl. Claude DANIEL	}
Felix LEFEVRE (1)	AIR LIQUIDE
Jean-Daniel LE FRANC	Commissariat Général au Plan
Michel LELONG	ROUSSEL-UCLAF
Denis MARCÉ	Institut Textile de France (I.T.F.)
Guy MATHIEU	EUREQUIP
Yves SAULNIER	TELEMECANIQUE/NUM S.A.
Nicolas THIERY (1)	ARMAND THIERY & SIGRAND
André TEISSIER du CROS	I.D. CONSEIL

(1) Personnes n'ayant participé qu'à la première phase de travail du Groupe.

INTRODUCTION

En Juillet 1977, un groupe de réflexion sur "l'évolution et les effets des technologies nouvelles" a été créé par l'Institut de l'Entreprise, sous la Présidence de M. Pierre AIGRAIN.

Ce groupe avait décidé de consacrer sa première phase de réflexion au problème de l'"impact de la Technologie sur le problème de l'Emploi". Une des préoccupations dominantes lors de la constitution de ce groupe était d'apporter des réponses positives à tout un mouvement de critiques et de mises en accusation, dirigé contre la "Technologie" et l'Industrie.

En tête de ces critiques figurait celle accusant le développement technologique d'être générateur d'un chômage croissant, dans un monde industriel à croissance très ralentie, sinon nulle. C'est pourquoi le groupe a entrepris, dans une première étape, d'apporter des éléments de réponse à ce grave problème.

Malheureusement, le groupe n'a pu mener cette tâche à son terme par suite de diverses circonstances, en particulier la nomination de M. AIGRAIN au Gouvernement.

En Mai 1978, M. Jean-Pierre CAUSSE a succédé à M. Pierre AIGRAIN à la présidence du groupe. A cette occasion, le groupe a décidé de laisser de côté, pour un certain temps, le thème "Technologie et Emploi" en attendant que des travaux à caractère plus général entrepris par l'"Institut de l'Entreprise", sur le problème de l'Emploi, aient été menés à bien. Il s'agissait principalement du groupe de travail présidé par M. Georges ROQUES sur le thème "Les nouvelles approches du problème de l'Emploi", dont les travaux ont fait l'objet d'une présentation à Jouy-en-Josas en Juin 1978, et de la publication d'un ouvrage collectif. (*)

(*) Pour une nouvelle approche de l'emploi. Entreprise moderne d'édition. Coll. Institut de l'Entreprise.

Il est apparu que ces travaux, par ailleurs d'une grande valeur, n'avaient pas accordé au facteur technologique l'importance qui lui revient. C'est pourquoi le groupe "Technologie", tout en suspendant ses réflexions sur le problème de l'Emploi, a projeté d'y revenir pour en approfondir les aspects technologiques dans des compléments ultérieurs.

Le nouvel objectif de travail du groupe a consisté à aborder successivement une série de sujets ou de thèmes assez différents, permettant d'éclairer de façons multiples le problème de la Technologie pour les entreprises.

On peut distinguer en gros trois volets dans cette seconde phase de travail du groupe :

- a) Dans le premier volet, ont été abordés certains problèmes posés par la "gestion de la Technologie" dans le contexte nouveau créé par la crise de l'énergie avec toutes ses conséquences socio-économiques. En particulier, les sujets suivants ont été examinés par le groupe :
- La prévision technologique : une fonction plutôt déficiente en France, et même en Europe, en comparaison des Etats-Unis et du Japon ; alors que ce pourrait être un outil de prospective efficace pour orienter le développement des entreprises.
 - Les réactions "sociétales" au développement technologique : dans certains milieux, la "technologie" est "mise en question" à propos de tout et de rien, et est accusée de nombreux "méfaits". Il en résulte des freins à l'Innovation dans certains domaines où des entreprises risquent de perdre, de ce fait, leur compétitivité. Le groupe a donc fait un travail de réflexion exploratoire sur les mouvements "anti-technologie", avec un double objectif :
 - montrer que, dans la plupart des cas, les avantages l'emportent de loin sur les "méfaits" réels ou supposés ;
 - de nouveaux développements technologiques peuvent ou pourront apporter des remèdes aux "méfaits" réellement constatés.

- La fonction d'innovation technologique dans l'entreprise : les conditions d'un exercice efficace de cette fonction essentielle ont pu être clairement précisées grâce à la contribution d'un expert en la matière : André TEISSIER du CROS.

b) Le second volet de l'activité du groupe a porté sur une série de thèmes technologiques à caractère sectoriel. Jusqu'à maintenant, quatre thèmes ont pu être abordés :

- le phénomène "microprocesseurs" (M. J.P. VASSEUR)
- les bio-technologies (M. J.F. MIQUEL)
- les énergies nouvelles (M. J.P. CAUSSE)
- innovations technologiques dans l'industrie textile (M. D. MARCE)

A côté des trois premiers thèmes à caractère très novateur, dit "porteur d'avenir", le quatrième peut paraître plutôt "traditionnel". Il a été retenu à cause de son caractère particulièrement exemplaire vis-à-vis des autres secteurs traditionnels. En effet, M. MARCE a montré qu'il est possible d'améliorer la pénétration de l'innovation technologique dans le tissu des entreprises textiles françaises malgré leurs difficultés actuelles.

c) Enfin, le troisième volet de l'activité du groupe (qui est venu se greffer un peu en parallèle sur le déroulement des deux autres) a été une contribution aux travaux du projet sur le redéploiement industriel, présidé par M. François DALLE. Dans le cadre de ce projet, cinq commissions ont été constituées, dont une sur l'innovation technologique, qui a coïncidé avec le groupe "Technologie", sous la présidence de M. J.P. CAUSSE, avec l'assistance active de M. A. TEISSIER du CROS. Ce travail, qui n'est d'ailleurs pas encore terminé, a donné lieu à un premier texte de recommandations destiné principalement aux Pouvoirs Publics.

Le présent rapport est organisé en trois parties :

La première partie présente la première phase de travail du groupe, sur le thème "Technologie et Emploi".

La suite du rapport concerne la seconde phase de travail du groupe :

La deuxième partie, sous le titre "problèmes posés par la gestion de la technologie" présente l'essentiel de ce que l'on a appelé le "premier volet" ainsi que le "troisième volet" concernant les recommandations préparées pour la Commission DALLE sur le Redéploiement.

Enfin, la troisième partie du rapport présente les "thèmes technologiques sectoriels" abordés par le groupe.

P A R T I E I



TECHNOLOGIE ET EMPLOI



On trouvera dans ce chapitre une tentative de synthèse des contributions du groupe au problème "Technologie et Emploi" au cours de la première phase de son travail. Ces contributions (particulièrement celles de MM. ANGLES d'AURIAC, DUCOT, LE FRANC, GUERON, GUY, Mlle BLANCHERIE) ne constituaient qu'une première exploration du problème, ne permettant pas d'arriver à des conclusions définitives et complètement argumentées.

Cependant, quelques éléments de conclusion se dégagent de ce premier travail, qu'il eût été dommage de ne pas diffuser. Mais il est clair que l'étude de ce problème devra être reprise et poursuivie dans une étape ultérieure.

EVOLUTION PASSEE ET DIAGNOSTIC DU PRESENT

Dans la plupart des pays développés, et particulièrement en France, la "crise de la Technologie" a précédé la crise de l'Emploi.

Certes, depuis 1945, les progrès scientifiques ont alimenté un développement technique sans précédent, source de l'élévation continue du niveau de vie dans un processus de croissance créant en permanence le "presque plein emploi", et permettant notamment d'absorber l'exode rural, les rapatriés d'Algérie et l'arrivée au travail des jeunes générations plus nombreuses que les anciennes. Parallèlement, ces mêmes développements ont suscité la création d'industries de pointe (Aéronautique, Electronique, Informatique, Nucléaire, etc...) en provoquant la disparition de divers métiers devenus périmés.

En 1968, se sont manifestés les premiers signes d'une "crise de la Technologie", liée à une mise en question de l'économie de croissance quantitative : à la revendication du "plus avoir" assez bien satisfaite dans nos pays développés succédait la quête du "mieux être".

C'est à cette époque que les premiers germes d'une vision négative du développement technologique ont commencé à apparaître çà et là dans les

couches les plus "éclairées" de la conscience collective. Puis, quelques années après, la crise pétrolière venait brutalement contraindre nos économies à vivre, durablement, dans les limites étroites d'une croissance ralentie. D'où un nouveau défi et une nouvelle "mise en question" adressée à la technologie accusée alors d'un nouveau "péché" (inconnu en période de forte croissance), celui d'être générateur de chômage.

Parallèlement aux effets économiques de la crise pétrolière, un autre phénomène important a eu un impact négatif sur l'emploi industriel : la capacité de certaines communautés humaines à produire des objets manufacturés pour un prix très inférieur au nôtre ; ce sont, par exemple, les manufactures d'électronique du Sud-Est Asiatique. Pour compenser la perte de nombreuses activités productives à main d'oeuvre faiblement qualifiée, nous faisons du transfert de technologies, tout en nous efforçant d'appuyer sur l'"accélérateur" du développement technologique pour maintenir notre avantage et accroître nos exportations. D'où des gains de productivité d'ampleur croissante dans certains secteurs, qui ne vont pas sans créer des problèmes d'emploi, dans la mesure où ils prennent place dans une économie à croissance réduite.

Dans l'analyse très rapide qui suit, on indique les grandes lignes d'un argumentaire montrant que la seule issue possible, dans les difficultés actuelles, se trouve dans une intensification des développements technologiques d'innovation, c'est-à-dire créateurs de marchés nouveaux, à "valeur ajoutée" élevée.

LES TYPES DE "PROGRES TECHNOLOGIQUE"

Les "progrès technologiques" peuvent se classer en deux catégories, chacune étant subdivisée en deux types :

A/ Création ou amélioration de procédés permettant de réaliser des produits déjà existants (biens ou services) :

- a) à moindre coût,
- b) et/ou avec une qualité meilleure

B/ Création de produits nouveaux

- a) répondant mieux à un besoin déjà partiellement satisfait par des produits connus faisant l'objet d'une demande ;
- b) susceptibles de répondre à un besoin nouveau se traduisant par une demande nouvelle.

Les démarcations peuvent ne pas être toujours très nettes, en particulier entre Ab et Ba : à partir de quelle amélioration de "qualité" un produit est-il "remplacé" plutôt que "changé" ? On peut dire, par exemple, que la montre électronique à quartz est un produit nouveau par rapport à la montre mécanique, et la montre à quartz et cristaux liquides est une variante (améliorée à certains égards) par rapport à la montre à quartz et diodes électro-luminescentes.

On peut dire en gros que les progrès technologiques de type A correspondent à des progrès de "productivité", et ceux de type B à des progrès d'"innovation". La distinction est parfaitement claire entre Aa et Bb ; elle peut l'être moins dans certains cas, entre Ab et Ba. Cette réserve étant faite, les définitions précédentes sont admises pour la suite.

PROGRES DE PRODUCTIVITE ET PROGRES D'INNOVATION

Pour la clarté de l'argumentation, il convient de distinguer deux hypothèses extrêmes : régime autarcique, ou régime non autarcique d'ouverture générale des frontières au commerce international.

La première hypothèse peut sembler un peu théorique actuellement. Elle mérite cependant d'être considérée, car dans les conditions économiques difficiles où nous nous trouvons, la tentation du repli protectionniste n'est jamais complètement absente, principalement au niveau du débat politique.

La réalité de la vie économique se situe quelque part entre ces deux hypothèses extrêmes, mais avec une prépondérance croissante de la seconde hypothèse, sous la pression des nécessités de la compétitivité sur les marchés extérieurs.

a) Régime autarcique

Dans ces conditions, un progrès de productivité correspond rigoureusement à une augmentation du niveau de vie qui se traduira :

- soit par un accroissement quantitatif ou/et qualitatif des biens et services dont le pays pourra disposer pour la même quantité de travail ;

- soit par une réduction pour tous de la quantité de travail si le pays le préfère. Si la réduction pour tous est difficile à réaliser pour des raisons sociales et politiques, il y aura chômage ; mais celui-ci ne sera nullement une conséquence nécessaire du gain de productivité.

Il convient d'affirmer que les gains de productivité sont un bien en soi. Certes, des problèmes d'emploi peuvent apparaître du fait de ces gains ; mais ces problèmes peuvent trouver des solutions :

- soit par la volonté politique du Pouvoir,

- soit, en économie de marché, par des adaptations qui se produiront sûrement, mais qui peuvent être longues et douloureuses.

Quant au progrès d'innovation, il contribue lui aussi à augmenter le niveau de vie, mais en outre, il ne crée pas de problème d'emploi ; il contribue même à les résoudre.

L'innovation implique en effet de nouveaux biens, de nouveaux services. Et si le pays veut et peut les produire sans augmenter la quantité de travail demandée aux citoyens, il y a bien augmentation du niveau de vie... Mais cela ne sera possible que si parallèlement des gains de productivité se sont produits ailleurs. Plus précisément, il faut que l'on puisse affecter à l'innovation la quantité de travail libérée à la fois par l'abandon des productions de biens et services que cette innovation remplace, et par les gains de productivité sur les productions classiques qui continuent.

L'innovation a donc besoin, pour se développer, des "poisons" que secrètent les gains de productivité. Certes, il existe en régime autarcique d'autres moyens d'éliminer ces "poisons", mais il faut reconnaître que l'élimination par l'innovation constitue bien la solution idéale ! Et l'on doit observer que c'est ce qui s'est produit en France jusqu'à la dernière guerre, alors que le régime sous lequel vivait le pays n'était pas extrêmement loin de l'autarcie (ou du moins que les règles de la compétition internationale et le volume du commerce international étaient bien différentes d'aujourd'hui). C'est l'innovation : le téléphone, l'automobile, la radio, etc... qui a absorbé la main d'oeuvre libérée par les gains de productivité de l'industrie et -surtout- de l'agriculture dont elles avaient en même temps besoin.

b) Régime d'ouverture générale

Pour un pays qui s'ouvre complètement au commerce international (et si beaucoup d'autres en font autant), la situation devient très différente.

Certes, plus que jamais, la productivité est à rechercher pour l'augmentation du niveau de vie qu'elle apporte, mais les problèmes d'emploi qu'elle pourrait créer ne peuvent plus être réglés par des décisions politiques telles que celles évoquées plus haut (réduction générale de la durée du travail, augmentation de la production destinée à être consommée à l'intérieur du pays). Le niveau de vie en souffrirait de façon intolérable, car faute de pouvoir vendre suffisamment à l'étranger, nous ne pourrions plus acheter ce qui est nécessaire au seul maintien de ce niveau de vie.

En réalité, dans ce régime ouvert, les gains de productivité ont au contraire un effet très positif sur l'emploi, qui correspond aux quantités de travail nécessaires pour l'exportation. De sorte que, dans les conditions réelles d'aujourd'hui, la productivité travaille pour l'emploi.

Quant au progrès d'innovation, il est susceptible d'apporter, en régime "ouvert", des avantages encore plus importants qu'en régime autarcique, aussi bien en termes d'augmentation du niveau de vie qu'en termes de maintien ou d'accroissement de l'emploi.

En régime "ouvert", le maintien et l'accroissement du niveau de vie passent par le plein emploi de toutes les forces de travail, du seul fait de la concurrence internationale. Et ces deux objectifs aujourd'hui liés seront servis à la fois par les progrès de productivité et les progrès d'innovation.

PRODUCTIVITE, EMPLOI et CROISSANCE

Les arguments optimistes qui précèdent ne sont valables que s'il y a un taux de croissance suffisant de l'activité économique. Or, dans les circonstances actuelles, ce n'est que par une capacité d'exportation accrue que le taux de croissance peut s'améliorer.

Le développement des productions de masse entraîne des gains de productivité de plus en plus grands : la machine automatique tend à remplacer l'homme. Cela est d'autant plus vrai que l'heure de travail coûte de plus en plus cher (en monnaie constante) et que la régulation des effectifs devient de plus en plus difficile (lois sociales sur l'embauche et le licenciement qui transforment les frais naguère variables en frais quasi fixes). Cette tendance supprime-t-elle des emplois ? Il est facile de montrer qu'en expansion, elle en crée. En effet, si une installation automatique de coût C peut remplacer n ouvriers de coût unitaire annuel c, l'investissement se sera réalisé que sous certaines conditions de rentabilité, par exemple :

$$C = 3 nc$$

Il est exceptionnel que C soit inférieur à (nc)

Or, C représente essentiellement des salaires (à l'épargne près des entreprises). On voit bien qu'avant de supprimer des emplois, la mécanisation commence par en créer. Les emplois qui seraient ultérieurement supprimés par la mécanisation seront maintenus s'il y a expansion.

En période d'expansion, il existe une relation directe entre progrès technologique - production de masse - création d'emploi.

En revanche, on doit constater que la situation actuelle de croissance réduite fait apparaître :

- un accroissement de la concurrence sur les prix, puisque les marchés sont stagnants,
- la recherche d'économies globales de personnel pour préserver les marges,
- la recherche plus active d'une amélioration de la productivité à volume de production constant (d'où mécanisation accrue, recherches de procédés nouveaux...),
- la suppression des postes rendus inutiles,
- d'où l'augmentation du chômage et de son coût social pour la nation qui réduit d'autant ses investissements générateurs d'emplois, etc...

DEPLACEMENTS QUALITATIFS DE L'EMPLOI

Si le progrès technique alimente la croissance et l'emploi, il conduit à des déplacements importants dans les qualifications.

Schématiquement, les postes d'OS disparaissent (au moins dans les populations développées), alors que les tâches moins mécaniques se multiplient : conception, organisation, contrôle, études, réflexions, relations...

Par ailleurs, on constate que cette évolution de l'emploi correspond, dans les pays industrialisés, aux aspirations des jeunes et que souvent même, elle n'est pas jugée assez rapide pour les satisfaire. Dans les pays en développement, c'est plutôt l'inverse.

PROBLEMES DE L'ENERGIE ET DES MATIERES PREMIERES

Pour les pays industrialisés importateurs de pétrole et d'autres matières premières, la capacité d'importer ces matières est limitée. Mais la technologie intervient de deux manières pour repousser cette limite, et dans les deux cas, elle est créatrice d'emplois.

a) en permettant de diminuer les importations de ces matières.

Par exemple :

- toutes les études et réalisations concernant les énergies nouvelles,
- l'extraction de l'alumine des argiles,
- etc...

Ces technologies conduiront à des réalisations industrielles importantes, qui seront directement ou indirectement créatrices d'emploi.

b) en permettant d'exporter plus.

OBSTACLES ACTUELS

Un certain nombre d'obstacles ou de freins interviennent actuellement pour empêcher les développements technologiques de produire avec leur pleine efficacité les divers effets positifs dont ils sont capables et qui ont été décrits plus haut.

Les contraintes sociales

De nombreuses entreprises françaises ont été amenées, pour diverses raisons, à privilégier l'objectif social à court terme, au détriment des exigences du développement économique. Dans d'autres circonstances (marché de l'emploi plus actif, législations sociales moins contraignantes), il est certain que nombre de ces entreprises auraient ajusté leurs effectifs de façon plus restrictive. Mais beaucoup ne l'ont pas voulu ou ne l'ont pas pu. Il en résulte une diminution insidieuse de la productivité qui risque de conduire dans bien des cas aux réactions protectionnistes dont on parle tant. Le prix de cet "inemploi" est élevé : la collectivité paye les secours qu'elle accorde à ceux qui sont privés de leur emploi, les entreprises payent dans leur bilan le poids de ces effectifs excédentaires dont l'utilité économique n'est plus claire. Tout ceci est inflationniste et exerce sur l'investissement un effet dissuasif certain. Pourquoi automatiser une chaîne de production si l'amélioration des coûts ne suit pas, à la fois parce que les séries produites diminuent, mais aussi parce

que le personnel théoriquement économisé, ne retrouvant pas d'autre emploi dans l'entreprise, devra rester en surnombre puisqu'il est pratiquement impossible de le licencier ? On sent bien que cette attitude est, à terme, mortelle. Admissible pendant une courte période, elle se retournera implacablement contre ses auteurs, entraînant la baisse de la productivité et l'abandon des investissements.

Les pressions "anti-technologiques", et en particulier la pression anti-nucléaire, produisent des effets négatifs analogues : la réalisation d'un programme électro-nucléaire, outre qu'il est nécessaire pour produire ce fluide désormais vital, est clairement générateur d'emplois. D'abord parce qu'il faut bien construire les centrales, ensuite parce que la réduction de notre dépendance énergétique permet de restaurer les équilibres détériorés.

Mais des "pressentiments obscurs" assimilent ces machines à des bombes, et dès lors tout se bloque. Ceux-là mêmes qui s'indignent du chômage installé refusent cette chance à l'emploi...

Les inerties de l'organisation sociale

A bien des égards, notre société refuse de façon plus ou moins inconsciente de s'adapter réellement aux transformations technologiques qui la submergent et qui, de ce fait, sont subies au lieu d'être intégrées, assimilées.

Un problème essentiel est donc bien l'adaptation de l'organisation sociale à un usage généralisé d'un niveau élevé de technologie qui transforme l'entreprise et la société en général, bien plus que l'une et l'autre n'en ont clairement conscience.

Certes, il ne s'agit pas, pour la société, de se laisser bouleverser et façonner passivement par des développements technologiques anarchiques. Ce qui est en cause, c'est l'instauration d'un esprit d'ouverture aux changements, quels qu'ils soient. Esprit d'ouverture ne veut pas dire "acceptation aveugle", mais volonté d'examiner sans prévention et d'expérimenter de façon active de

nouveaux modes d'organisation sociale où l'emploi de technologies nouvelles se trouverait mieux valorisé. Les Japonais ont accepté de faire un tel effort et ils en recueillent déjà les fruits.

Les fonctions les plus concernées par un tel effort d'ouverture seraient celles touchant la "promotion des personnes et de leur consensus à propos de l'organisation sociale" : l'Education (pas l'enseignement initial, mais la formation qui donnerait aux adultes une réelle capacité à assumer leur époque), la Santé (pas la lutte contre la maladie, mais la recherche de l'équilibre physiologique, psychique, moral et social), l'Information, etc...

EN CONCLUSION : UNE ISSUE POSSIBLE

On ne peut nier que, dans les conditions présentes, les développements technologiques puissent, dans certains cas, avoir des effets défavorables sur l'Emploi, en particulier lorsqu'ils surviennent dans des domaines à très forte concurrence internationale et à marché stagnant ou très faiblement croissant.

Quoi qu'en disent certains, il n'y a pas d'autres voies possibles que l'innovation technologique pour restaurer l'emploi, mais à une condition : c'est que des marchés nouveaux et importants puissent s'ouvrir à l'échelle mondiale.

Serait-il si utopique d'envisager un nouveau "Plan Marshall" à échelle mondiale pour sortir des difficultés présentes de nos pays développés ? Dès lors, pourquoi ne pas "redéployer les dépenses sociales", pourquoi ne pas utiliser les secours de manière productive, pourquoi ne pas mobiliser les énergies sur des objectifs clairs : apporter à d'immenses communautés humaines les moyens d'un bien-être et d'une libération que la technologie nous a donnés ?

On peut qualifier d'utopique une telle proposition. En effet, elle paraît devoir s'appuyer sur une bonne volonté encore peu répandue. Mais on peut

également y voir le raisonnement d'un investisseur. N'oublions pas que les salaires versés servent justement à acheter les produits fabriqués. C'est ainsi que s'est amorcé le cycle de notre prospérité. Et, après tout, transformer en marché solvable des régions peuplées mais pauvres peut apparaître aussi comme un calcul. L'humanité n'a jamais progressé qu'à travers cette dialectique.

Notre civilisation qui s'interroge sur elle-même, a moins besoin d'économies que de nouvelles conquêtes. Celles-ci sont à portée de notre imagination, il suffit de vouloir les inventer.

P A R T I E I I

PROBLÈMES POSÉS PAR LA GESTION
DE LA TECHNOLOGIE

C H A P I T R E I

LA PRÉVISION TECHNOLOGIQUE

Ce chapitre reproduit, pour l'essentiel, un document de M. Jean-Daniel LE FRANC, destiné à la Commission de l'Industrie et qui s'intitulait "Développer la Précision Technologique en France". La substance de ce document reflète tout à fait les idées qu'avait précédemment exposées M. LE FRANC devant le Groupe, sous une forme moins développée.

A la suite de ce texte, on trouvera également un résumé des principaux points évoqués au cours de la discussion qui avait suivi l'exposé de M. Jean-Daniel LE FRANC.

I - DEFINITION ET PLACE DE LA PREVISION TECHNOLOGIQUE

La prévision technologique consiste en l'analyse et la prévision des conséquences économiques, au niveau de l'entreprise ou du secteur, de l'innovation technologique. Ce n'est ni de la futurologie, au sens "prévision de découvertes scientifiques", ni de la prospective sociale (conséquences sur la société des changements au niveau des activités et des produits) mais plutôt l'analyse économique continue des faits technologiques porteurs d'avenir et de leurs conséquences sur l'appareil productif.

Si l'on décompose le processus d'innovation en cinq étapes majeures :

- 1 - Découverte scientifique fondamentale
- 2 - Expérimentation scientifique de la découverte
- 3 - Expérimentation industrielle de la découverte
- 4 - Industrialisation du procédé
- 5 - Diffusion sur l'environnement industriel

la prévision technologique couvre les phases 3-4 et 4-5.

Sachant que le passage entre l'étape 1 et l'étape 5 s'échelonne sur environ cinquante ans, on peut dire que le développement industriel a peu de chances d'être bouleversé d'ici la fin du siècle par une découverte physique ou biologique fondamentale.

Les nouveaux procédés (énergie à base d'hydrogène, par exemple) sont connus. Mais l'attention des responsables, en particulier des spécialistes du moyen terme, doit se concentrer sur les progrès accomplis et à venir dans la mise au point et l'industrialisation de ces procédés, et surtout sur les conséquences économiques de l'innovation pour le secteur, comme en amont ou en aval.

Nous assistons aujourd'hui à la mise en oeuvre très rapide de technologies nouvelles qui bouleversent autant les conditions de la production que les comportements des consommateurs. L'élévation rapide de la productivité de certains matériels, l'apparition de produits nouveaux, vont avoir de plus en plus d'incidences sur le développement industriel et sur les stratégies des firmes.

Un accès aussi large que possible aux principales sources d'information technique et économique permettrait à nos entreprises de mieux tirer parti de ces opportunités et d'affronter dans des conditions plus satisfaisantes parce que mieux préparées, les problèmes de conversion, ou de diversification.

Pour l'entreprise, l'activité de prévision technologique va prendre une importance accrue dans l'avenir parce que c'est d'elle que vont venir les décisions stratégiques fondamentales. Par exemple, la décision de passer au stade de l'industrialisation d'un produit ou d'une technique nouvelle ou le choix d'un programme d'investissement va en dépendre. Mais l'accès à ce type d'information est aussi important pour l'administration.

Il ne s'agit pas, à l'évidence, de se substituer aux industriels dans le choix des investissements. Mais l'Etat demeure un client important de l'industrie, et la politique de commandes publiques peut et doit jouer un rôle d'entraînement industriel. Les décisions publiques à caractère technologique (choix de filière nucléaire, de système de commutation téléphonique, de moyen de transport

aérien ou ferroviaire, etc...) ont été et devront encore être prises après examen de leurs conséquences industrielles et sociales et donc des chances pour notre industrie de l'adoption et du développement de telle ou telle technique de pointe.

Ce n'est qu'en se tenant informé en permanence, et dans tous les secteurs, des conséquences économiques et sociales de l'adoption et du développement d'une innovation partout dans le monde que l'administration peut intégrer au mieux les préoccupations industrielles dans sa politique de commandes.

Les pays industrialisés ont investi dans la recherche, à des fins spécifiques ou non, des centaines de milliards de francs depuis la deuxième guerre mondiale. Il ne faut pas s'étonner que cette formidable concentration de moyens converge vers un bouleversement technologique dont nous commençons de vivre certaines des conséquences les moins agréables. La réponse de l'entreprise, c'est se tenir en permanence au courant de tout ce qui se trouve et se développe dans les secteurs qui peuvent influencer son activité.

La réponse de l'Etat doit être de renforcer sa capacité de prévision et de détection des changements afin d'intervenir pour concilier les deux besoins fondamentaux, mais contradictoires, de cette fin du XXème siècle : le progrès et la sécurité.

II - LA PREVISION TECHNOLOGIQUE ACTUELLEMENT ACCESSIBLE AUX ENTREPRISES FRANCAISES

Il existe traditionnellement deux structures pour effectuer de la prévision technologique : l'entreprise elle-même et l'organisme d'études qui lui est extérieur.

Toute entreprise industrielle qui atteint une certaine dimension se livre, à un moment ou à un autre, à une activité de recherche et fait, parfois sans le savoir, de la prévision technologique. Elle évalue les conséquences de l'innovation sur ses coûts de production ou sur son marché et elle en tire des conséquences au niveau de sa gestion et de sa stratégie.

Plus rarement, elle s'intéresse aux marchés nouveaux susceptibles de s'ouvrir grâce à une innovation qui rend compétitif un nouveau procédé. Enfin, seules les très grandes firmes, au-delà de la gestion et de la recherche de nouveaux débouchés, suivent en permanence les innovations de leurs concurrents et traitent les informations publiées.

Et pourtant, la vulnérabilité à l'innovation est en raison inverse de la taille et de la diversification de l'entreprise. Les moyens financiers auxquels donne accès la concentration sont, sur ce point, très inégalitaires.

Si les entreprises reçoivent de l'information de l'extérieur et la traitent, elles n'en diffusent elles-mêmes que très rarement, pour des raisons évidentes de secret, liées à la définition de la stratégie et aux procédés de fabrication. Les principaux fournisseurs d'informations ouvertes ou publiées sont donc les cabinets spécialisés de consultants qui proposent leurs services, sous forme d'études au coup par coup ou de prestations régulières par abonnement.

Aujourd'hui, la plupart des organismes existants ont une origine américaine. Les Etats-Unis ayant été la grande source d'innovation de ces trente dernières années, il est naturel que se soient implantées dans ce pays, près des centres de recherche, des sociétés d'études chargées d'évaluer, de faire des prévisions et de diffuser les informations stratégiques. Historiquement, c'est sous l'impulsion d'un homme, d'une université ou d'une fondation, qu'un laboratoire de recherche, industrielle le plus souvent, s'est créé pour répondre à la demande d'innovation de l'administration, civile ou militaire, et plus rarement des industriels eux-mêmes.

Ces instituts ont donc une forte activité de recherche industrielle qui se traduit encore par la présence d'importants laboratoires de recherche et par un recrutement largement axé sur des ingénieurs ou même des chercheurs.

L'intégration de préoccupations liées au marché, aux coûts de production et aux conséquences de l'innovation, n'est venu qu'à la fin des années soixante, quand les grands contrats militaires et spatiaux ont commencé à se faire un peu

plus rares et au moment où l'administration américaine a commencé à se préoccuper des conséquences du progrès technique. Le développement que les grands organismes américains ont connu depuis 1972 a eu pour origine l'élargissement de leur activité au secteur des sciences humaines, grâce au rapprochement des études purement techniques et des études économiques ou sociales.

La nature des produits offerts par les organismes de prévisions technologique varie peu : contrats de recherche au coup par coup, études multiclients offertes aux entreprises ou aux administrations, publications périodiques offertes aux adhérents moyennant une redevance annuelle. La langue de travail est bien sûr l'anglais.

Plus des deux tiers des ressources proviennent d'études commandées par l'administration et les clients privés sont, pour l'essentiel, les grandes firmes multinationales. En France, outre les filiales des firmes multinationales américaines, quelques grands groupes utilisent régulièrement leurs services, bien qu'aucun de ces organismes n'y ait d'implantation autre que commerciale.

Ces instituts jouent également un rôle important dans la formation des ingénieurs puisqu'un passage, qui dure en moyenne de cinq à sept ans, dans ces équipes procure une actualisation des connaissances qui est souvent à l'origine d'une seconde carrière.

Ils contribuent à la diffusion (aux Etats-Unis) de la recherche : les rapports d'étude commandés par le gouvernement américain sont disponibles auprès des clients habituels de l'institut moyennant une simple participation aux frais d'édition.

En France, l'activité de prévision technologique est très réduite. Les firmes françaises utilisent donc en majorité des travaux effectués par des groupes étrangers. L'effort de prévision technologique est beaucoup plus important, toutes proportions gardées, aux Etats-Unis qu'en France, et ce fossé ne peut aller qu'en s'accroissant si aucune mesure n'est prise pour freiner cette évolution. La

disproportion des moyens mis en oeuvre est telle qu'une exceptionnelle dépendance est en train de s'instituer. Faute de disposer d'une autonomie de diagnostic sur le progrès technique, nous perdrons une large part de notre capacité d'initiative industrielle.

Cette situation n'est d'ailleurs pas propre à notre pays puisque, tant en Allemagne qu'en Grande-Bretagne, les efforts en ce domaine sont également insuffisants.

Il importe donc d'entamer une action susceptible de développer la prise de conscience de l'importance de ces questions et, au niveau des équipes de recherches, de constituer à terme une ou plusieurs entités capables de jouer dans notre pays le rôle que jouent, dans le leur, toutes proportions gardées, les grands organismes américains.

III - PROPOSITIONS

Les propositions visent à susciter une meilleure organisation des équipes et des laboratoires existants et à encourager une vaste diffusion vers les entreprises de ce type de recherches.

A. Mieux organiser les compétences existantes

Trois conditions semblent requises pour faire progresser les capacités de réflexions en matière de prévision technologique :

- Renforcer les travaux d'analyse économique industrielle. Ceci suppose non seulement une augmentation des dépenses d'études consacrées à ces problèmes, mais une gestion de ces crédits qui, en recherchant la continuité, mette l'accent sur la constitution d'équipes.

- Rapprocher les préoccupations économiques des recherches purement techniques, que celles-ci soient réalisées dans le cadre professionnel (centre technique) ou par des laboratoires indépendants.

● Donner à ces travaux une ouverture internationale, à la fois par le recueil et le traitement des études réalisées à l'étranger et par la mise sur pied d'antennes sur place.

Il semble donc judicieux de conforter quelques organismes français existants dont les fonctions sont actuellement complémentaires au regard des critères rappelés ci-dessus.

Ils pourraient être incités à travailler en commun, autour de commandes gouvernementales directes (par exemple à l'occasion de contrats d'évaluation technologique comme le fait l'Office of Technology Assessment aux Etats-Unis) ou au travers de projets lourds qui pourraient leur être dévolus. De telles associations serviraient également à catalyser l'effort d'experts indépendants, d'ingénieurs conseils ou d'universitaires qui, tout en conservant leur autonomie, pourraient être appelés à en devenir des collaborateurs occasionnels.

Si ces expériences se révélaient concluantes à terme, elles pourraient trouver une concrétisation dans la mise en place d'une structure opérationnelle commune.

B. Développer la diffusion des travaux de prévision technologique dans les entreprises

Les équipes de recherche doivent également avoir pour mission de sensibiliser les entreprises à l'innovation et aux opportunités industrielles ou commerciales, sous forme de "lettres" ou de rapports synthétiques.

Ces publications, courantes aux Etats-Unis, serviraient de levier pour :

- susciter des projets industriels,
- rendre moins vulnérable l'industrie française à la concurrence internationale qui, elle, dispose déjà de ces informations,
- forger progressivement, pour la France, une autonomie de jugement industriel.

Il va de soi que le succès d'une telle démarche repose largement sur l'effort de communication accompli par les chercheurs pour transmettre de façon claire, concise et directement exploitable par un chef d'entreprise ou un responsable, leur diagnostic. Rien n'interdit, a priori, dans ce domaine, de s'inspirer de réalisations étrangères qui ont fait leurs preuves.

Ces informations ont un coût surtout dans une phase de lancement où les coûts fixes sont très élevés. Elles doivent nécessairement avoir un prix, de façon à ce que l'entreprise adopte vis-à-vis de ce type de service une attitude marchande. Mais il ne faut pas non plus que ce prix constitue une barrière infranchissable pour les PMI, celles qui, précisément, manquent le plus d'informations stratégiques. Les administrations pourraient, durant une période déterminée (trois à cinq ans) et de façon dégressive dans le temps, contribuer à la réduction des prix de vente en finançant partiellement ce type de publication.

Ainsi, pourrait se mettre en place un dispositif de prévision technologique concernant l'ensemble de l'industrie et destiné à éclairer l'Etat et les entreprises sur les conséquences économiques du progrès technique.

°
° °

COMMENTAIRES ET DISCUSSION

A la suite de l'exposé de M. LE FRANC, une discussion s'est engagée sur le thème de la prévision technologique et les actions concrètes qui pourraient en découler. Les principaux points évoqués sont les suivants :

- L'EIRMA pourrait être aussi un lieu privilégié pour l'élaboration de la prévision technologique : l'EIRMA réunit en effet périodiquement les PDG européens, avec leurs Directeurs scientifiques, et ces réunions permettent de se faire une image de l'avenir technologique à dix-quinze ans.

● Dans le Plan, on a mis en avant trois objectifs (Emploi, Redéploiement Industriel, Equilibre Extérieur), mais rien d'explicite n'est dit sur l'innovation, ses sources, ses objectifs et les moyens de la promouvoir.

Dans certains domaines, il y aurait un fort courant à remonter : par exemple, le manque d'intérêt en France pour l'automatisation des processus.

● Cette désaffection vient, pour une part, des mouvements "anti-technologie" ; mais elle est due aussi à une certaine déconnection de la technologie et de ses applications par rapport aux véritables besoins et problèmes "sociétaux" actuels. D'où la nécessité de mieux prendre en compte, pour toute application technologique nouvelle, ses interactions potentielles avec l'"Organisation sociale" destinée à la recevoir. C'est le problème de l'"Evaluation de la Technologie" (Technology Assessment), fonction qui, en France (et même en Europe), n'est pas encore véritablement exercée.

● Le "Social", bien sûr, est important et doit être pris en considération ; mais les exigences du développement technologique en lui-même ne doivent pas être oubliées. Il y a d'ailleurs dans les entreprises quelque chose qui les pousse implicitement à intégrer les éléments "sociaux", c'est la référence permanente au "marché".

● Malheureusement, ce qui prédomine souvent dans les entreprises, c'est une vision assez immédiate des marchés, au détriment d'une vision "sociétale" vraiment prospective. Mais peut-on faire grief aux entreprises de cette carence qui est d'abord celle des Pouvoirs Publics ?

● Cependant, le pouvoir dynamisant du développement technologique "en lui-même" reste une condition majeure de la survie des entreprises. Il ne faudrait surtout pas que, sous prétexte de tout subordonner à des objectifs "sociétaux" (qui seraient à définir), on en vienne à casser cette dynamique propre du développement technologique.

M. CAUSSE cite le cas de sa société (Saint-Gobain-Pont-à-Mousson) où, depuis 1975, les activités qui ont le mieux "tenu" sont celles où il y avait à la fois une supériorité technologique et une base de marché importante.

M. DRANCOURT évoque le cas de l'Ecologie, problème "sociétal" par excellence qui débouche nécessairement sur un projet technologique. Les problèmes écologiques créés par la technologie devront être résolus par la technologie.

Pour l'essentiel, le développement technologique est le fait des grands groupes industriels. C'est une des raisons pour lesquelles la tendance "anti-technologique" actuelle se double d'une tendance "anti-Grands Groupes".

Mais la fragmentation des grandes entreprises, souvent évoquée comme une solution possible, serait une voie peu pertinente dans beaucoup de cas.

Par contre, il y a un réel problème d'irrigation technologique des PME. Il faudrait organiser pour celles-ci :

- un accès facile à l'information technique disponible (par exemple la diffusion des brevets) ;
- une "démultiplication" des contrats publics, des grandes entreprises vers les PME. Le processus d'"aspiration" fonctionne aux USA, mais pas en France.

CHAPITRE 2

LES RÉACTIONS DE LA SOCIÉTÉ AU DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

Les réflexions qui suivent sont inspirées, pour une bonne part, par une analyse de M. Claude DUCOT sur "La remise en cause actuelle de la Technique".

On ne peut pas ne pas s'interroger sur les réactions négatives et les inquiétudes persistantes que suscitent depuis plus de dix ans, sous des formes diverses, les développements de la technologie.

Sans pour autant accepter ces mises en question souvent abusives, il est bon cependant que les entreprises prennent la peine de réfléchir sérieusement à certaines des questions soulevées par les mouvements de contestation technologique.

Cet effort de réflexion, loin d'aboutir à une "auto-critique" paralysante des entreprises, devrait au contraire aider celles-ci à mieux découvrir les nouveaux "courants porteurs" pour leur développement futur. Il faut en effet souligner les dangers d'une attitude de pure défense conservatrice, de la part des entreprises, en refusant de prendre en considération certaines aspirations nouvelles qui cherchent en fait à s'exprimer à travers les diverses réactions anti-technologiques actuelles.

Même si les formes les plus visibles de ces réactions (par exemple les mouvements anti-nucléaires) se fondent souvent sur de mauvais arguments ne

résistant guère à l'analyse, ces réactions n'en sont pas moins les symptômes de certaines données nouvelles encore mal perçues au sein de nos sociétés développées et dont il devient nécessaire de tenir compte.

Le Groupe de travail n'a pu malheureusement consacrer beaucoup de temps à ce thème de réflexion. Il a tenu cependant à l'aborder dans le but de situer les vrais problèmes et de poser les premiers jalons d'une étude ultérieure plus approfondie qui tenterait de dégager de nouvelles voies possibles pour l'évolution des entreprises.

Parmi les "aspirations" qui sous-tendent la plupart des réactions anti-technologiques, une des dominantes qui semblent se dégager est la restauration de relations "conviviales" entre les individus et avec les choses. Il faut, à ce sujet, dénoncer avec force un sophisme pourtant fréquent dans les thèses anti-technologiques : "c'est la technique moderne qui a détruit les relations conviviales". En fait, bien d'autres facteurs ont, par le passé, joué, et jouent encore un rôle destructeur sur ce plan.

LA TECHNOLOGIE ET SON EVOLUTION

La technologie s'est développée comme un ensemble de modes et de moyens d'action élaborés par l'homme au cours des âges pour améliorer sa situation face au monde naturel (protection contre les dangers, satisfaction de besoins matériels et immatériels, atténuation des contraintes, etc...)

On peut aussi décrire la technique comme un double prolongement :

- a) de l'action humaine sur les choses
 - au-delà de leur maniement physique immédiat par l'homme,
 - au-delà de leur maniement par l'individu isolé ou l'ensemble inorganisé des individus

- b) de la connaissance humaine des choses
 - au-delà de leur perception par les sens
 - au-delà de leur perception par l'individu isolé ou l'ensemble inorganisé des individus.

Ce prolongement de la connaissance devient la "Science" au sens moderne lorsque s'y introduisent la méthode expérimentale et la tendance constante à traiter quantitativement et mathématiquement les phénomènes.

Ce double prolongement implique chez l'Homme une quadruple capacité :

- de "prendre ses distances" par rapport aux choses,
- de franchir la distance prise, par déploiement de lui-même ou plus souvent par intermédiaires, pour conserver et maîtriser la relation à l'objet maintenu à distance,
- de communiquer entre individus les connaissances acquises sur les choses et les incitations à agir sur elles,
- de conserver à travers le temps les connaissances acquises, les recettes éprouvées ou les incitations programmées.

C'est précisément la "technologie" qui permet à l'Homme de développer, à travers le temps, et d'amplifier sous des formes diverses, ces quatre capacités fondamentales. La complexité ainsi introduite dans les rapports de l'Homme avec les choses s'est révélée incontestablement féconde. Mais cette complexité demande, pour être maîtrisée, que se développe, par l'organisation, une gestion à échelle agrandie des actions particulières de toutes natures.

Cette approche de la notion de technologie, axée sur la capacité de distanciation et sur ce qui en résulte en fait de modification des relations entre l'Homme et les choses et des hommes entre eux, nous montre que la technologie :

- est aussi ancienne que l'Humanité, et présente de ce fait des aspects permanents qui peuvent être caractérisés par la notion de distanciation-médiation dans l'action ;
- comporte une évolution historique à travers laquelle cette fonction de distanciation-médiation devient de plus en plus complexe.

La Technologie sous ses formes modernes se distingue du savoir et de la technique, plus anciens par l'emploi généralisé de la méthode expérimentale et par la conception et le traitement résolument objectifs et quantitatifs des phénomènes. Une des contreparties humaines de toutes ces évolutions est le risque de perdre progressivement le contact avec le monde concret, qui n'est jamais totalement objectivable et quantifiable.

TECHNOLOGIE ET MODES DE COMMUNICATION HUMAINE

La technologie, en pénétrant et en transformant le tissu des activités humaines, affecte profondément les relations vitales de l'Homme à un triple niveau :

- relations de l'Homme avec la Nature, sous toutes leurs formes,
- relations de l'Homme avec son semblable : le don, l'échange, le commerce, etc..; mais aussi et surtout l'"échange de reconnaissance", lien de nature "symbolique" s'exerçant dans la liberté et la gratuité ;
- relations de l'Homme avec lui-même, dans toutes les dimensions de sa vie intérieure.

Ces trois niveaux de relations sont, bien sûr, étroitement interdépendants. Cependant, l'expérience semble montrer que la qualité des relations du niveau 2 (relations inter-subjectives) conditionne de façon particulièrement forte la qualité des relations aux deux autres niveaux. Et ceci est particulièrement vrai si l'on s'attache aux effets de la technologie.

La relation inter-subjective fondamentale, qui constitue en quelque sorte le maillon de toute solidarité sociale, est une structure ternaire :

"don - réception - contre-don"

entre un "destinateur" et un "destinataire".

L'important, c'est qu'indépendamment de la nature exacte et de l'objet concret, objectif, de l'échange (commercial, etc...), c'est toujours la dimension symbolique de l'échange qui fait sa qualité, et en particulier : la "reconnaissance" par chacun de l'autre comme "sujet" et non comme un instrument utilisable ou un "esclave" exploitable.

Si les conditions extérieures (et particulièrement celles créées par la diffusion technologique) viennent à empêcher un exercice satisfaisant de cette fonction d'"échange symbolique de reconnaissance", il peut alors en résulter des traumatismes et des désordres graves dans la Société.

Ainsi, dans le cas particulier de l'échange commercial, celui-ci ne doit pas être compris d'abord comme un échange de valeurs quantifiables qui doivent s'équilibrer : le "potlatch" précède le commerce, et non l'inverse. L'échange premier et fondamental est l'échange symbolique de reconnaissance, très bien "symbolisé" lui-même par l'ancienne pratique de la tessère brisée en deux ou plusieurs morceaux.

Malheureusement, dans le tissu des relations inter-humaines modernes, de plus en plus nombreuses sont celles dans lesquelles l'"échange de reconnaissance" s'estompe, est contaminé ou même remplacé par une relation qui n'est plus de sujet à sujet, mais en fait d'objet à objet.

On est ainsi amené, pour caractériser le tissu des relations inter-humaines, à distinguer trois composantes ou relations-type, susceptibles de se combiner de façons variées dans la réalité, pour constituer toute la diversité des relations concrètes observables. :

- la relation sujet-sujet "conviviale", où chacun reconnaît en l'autre son semblable, sans que soit pour autant exclue toute composante conflictuelle ;
- la relation du type "contrat social" ou "lien associatif", constituée par deux relations sujet-objet croisées et réciproques, où les rôles des termes s'équilibrent ;

- la relation du type "aliénation", constituée par deux relations sujet-objet croisées, mais dissymétriques, bilatérales mais non réciproques, où le terme traité comme un "objet" se trouve aussi "aliéné".

La Technologie n'est en principe incompatible avec aucun de ces trois modes de relation, et de même aucun de ces modes n'a en principe plus ni moins d'affinité que les autres avec elle. Mais les rapports entre les modes de relation inter-humaine et la technologie cessent d'être aussi neutres dans le cas de la technologie moderne qui a trop privilégié une de ses dimensions (celle de l'organisation et de la mathématisation), en délaissant les autres (celles de l'habileté, de l'expérience, du transfert des talents, du goût du travail bien fait, etc...).

Ainsi, pour découvrir en quoi pourraient consister les remèdes ou les réponses convenables à l'agressivité que l'on observe actuellement contre la technologie, le mieux ne serait-il pas de dépister, dans le tissu complexe des relations inter-humaines de notre Société technologique, celles de ces relations où prédomine exagérément le mode de l'"aliénation" et celles où s'estompe dangereusement le mode de la "convivialité".

Ce travail de dépistage une fois exécuté, des diagnostics pertinents pourront alors être faits, et les vrais remèdes apparaîtront sans doute plus clairement.

BIENFAITS ET MEFAITS DE LA TECHNOLOGIE

L'ensemble des effets "sociétaux" les plus caractéristiques du développement technologique moderne peut être classé en neuf catégories. A chacune de ces catégories d'effets sont associés à la fois des "bienfaits" et certains "méfaits" possibles. Les "bienfaits" réels de la technologie ont été déjà suffisamment décrits et analysés pour qu'il ne soit pas nécessaire de s'y étendre ici. Ils seront seulement évoqués. Par contre, les "méfaits" possibles sont très rarement abordés de façon pertinente en dehors de tout esprit de contestation agressive et partisane ; c'est pourquoi ils seront analysés plus finement (sans que cela implique nulle part un quelconque jugement de valeur sur la prépondérance des "méfaits" sur les "bienfaits").

1) La distanciation

Méfais possibles : - privation de rapports directs avec le milieu naturel, sans doute nécessaires à une vie harmonieuse ;
- dégradation qualitative de ces rapports.

Bienfaits auxquels ils sont liés :

- protection contre les agressions de la nature ;
- libération de nombreuses contraintes.

2) La technologie envahissante (du fait qu'elle ouvre de plus en plus de possibilités tentatrices)

Méfais possibles : - bouleversement des équilibres écologiques, éthologiques, socio- et géopolitiques ;
- décalages socio-économiques (ex. : chômage devant les nouvelles activités) ;
- inconvénients lointains (dans le temps et dans l'espace) et imprévus ;
- création de "besoins" artificiels et obsolescence accélérée des produits-gaspillages associés.

Bienfaits auxquels ils sont liés :

- les mêmes qu'en 1), plus productivité accrue ;
- satisfaction accrue pour de nombreux besoins réels.

En outre : seule une technique plus éclairée, et non une régression technologique, vers des tâches périmées permet d'éviter les méfaits,

3) La dimension des complexes technologiques

Méfais possibles : - parcellisation du travail ;
- perte du sens humain de l'activité productrice ;
- disjonction travail-plaisir.

Bienfaits auxquels ils sont liés :

- économie d'effort et de matière pour une production égale ou accrue.

En outre : la disjonction travail-plaisir est plus ancienne et plus fondamentale que la technique moderne de masse ; de nombreux développements techniques sont orientés vers l'élimination du travail pénible ; d'autres s'appliqueront sans doute à la promotion du travail gratifiant.

4) La concentration technologique

Méfais possibles : - transformation d'incidents en catastrophes ;
- vulnérabilité des grands systèmes à des blocages locaux de leurs centres nerveux.

Bienfaits auxquels ils sont liés :

- essentiellement les mêmes qu'en 1).

En outre : on peut remédier au développement déséquilibré de la concentration en y instaurant une souplesse dans la capacité de décentralisation à la demande (par exemple : l'informatique répartie) ; ici encore, il faut une réorientation et non un abandon de la technologie.

5) L'instrumentalité technologique

Méfais possibles : - l'individu, noyé dans l'anonymat, perd son statut de sujet et se trouve réduit à être un instrument, un objet : moyen de production ou opérateur économique (la "cible" du marketing) ;
- mise en carte des individus, atteintes à la vie privée.

Bienfaits auxquels ils sont liés :

- efficacité du travail coordonné ;
- division rationnelle du travail et fluidité monétaire (liquidité), permettant à chacun de jouir des produits de nombreux talents en n'ayant à en exercer qu'un seul.

En outre : le problème posé par les méfaits indiqués est à résoudre par une politique sociale, une gestion des personnels, une réglementation de l'état-civil informatique appropriées, mais non pas une régression technologique (cf 3)).

6) La collaboration nécessaire

C'est celle qu'impose aux individus la logique extérieure complexe de la "méga-machine" à laquelle ils appartiennent. Cette "collaboration nécessaire" s'oppose à "coopération".

Méfaits possibles : - n'entrer que dans des relations associatives ou contractuelles, purement "objectives", et non conviviales (chacun utilisant tour à tour l'autre comme un moyen).

Bienfaits auxquels ils sont liés :

- en gros, les mêmes qu'en 5), se retrouvant au niveau collectif plutôt qu'individuel.

En outre : dans une certaine mesure, c'est l'homme lui-même qui crée la convivialité de sa relation avec l'autre, laquelle peut très bien se surajouter à une relation de départ purement "objective". En soi, ce n'est donc pas la technique qui tue la convivialité (celle-ci s'établit d'ailleurs mieux dans un tissu de liens associatifs que dans un système de rapports conflictuels) ; la solution au problème est d'ordre éthique et non technologique ou anti-technologique.

7) L'élitisme technologique

Méfaits possibles : - technocratisme ; pouvoir de fait, en marge du pouvoir statutaire ;
- séparation des langages ;
- nouveaux modes subtils de délinquance.

Bienfaits auxquels ils sont liés :

- essentiellement les mêmes qu'en 5).

En outre : s'il faut (contre un certain élitisme) résorber les inégalités dues à la naissance, à la fortune ou à la culture reçue, il restera le "hasard" des différences biologiques nécessaires à l'évolution et sans lesquelles les méfaits de l'uniformité produiraient une civilisation de cauchemar. Les désirs des individus (en initiative, en responsabilité, ...) ne sont pas également répartis, et tant mieux.

8) L'armement technologique

Méfaits possibles : - destructions massives (version militaire du gigantisme technologique).

Bienfaits auxquels ils sont liés :

- protection de l'homme contre l'agressivité humaine ;
- libération de la dure loi de la force physique corporelle ou démographique, dans les conflits, pour les individus ou les nations.

En outre : "si vis pacem, para bellum" reste, peut-être malheureusement, vrai.

9) La vie rendue facile par la technique

Méfaits possibles : - affaiblissement individuel et surtout génétique de l'homme protégé, sécurisé, aseptisé ; absence de sélection naturelle ;
- création de nouveaux besoins sophistiqués ;
- extinction démographique des "nantis".

Bienfaits auxquels ils sont liés :

- tous ceux qui ont été mentionnés.

Sur ce point (comme sur la plupart des autres), on est renvoyé au problème des Valeurs. Exemple : concernant la technologie de l'anticonception, qui rend possible la disjonction du "travail" et du "loisir" dans le domaine sexuel, et qui semble menacer la démographie des pays occidentaux : à tout prendre, vaut-il

mieux, à long terme, peu de gens heureux, relaxés, puis (peut-être) blasés et/ou submergés par des populations plus vivaces, ou, au contraire, une plus haute appréciation de la transmission de la vie comme l'un des modes d'accomplissement privilégiés de l'"échange symbolique" : extension de la convivialité au triangle familial initial et, à travers lui, à la suite des générations ? Ce n'est pas la raison technicienne qui peut donner la réponse.

EN GUISE DE CONCLUSION

Il convient d'abord de dissiper ce "nuage d'illusions" qui nourrissent en partie les réactions anti-technologiques actuelles : illusion d'une exigence de "perfection" projetée sur la technologie que l'on rejette ensuite à cause de ses nécessaires imperfections ; illusion qu'une régression technologique serait collectivement possible de façon volontaire, etc...

Il faut cesser de projeter sur des "boucs émissaires technologiques", et de façon irrationnelle, des difficultés et des défaillances dont les racines se situent ailleurs, et bien souvent au niveau humain de l'éthique et des systèmes de valeur.

Il faut, par une meilleure compréhension de l'évolution actuelle, en profondeur, des "systèmes de valeurs", diagnostiquer clairement ce qui doit changer dans cette "méga-machine" technologique qu'est devenue notre société industrielle, si l'on veut réduire réellement les "tensions" qui s'accumulent et que traduisent de façon confuse et souvent erronée les réactions anti-technologiques.

Si un tel effort de lucidité est entrepris, les entreprises ne manqueront pas de découvrir devant elles de nouveaux champs d'activité possibles, mais à condition d'accepter les mutations nécessaires.

CHAPITRE 3

LA FONCTION D'INNOVATION TECHNOLOGIQUE DANS L'ENTREPRISE

(d'après un exposé d'André TEISSIER du CROS)

I - EXPOSE DE M. TEISSIER du CROS

L'expérience montre qu'il existe des "lois" permettant de décrire l'évolution du tissu industriel.

Cette évolution est elle-même commandée par l'existence de "besoins" humains à satisfaire. Mais est-il possible de structurer et classer ces "besoins" sans introduire de pré-supposés "idéologiques" ?

On peut se contenter de hiérarchiser les "besoins" suivant un seul critère : le degré d'"urgence" (voir Fig. 1 en fin de chapitre). On constate que le progrès dans la satisfaction est d'autant plus rapide que l'on descend plus bas dans l'échelle d'urgence. Et il en est de même de la "santé des producteurs" correspondants qui est directement liée à ce progrès.

Mais il n'y a pas que des entreprises travaillant directement à la satisfaction des besoins du public. Il y a toute une structure complexe de producteurs intermédiaires : énergie et ressources naturelles, composants et semi-ouvrés, équipements industriels, produits grand public.

Pour classer l'ensemble des professions industrielles, on peut recourir à un modèle imagé (fig. 2) qui évoque la forme d'un poulpe. Ce schéma illustre très bien la morphologie des processus industriels, en particulier les phénomènes suivants :

- le taux d'innovation est le plus élevé dans la "tête" (biens intermédiaires à technologie jeune) ;

- plus on se rapproche des besoins urgents et immédiats de l'homme, ou de la "nature" (agriculture, extraction des ressources naturelles), plus le taux d'innovation diminue ;
- l'innovation dans la "tête" commande l'innovation dans le reste du "corps";
- les technologies de pointe apparaissent dans la "tête" puis diffusent dans le reste du corps.

Morphogénèse des entreprises

Une profession sera d'autant plus susceptible de vieillissement et de mutation qu'elle se trouve dans une zone du processus industriel à fort taux d'innovation (position dans l'"espace technologique").

L'évolution, depuis l'industrie "naissante" à l'industrie "adulte" puis "vieillissante", est liée à la "vitesse de concentration". La structure professionnelle passe par six phases qui correspondent assez bien aux phases de vie d'un produit depuis son apparition jusqu'à son déclin (voir Fig. 3 et 4) :

- dispersion statique,
- dispersion satellisée,
- dispersion dynamique,
- transition,
- concentration dynamique,
- concentration statique.

Un moyen de se prémunir contre les risques de "vieillissement" de l'entreprise consiste à définir la "vocation" de celle-ci non pas en termes "conservateurs" (compétences déjà acquises, type de produits "traditionnel" de l'entreprise, etc...) mais en termes de "services à rendre" et de "besoins à satisfaire". C'est la seule voie possible pour gagner la "sécurité à long terme", au prix d'un risque limité (et accepté) à court terme.

Evolution des produits et évolution de l'Entreprise (Fig. 6 et 7)

Le produit peut être défini comme une "matrice transformant des technologies en satisfaction de besoins. Cette transformation s'opère à travers une "chaîne de fonctions" (Fig. 6) : à un stade donné de l'évolution d'un produit, chacune de ces fonctions caractéristiques reçoit un type de solution technologique déterminé.

Un produit "vieux" est alors caractérisé par une "chaîne fonctionnelle" sur laquelle le progrès n'est plus possible que sur un seul maillon (ex. l'Automobile avec les pneumatiques, Kodak avec le ratio sensibilité/grosseur de grain).

Avec la "nouvelle technologie", on a, au début, des performances inférieures (ou des coûts supérieurs) à celles (ou ceux) des technologies déjà en place, mais les progrès sont possibles sur tous les maillons de la chaîne fonctionnelle.

Autre trait typique : le vieillissement d'une technologie s'accompagne en général de la sclérose du personnel de R et D.

Analyse morphologique des activités industrielles

L'entreprise apparaît comme un système dont la fonction est de valoriser des ressources, ou, plus précisément, de rechercher la meilleure valorisation dans le but d'une conquête d'avantages concurrentiels. L'outil pour y parvenir est l'"analyse morphologique", c'est-à-dire l'analyse des critères de valorisation (pour une entreprise donnée ou un type d'activité donnée) des ressources disponibles (financières, commerciales, industrielles, technologiques).

L'expérience a permis de définir une grille de critères morphologiques tout à fait générale (voir fig. 8). Elle permet :

- de formuler la "vocation" d'une entreprise et de créer un consensus sur cette formulation ;

- de décrire "ce que l'entreprise veut faire demain" (vers quelle morphologie elle veut aller) ;
- de décrire la morphologie de tout projet industriel susceptible d'intéresser l'entreprise (sans définir technologiquement ce projet). Voir Fig. 9 ;
- de proposer à l'entreprise de se développer par une diversification optimale (activité à 80 % nouvelle mais utilisant 80 % de ce qu'on sait déjà faire) ;
- de décrire dans un langage commun toute opportunité nouvelle (invention, licences, résultat de recherche, représentation commerciale, entreprise cherchant partenaire ou acquéreur, etc...).

La "grille" comporte une vingtaine de critères. Certains, parmi les plus importants, sont d'usage peu courant :

- le ratio C.A./Franc Investi (/ C.A.// I), c'est-à-dire le "taux de capital". C'est ce taux qui est en fait significatif du style de gestion et du type de compétences financières de l'activité ;
- la "démonstrabilité" du produit, qui influence largement l'organisation commerciale ;
- la "valeur au kilo" du genre de produit caractéristique de l'activité. Ce critère reflète le degré de "dépendance logistique". Une entreprise doit veiller à ne pas s'éloigner trop brutalement de sa valeur habituelle. En général, les entreprises dérivent lentement vers des "valeurs au kilo" de plus en plus élevées.

Les opportunités

Une "opportunité" est une possibilité concrète, soit de vendre immédiatement sur un autre marché, soit d'acquérir rapidement un savoir-faire ou un potentiel complémentaire, soit de valoriser une recherche, son résultat ou ses retombées technologiques.

On peut distinguer :

- les rapprochements, filiales communes, etc...
- licences de produits, de procédés, d'invention,
- les accords commerciaux.

D'une façon générale, on constate que les entreprises font de plus en plus appel aux "opportunités" extérieures pour leur développement : car le délai d'innovation sur ressources propres devient trop long, et bien souvent ne permet pas d'atteindre dans les délais voulus un objectif de développement.

Les "sources d'opportunités" : c'est un ensemble de 100 à 200 organismes appartenant à une vingtaine de pays, et formant un véritable réseau fonctionnel.

On distingue dix grandes familles d'organismes ou de partenaires pouvant constituer des "sources" :

- entreprises novatrices et laboratoires privés de recherche,
- filiales de développement ou services "licensing" d'entreprises importantes,
- agences de valorisation gouvernementales et laboratoires publics,
- universités,
- courtiers en acquisitions ou en licences,
- banques,
- sociétés de capital-risque,
- sociétés de conseil en développement,
- services commerciaux d'ambassades et chambres de commerce,
- conseils en propriété industrielle.

C'est en utilisant ces diverses sources d'informations que l'entreprise pourra faire sa "mise à jour technologique", base indispensable pour définir une politique de développement pertinente.

Des tentatives ont été faites de créer des "banques d'opportunités" (systèmes d'information automatisés) interrogeables par mots-clé, etc.. Cela marche mal pour l'instant, car pour trouver l'opportunité répondant au profil cherché, il faut brasser beaucoup trop d'informations. Pour les grandes entreprises, il y a d'autres cheminements plus efficaces ; et pour les petites entreprises, avec un système de "mailings" spécifiques en cascade, on cerne assez vite les quelques partenaires intéressants.

Le réseau TRANSINNOV (du Ministère de l'Industrie) a commis l'erreur d'adopter la langue française obligatoire, d'où une base d'informations incomplète et insuffisante ; de plus, on favorise trop l'"invention". Les A.R.I.S.T. prétendent aider les PME à l'aide de cette Banque de données...

I - QUESTIONS ET DISCUSSIONS

- Question :

A propos de l'allongement du délai d'innovation sur ressources propres, il est à remarquer que l'on a très souvent intérêt à acheter des brevets (cf le problème de la "balance des brevets"). Mais pour cela, il faut que la "mise à jour technologique" soit bien faite (base d'information sur les "opportunités"). Cette exigence est beaucoup plus importante que l'"indépendance technologique" souvent invoquée à tort (exemple de la Fonderie sous vide, avec les Japonais).

- Réponse :

Le phénomène d'"allongement du délai d'innovation" tient à diverses causes, en particulier :

- l'alourdissement du processus de décision dans les entreprises. Le "démontrable" devient alors difficilement démontrable (ex : problème des produits cancérigènes, etc...);

- poids croissant des réglementations (ex : le radiotéléphone qui s'est beaucoup moins développé en France qu'aux USA ou dans d'autres pays européens, à cause de la réglementation). Nous nous ingéniions à alourdir le processus innovatif par les réglementations et les contrôles ;

- la pression fiscale qui pénalise les "super-profits" avec lesquels on fait finalement les produits qui "réussissent". C'est cette influence qui constitue en définitive le plus grand frein à l'innovation. Quelques chiffres éloquentes sur la pression fiscale :

Japon	:	25 %
USA	:	39 %
France	:	supérieur à 40 %

Il serait sans doute intéressant d'utiliser le modèle de la "pieuvre" et la grille d'analyse morphologique pour "faire des pronostics" sur l'émergence d'une innovation donnée : le critère de succès d'un projet dépend souvent d'un effort à faire à plus court terme sur un "maillon" de la chaîne et dont le succès est encore plus ou moins incertain (ex : l'ordinateur et la télé-réservation dans les chaînes d'Hôtels, envisagés dès 1940, mais qui pourtant n'a pu se réaliser effectivement que bien plus tard).

- Question :

On a souvent écarté des possibilités d'innovation résultant d'un transfert de travaux de recherche de grandes entreprises vers des PME pour de mauvaises raisons. Que faire pour valoriser ces possibilités ?

- Réponse :

De tels abandons sont souvent le fait de la grande entreprise. Celle-ci est en général très active jusqu'au stade du développement de laboratoire ; mais quand on arrive au stade d'une négociation commerciale, le labo de la grande entreprise en réfère plus haut et les choses s'enlisent. Aux USA, il y a dans les entreprises un "Département de Négociation de licences" qui a compétence commerciale. De cette façon, les transferts se négocient plus efficacement et plus rapidement. D'où des flux financiers de redevances beaucoup plus importants aux USA.

La cause principale du blocage en France, c'est que le labo de la Grande Entreprise n'a pas de compétences suffisantes pour négocier, ou bien qu'il a pour mission de travailler dans tel domaine bien délimité. Il faudrait que pour chaque problème nouveau se posant à l'entreprise, on trouve le ou les labos qui ont la solution du problème.

- Question : En matière de création d'entreprises et d'emplois, comment faire pour innover à cet égard ?

- Réponse :


Il faut faire un travail de "recherche de procédés" et découvrir des solutions justifiant des sous-traitances dans des domaines d'activités manufacturières (la sous-traitance présente beaucoup d'avantages : pas de licences, etc...).

Autre voie : les activités commerciales. En France, nous avons beaucoup de retards structurels dans ce domaine : Ainsi, rien qu'en négoce technique, 600 entreprises dont la plus importante n'a que 50 salariés. En Angleterre, les six premières sont cotées en bourse ; de même en RFA. Il y a là des affaires commerciales à lancer, soit par rachats, soit par création pure et simple.

FIGURE 1

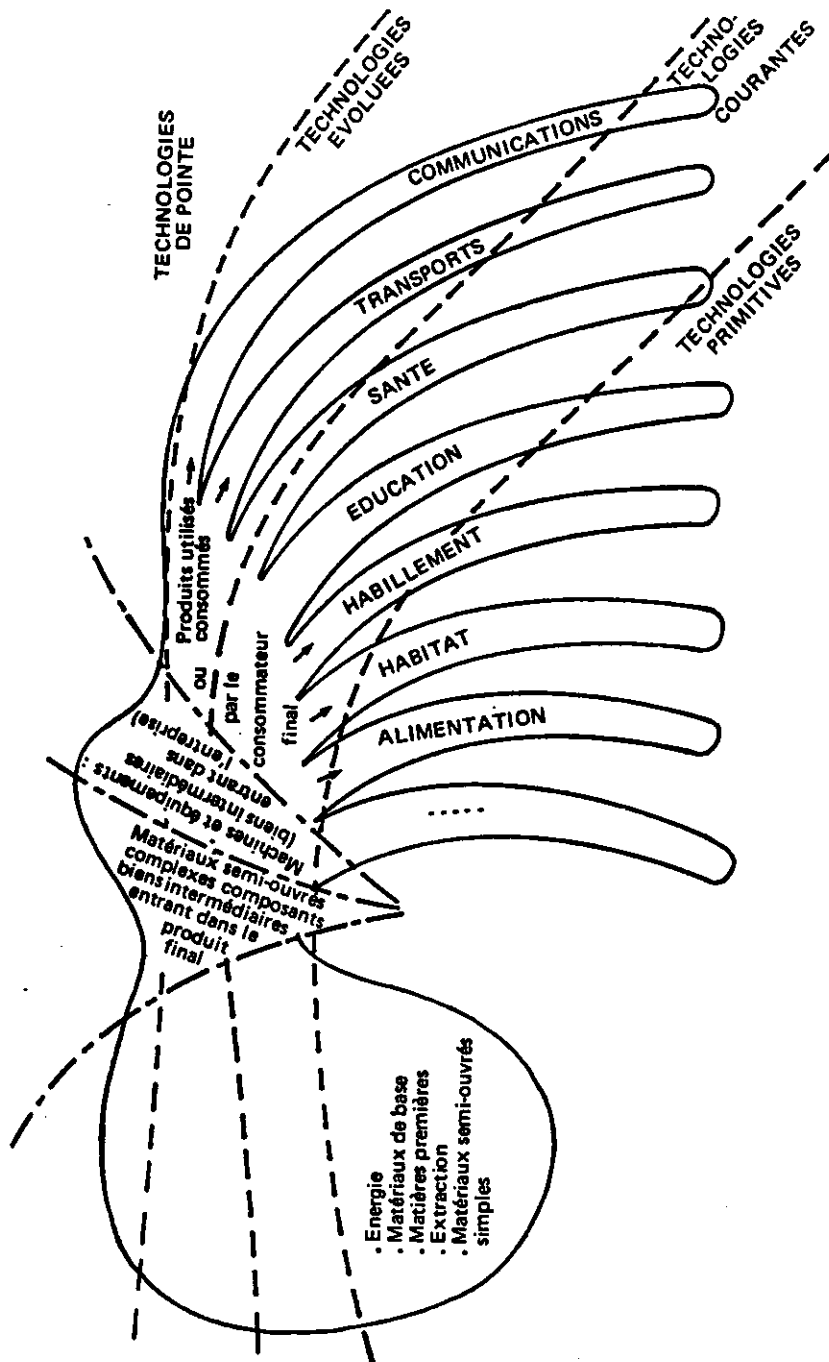
22 LA RECHERCHE D'ACTIVITÉS ET DE PRODUITS NOUVEAUX

Santé des producteurs	rythme d'innovation des produits	besoin
CRISE (lait, vigne)	PRATIQUEMENT AUCUN CHANGEMENT	BOIRE
CRISE (agriculture, élevage) IND. ALIM. : VARIABLE	quelques innovations mineures MALNUTRITION $\frac{2 \text{ homm.}}{3}$	MANGER
CRISE du logement, urbanisme sauvage, bidonvilles	INNOVATION lente et mal adaptée	SE LOGER
MAUVAISE SANTE textile, confection	de LENT à MOYEN	S'HABILLER
CRISE EXPLOSIVE (revol. étudiante productivité décroiss.)	LENT	INSTRUIRE SA PROGENITURE
de MEDIOCRE à EXCELLENTE	PROGRES SENSIBLES	GUERIR
BONNE	PROGRES ACCENTUES	SE TRANSPORTER SANS FATIGUE
CROISSANCE PROSPERE	PROGRES TRES ACCENTUES	COMMUNIQUER A DISTANCE
PROSPERITE GENERALE	PROGRES «explosifs»	SE DEFENDRE

 taux d'innovation

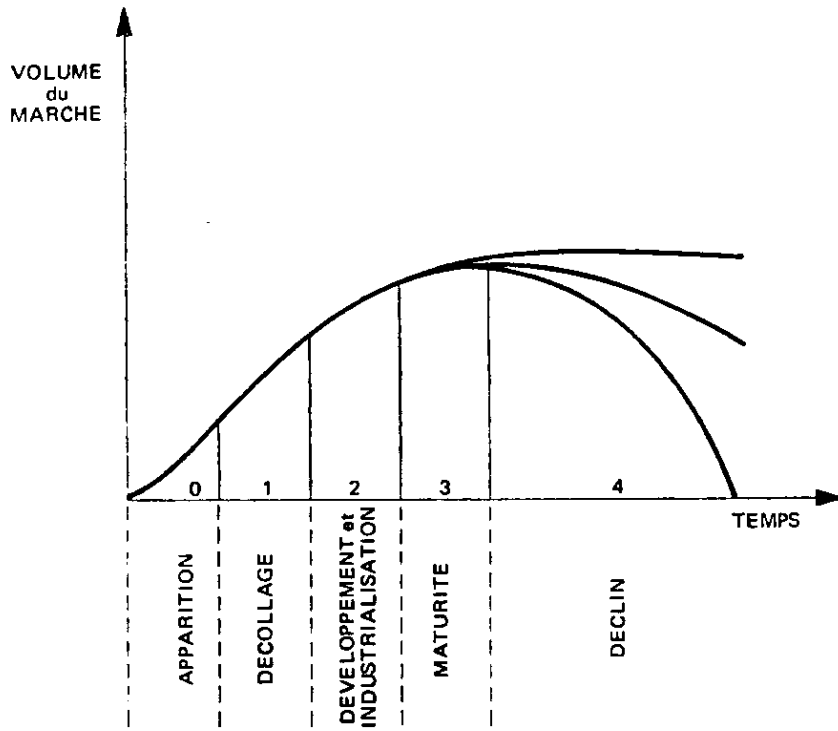
Les besoins, du plus fondamental, au plus sophistiqué, s'identifient en isolant des hommes dans un désert et en voyant successivement de quoi ils risquent de souffrir.

FIGURE 2



Morphologie du processus industriel.

FIGURE 3



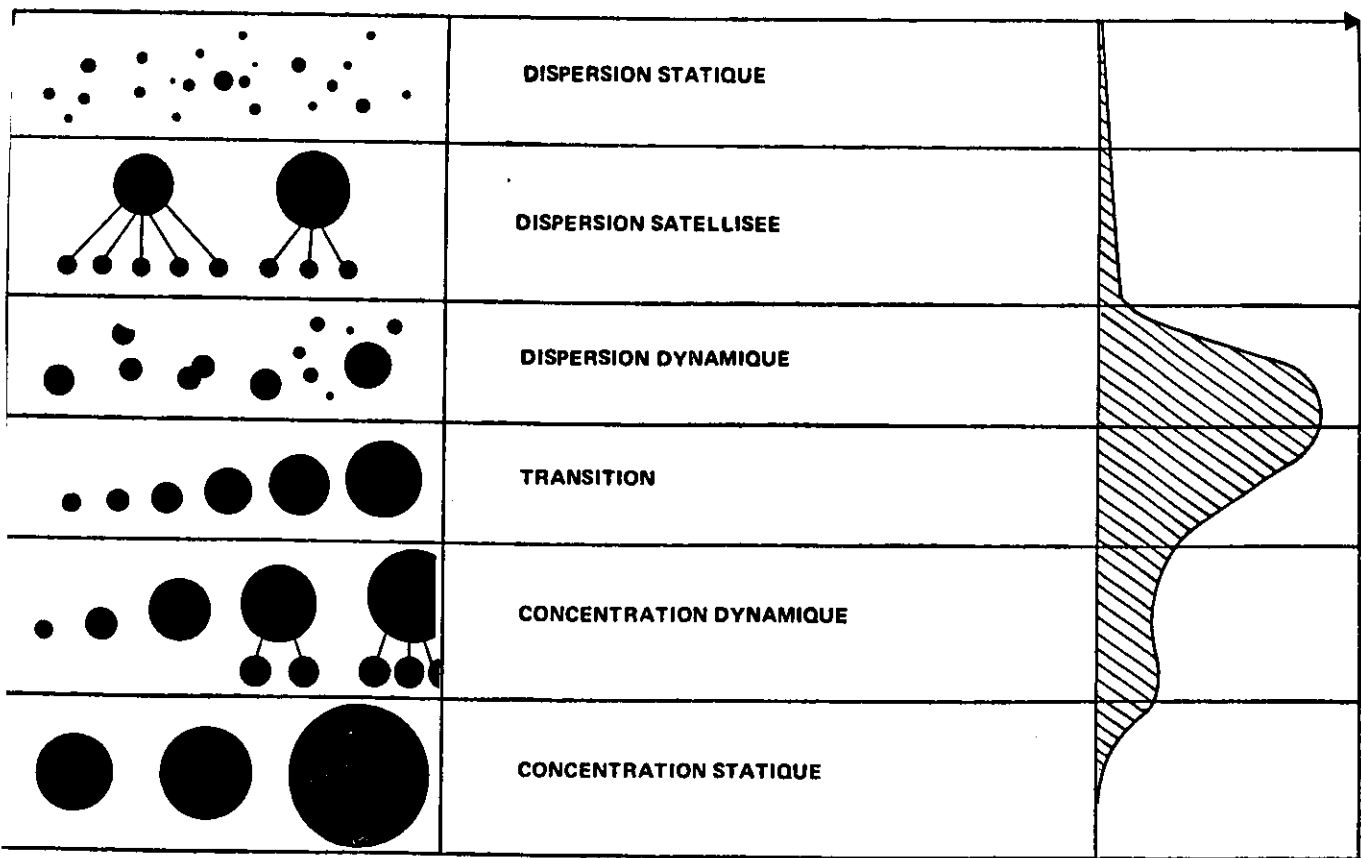
STRUCTURE PROFESSIONNELLE	Une seule entreprise	Eastman Kodak vers 1900
	Dispersion dynamique	L'automobile américaine en 1920
	Transition	La machine-outil aujourd'hui
	Concentration dynamique	L'automobile européenne aujourd'hui
	Concentration statique	L'extraction charbonnière aujourd'hui

Phases de vie d'un produit.

FIGURE 4

LES STRUCTURES PROFESSIONNELLES

TAUX D'INNOVATION OBSERVE

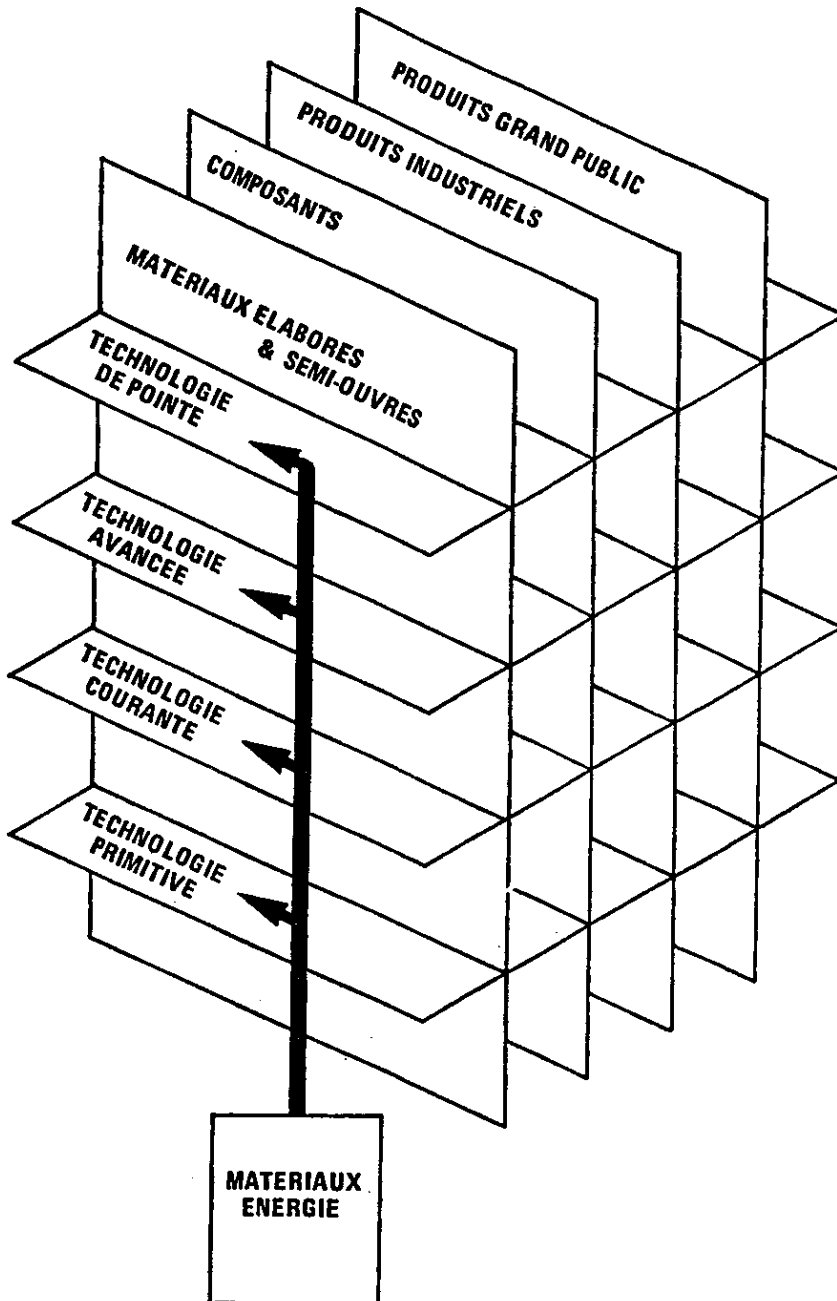


REPRÉSENTATION DE LA STRUCTURE

APPELLATION DE LA STRUCTURE

FIGURE 5

40 LA RECHERCHE D'ACTIVITÉS ET DE PRODUITS NOUVEAUX



L'espace technologique.

FIGURE 6

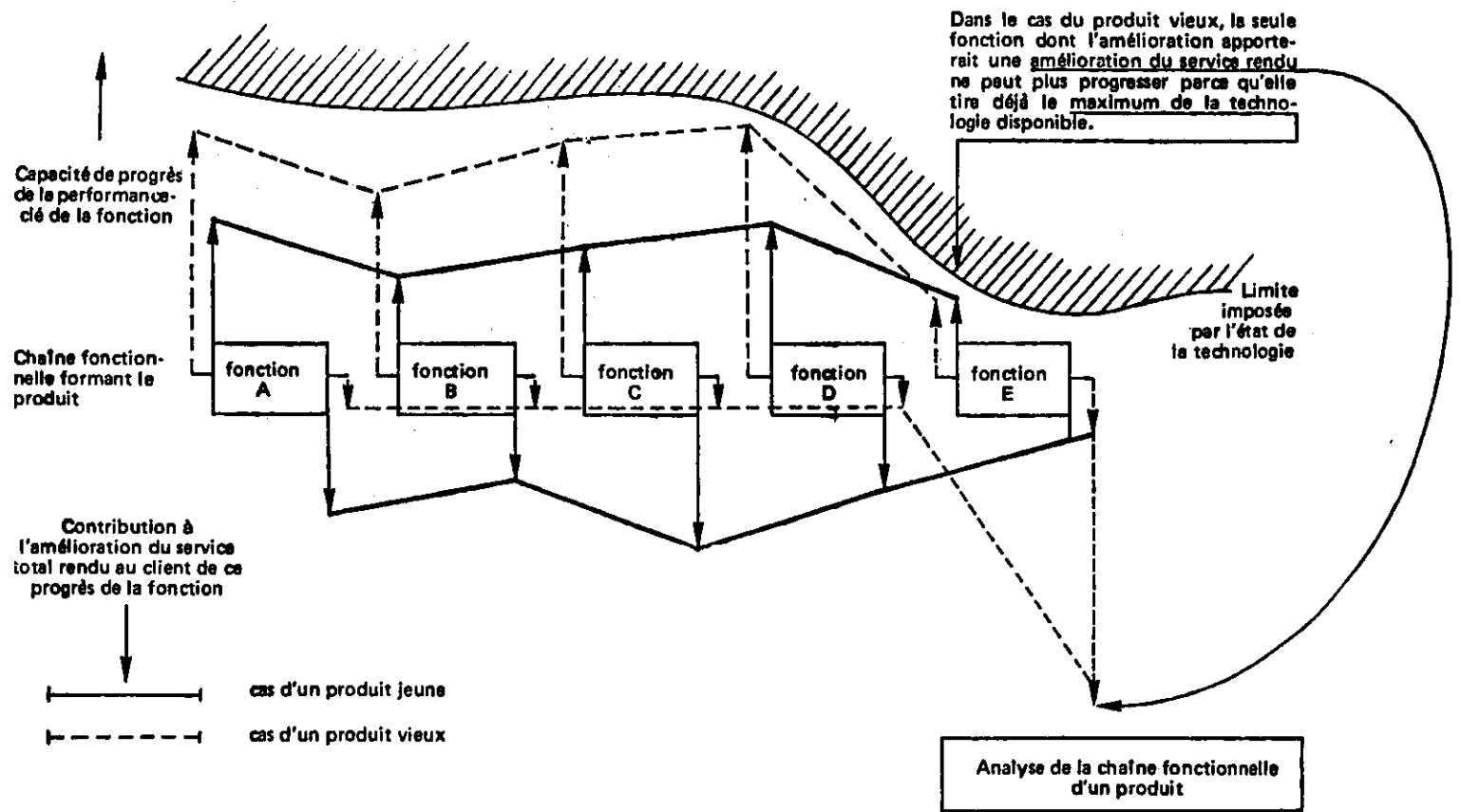


FIGURE 7

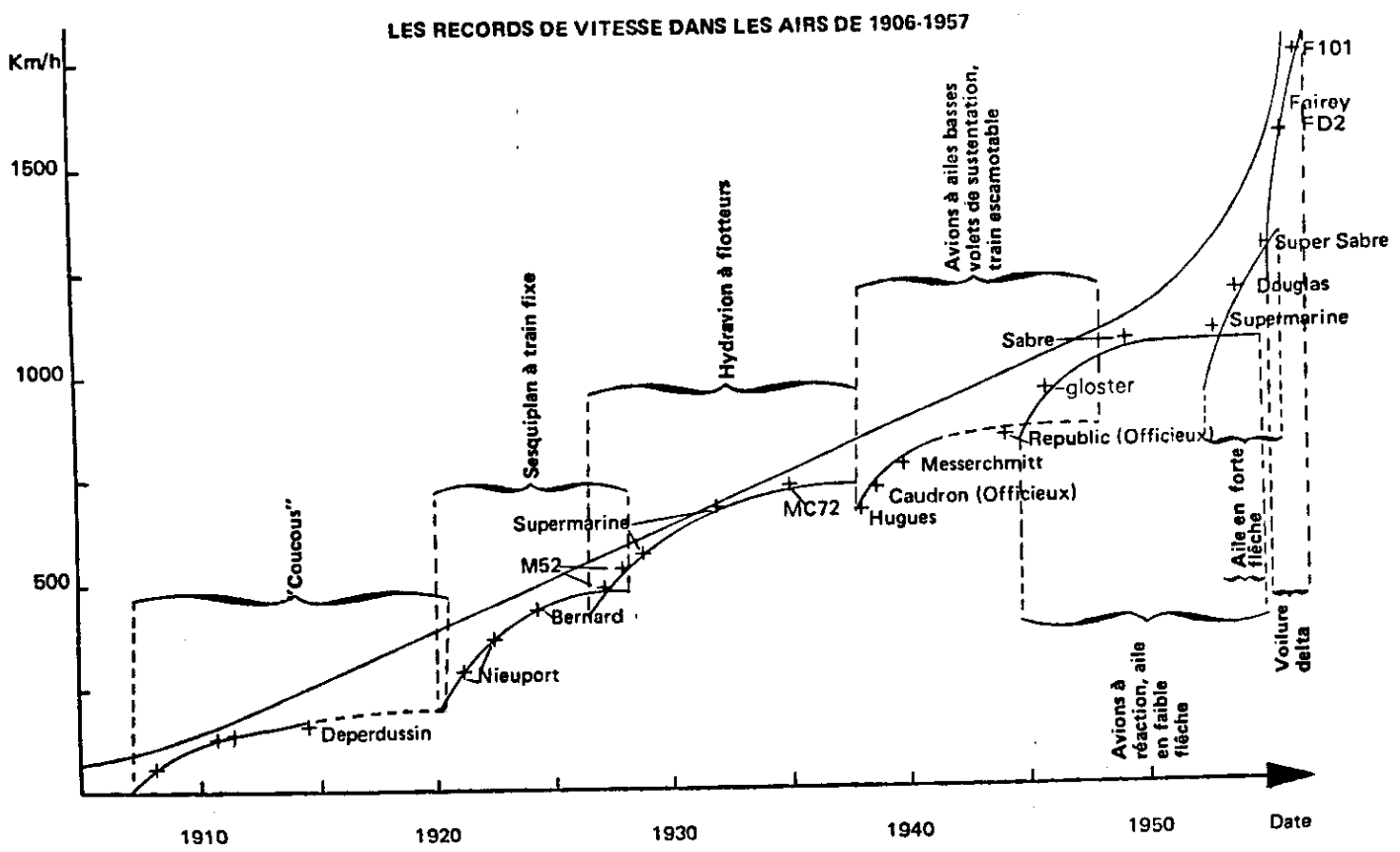


FIGURE 8

GRILLE MORPHOLOGIQUE DES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES

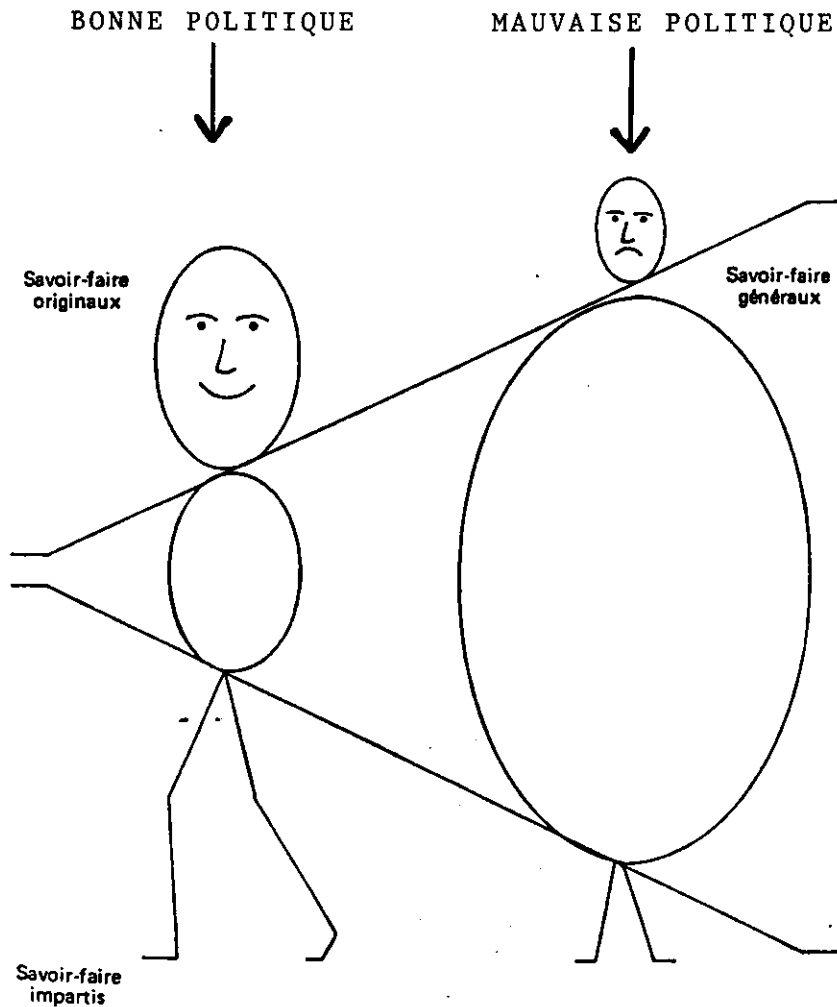
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A B C D	ECONOMIE	C.A. type (M.F.)	4	<0,3	0,3 à 1	1 à 3	3 à 10	10 à 30	30 à 100	100 à 300	300 à 1000	1000 à 3000	>3000
		Investissement type (M.F.)	0	<0,3	0,3 à 1	1 à 3	3 à 10	10 à 30	30 à 100	100 à 300	300 à 1000	1000 à 3000	>3000
		Invest. R et D type (M.F.)	1	Nul	<0,3	0,3 à 1	1 à 3	3 à 10	10 à 30	30 à 100	100 à 300	300 à 1000	>1000
		Taux de capital ΔC.A. / ΔI	3	<0,3	0,3 à 1	1 à 3	3 à 10	>10					
E F G H J K L M N	PRODUIT - MARCHÉ DISTRIBUTION	Structure	2	Grand public	Entreprise	Prof. hors entreprise	Négoce	Collectivités	Etat				
		Classe de produit	2	Consom. individuel	Equip. indiv. éphémère	Equip. indiv. durable	Habitat et assim.	Matér. Consom. inclus.	Composant élém.	Composant complexe	Equip. de produc.	Equip. général	Services
		Genre de distribution	2	Détaillant	Grossiste détaillant	Coopérative	Centrale d'achat	Grande surface	Agent exclusif	V.R.P.	V.P.C.	Vendeurs salariés	Vente relationnelle
		Après-vente	2	Fort	Moyen	Occasionnel ou léger	Nul						
		Commande type	1	Unitaire	Quantité (lot)	Marché							
		Démontrabilité	2	Très forte	Forte	Moyenne	Faible	Très faible					
		Chaîne décid. prescripteurs	2	1 décideur	Léger	Importante	Complexe						
		Dépendance environnement	1	Nulle	Faible	Moyenne	Forte						
		Vocation internat.	1	Nulle	Faible	Forte							
		P R S T U	TECHNOLOGIE ET PRODUCTION	Dépendance logistique F/Kg	2	<1	1 à 3	3 à 10	10 à 30	30 à 100	100 à 300	300 à 1000	>1000
Sophistication	1			Pointe	Evoluée	Courante	Primitive						
Main-d'œuvre	1			Rare/Qualifiée	Rare/Courante	Normale/Qualifiée	Normale/Courante	Abondante/qualifiée	Abondante/courante				
Genre de production	1			Processus	Manufacture	Matière grise	Distrib.	Négoce	Artisanat	Chantier			
Rythme de production	1			Unitaire sur : Spécification		Petite série	Moyenne série	Grande série	Masse				

FIGURE 9

		Profil demande				Profil offre		
ECONOMIE	A	C.A. Type M.F.			3 à 10	10 à 30		1 à 3
	B	Investissement industriel et Com. type M.F.	0,3 à 1	1 à 3	3 à 10			1 à 3
	C	Investissement R et D type M.F.	Nul	<0,3	0,3 à 1	1 à 3		0,3 à 1
	D	Taux de capital CA _T			1 à 3			1 à 3
MARCHÉ - DISTRIBUTION	E	Structure	entre-prise	profess. hors entrep.	négoce			profess. hors entrep.
	F	Classe de produit			habitat et assim.	meuble consommable industriel	composant élémentaire	habitat et assim.
	G	Genre				Agent exclusif		Agent exclusif
	H	Après - Vente			Occasionnel ou léger			Occasionnel ou léger
	J	Commande type	Unitaire	Quantité (Lot)	marché			Quantité (Lot)
	K	Démontrabilité	forte	Moyenne	faible			Moyenne
	L	Chaine décideurs prescripteurs		léger (2)	Importante			léger (2)
	M	Dépendance infrastructure environnement		faible				faible
	N	Vocation internationale		faible	forte			faible
	TECHNOLOGIE	P	Dépendance F/kg Logistique				10 à 30	
R		Sophistication			courante			courante
S		Main d'œuvre			beaucoup qualifiées			beaucoup qualifiées
T		Genre			matière grise	Distrib.		Distrib.
U		Production	Unitaire sur spécification	sur catalogue	Petite série	moyenne série		moyenne série

FIGURE 10



La tête et les jambes.

Ce que l'entreprise est seule à savoir faire, et qui concourt directement à sa vocation doit être sa première préoccupation (sa tête). Tout le reste, théoriquement est la vocation d'une autre profession qu'il faut aller chercher (les jambes) pour le lui confier en achetant en l'état (composants) ou en soustraction directe. Sinon, l'entreprise engraisse (le ventre) d'un fatras de savoir-faire classiques qu'elle ne fait ni mieux, ni moins bien que tout le monde mais qui accaparent vite la gestion par les soucis qu'ils donnent, au détriment de la tête et des jambes.

FIGURE 11

LA GESTION DU PROJET

LES RAISONS DE SE DIVERSIFIER		
	De l'entrepreneur	du financier
LES BONNES RAISONS	<p>A. Nous avons acquis des savoir-faire qui seraient applicables dans d'autres domaines.</p> <p>B. Nous devons suivre notre vocation et elle passe par un nouveau métier.</p> <p>C. Nous devons remonter vers les industries en amont: composants et procédés, car elles contrôlent l'avenir de notre industrie.</p> <p>D. Nous allons subir une mutation technologique et utiliser moins de main-d'œuvre. Préparons sa reconversion, sinon le climat social va se dégrader.</p>	<p>E. La croissance va se ralentir: les ressources humaines seront mal utilisées.</p> <p>F. Grâce à nos savoir-faire originaux, nous réussissons dans notre métier, métier qui est pourtant très difficile. L'investisseur nous fera plus confiance si nous en tirons aussi parti dans un métier plus facile.</p> <p>G. Nous sommes tributaires d'un secteur client dont la croissance va faiblir, et nous n'y pouvons rien.</p> <p>H. Le secteur vieillit. Il est temps de reprendre des risques.</p>
LES MAUVAISES RAISONS	<p>J. J'ai rencontré un tel: il a une idée géniale!</p> <p>K. Notre métier est fichu: il faut faire autre chose, et vite.</p> <p>L. Au fond, je m'ennuie dans cette entreprise...</p>	<p>M. « Nous » gagnons beaucoup d'argent. Profitons-en pour répartir nos risques.</p> <p>N. La société Dupont est à vendre, et c'est une très bonne affaire.</p> <p>P. Nous sommes géniaux: tout nous réussit!</p> <p>R. De toute façon, qu'il s'agisse de maïs, d'hôtellerie ou d'électronique, le dieu-management triomphe toujours.</p>

CHAPITRE 4

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET REDÉPLOIEMENT INDUSTRIEL

(Recommandations pour la Commission DALLE
sur le "Redéploiement")

I - LA VISION DIRECTRICE

Le "redéploiement", même s'il est dit "national", doit se placer d'abord dans un contexte d'échange international, en particulier en matière de technologie ; et il est conditionné, en grande partie, par l'innovation technologique.

L'innovation technologique présuppose la combinaison créatrice de trois composantes essentielles :

- des ressources technologiques (fruits de la R et D),
- des aptitudes à l'innovation au sein des structures industrielles et commerciales,
- la volonté d'entreprendre.

Pour créer des conditions favorables à l'effort d'innovation technologique et à son succès, le Groupe considère comme essentiel :

- de favoriser toutes les idées positives,
- de réduire tout frein dans le processus qui va de la R et D à l'industrialisation,

- d'accroître l'efficacité par l'internationalisation,
- de réduire les entraves dues aux réglementations ou aux statuts administratifs,
- de réduire les résistances individuelles ou collectives à l'innovation technologique,
- de rechercher le meilleur équilibre entre le courant actuel de déconcentration/démassification et le courant traditionnel de centralisation qui demeure nécessaire pour l'exercice efficace de certaines fonctions.

En 1980, la capacité de création industrielle spontanée, c'est-à-dire d'innovation, est en défaut en France, et dans l'ensemble du monde occidental. Aux Etats-Unis, pays novateur par excellence, cette défaillance est reconnue depuis quelques années ainsi qu'en Allemagne. En Angleterre, pays de la révolution industrielle, elle a été constatée dès les années 45-50.

La création industrielle spontanée (nouvelles industries, produits et procédés innovants...) résulte d'une prise de risque de la part des détenteurs d'une épargne quelconque : les personnes physiques, les entreprises, les investisseurs. Les conditions de cette prise de risque sont particulières : les sommes sont faibles en valeur relative ; le délai de réussite est long ; le risque d'échec est grand ; les gains en cas de succès sont exceptionnellement élevés. Ce sont ces gains élevés qui payent pour les échecs, et qui assurent que la création industrielle est globalement rentable pour la société, et joue son rôle de création d'emplois. Ceci se vérifie à trois conditions :

- Il faut que l'innovateur puisse détenir de façon simple un droit de propriété nouveau qui délimite l'espace de la future création industrielle : il peut s'agir d'un bail, d'un brevet ou d'une concession quelconque. La création de nouveaux droits de propriétés est de plus en plus inhibée dans le monde occidental. Dans le cas français, ce sont les monopoles étatiques ou corporatistes qui sont les principaux inhibiteurs (alors qu'aux USA, c'est le non respect des brevets par les tribunaux, résultant d'une fausse interprétation de la législation anti-trust, et la prolifération des réglementations et agréments officiels).

● Il faut que l'innovateur puisse tenter sa chance sur un marché suffisamment grand. Les USA restent favorisés par leur marché intérieur. Le développement du commerce international a favorisé l'Europe, sauf en matière d'innovation. L'Amérique offre à l'innovateur un marché homogène, auquel on accède par des procédures simples, notamment un brevet unique. Le brevet européen constitue à ce titre un progrès considérable. Par contre, en France, l'action de l'Etat a toujours bloqué ou contrarié la négociation de licences étrangères dans les deux sens, privant ainsi l'industriel français de l'idée dont il a besoin, et l'idée française du meilleur partenaire industriel possible.

● Il faut que la pression fiscale globale reste modérée. Des études récentes montrent qu'à partir de 35 à 40 % de pression fiscale, les superprofits de l'innovation n'arrivent plus à compenser les pertes résultant des innombrables échecs, et la pompe de la création industrielle se désamorce. L'Angleterre, la France, l'Europe du Nord, et maintenant les Etats-Unis, ont franchi ce seuil. Le Japon (et la Suisse) pas encore. Toutes les politiques étatiques d'aide à l'innovation ont tenté de soulager le projet innovant par la subvention directe ou par le prêt bonifié. Ces deux politiques ont des effets pervers maintenant connus. Il faut trouver autre chose.

II - LES RECOMMANDATIONS

1 - S'OUVRIR LARGEMENT AUX ECHANGES TECHNOLOGIQUES ENTRE LA FRANCE ET L'ETRANGER

Il s'agit de favoriser ainsi la "mise à jour technologique" de toutes les activités industrielles, commerciales et artisanales. Pour cela, il convient de :

1,1 Favoriser la libre négociation de licences entre la France et l'étranger :

- en rendant marchand et international le Salon INOVA, de façon à lui enlever son caractère de simple "devanture" des Aides de l'Etat en matière d'innovation ;

Institut de l'entreprise

**Rapport d'activité
du groupe de réflexion
sur la technologie**

Jean-Pierre CAUSSE
Claude FUCHS

Mai 1980

S O M M A I R E

	<u>page</u>
LISTE DES MEMBRES	
INTRODUCTION	1
<u>PARTIE I : TECHNOLOGIE ET EMPLOI</u>	5
<u>PARTIE II : PROBLEMES POSES PAR LA GESTION DE LA TECHNOLOGIE</u>	17
CHAPITRE 1 - LA PREVISION TECHNOLOGIQUE	18
CHAPITRE 2 - LES REACTIONS DE LA SOCIETE AU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE	28
CHAPITRE 3 - LA FONCTION D'INNOVATION TECHNOLOGIQUE DANS L'ENTREPRISE	39
CHAPITRE 4 - INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET REDEPLOIEMENT INDUSTRIEL (recommandations pour la Commission DALLE)	58
<u>PARTIE III : THEMES TECHNOLOGIQUE SECTORIELS</u>	64
CHAPITRE 1 - LE PHENOMENE "MICRO-PROCESSEURS"	65
CHAPITRE 2 - LES ENERGIES RENOUVELABLES	74
CHAPITRE 3 - LES BIO-TECHNOLOGIES ET LEURS PERSPECTIVES INDUSTRIELLES	84
CHAPITRE 4 - REDEPLOIEMENT DANS L'INDUSTRIE TEXTILE ET ROLE DE L'INSTITUT TEXTILE DE FRANCE	104

LISTE DES PERSONNES AYANT PARTICIPE AUX TRAVAUX DU GROUPE

<u>Président</u> : M. Jean-Pierre CAUSSE (2ème phase)	SAINT-GOBAIN-PONT-A-MOUSSON
<u>Rapporteurs</u> : M. Henri ANGLES d'AURIAC (pour la 1ère phase)	THOMSON
M. Claude FUCHS (pour la 2ème phase)	THOMSON
<u>Membres</u>	
MM. Christian ALLAIS	Institut de l'Entreprise
Michel BARRAULT	Mouvement Universel de la Responsabilité Scientifique (M.U.R.S.)
Jean BOUNINE	NOVACTION
Mle. Josette BLANCHERIE	Association pour l'Emploi des Cadres (A.P.E.C.)
MM. Marcel H. BOISOT	MB CONSULT
Jacques BOUSQUET	Institut de l'Entreprise
Jacques BRIL	PECHINEY UGINE KUHLMANN
Alain COTTA (1)	Université Paris IX Dauphine
Pierre CHAVANCE	COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE
rempl. Denis DOUILLET	}
Bernard DELAPALME (1)	ELF-AQUITAINE
Claude DUCOT	LEP/PHILIPS
Michel DRANCOURT	Institut de l'Entreprise
Roger GROLLEAU	Groupe des Banques Populaires
Georges GUERON	Société Internationale des Conseillers de Synthèse (S.I.C.S.)
Alain GUY	LAFARGE
rempl. Claude DANIEL	}
Felix LEFEVRE (1)	AIR LIQUIDE
Jean-Daniel LE FRANC	Commissariat Général au Plan
Michel LELONG	ROUSSEL-UCLAF
Denis MARCÉ	Institut Textile de France (I.T.F.)
Guy MATHIEU	EUREQUIP
Yves SAULNIER	TELEMECANIQUE/NUM S.A.
Nicolas THIERY (1)	ARMAND THIERY & SIGRAND
André TEISSIER du CROS	I.D. CONSEIL

(1) Personnes n'ayant participé qu'à la première phase de travail du Groupe.

PARTIE III

THÈMES TECHNOLOGIQUES SECTORIELS

CHAPITRE I

LE PHÉNOMÈNE "MICROPROCESSEURS"

(d'après un exposé de M. Jean-Pierre VASSEUR)

On peut parler de "phénomène microprocesseurs", car il s'agit bien d'un fait technologique majeur de notre époque, appelé à avoir un impact considérable sur la plupart des activités industrielles ou de services. Cet impact sera double : d'une part de nouveaux gains de productivité importants seront obtenus dans toutes les activités touchées et pourront diffuser de plus en plus largement dans la masse du tissu industriel et des services ; d'autre part, une multitude de nouvelles opportunités d'innovation seront susceptibles d'en résulter dans tous les domaines, pour le développement des entreprises.

Avec l'exposé de M. J.P. VASSEUR, le Groupe a fait une première exploration du phénomène dans ses grandes lignes. Mais il est clair qu'il faudra y revenir ultérieurement, de façon plus approfondie.

La première partie de ce chapitre présente un résumé de l'exposé de M. VASSEUR, et la seconde partie indique les principaux points soulevés dans la discussion qui a suivi.

I - RESUME DE L'EXPOSE

Si l'on considère l'évolution des composants logiques depuis les transistors jusqu'aux circuits intégrés actuels, on observe en moyenne un doublement de complexité à prix constant tous les deux ans.

On prévoit que le même rythme de progrès va encore se poursuivre au cours des dix prochaines années. Les progrès sont dûs principalement à l'amélioration régulière :

- des rendements de production,
- des dimensions des substrats en silicium,
- de la finesse des traits des "dessins".

Progrès dans les mémoires

Les mémoires à "bulles magnétiques", apparues depuis peu, coûtent de dix à cent fois moins cher que les mémoires au silicium.

Les "disques souples" font également de gros progrès.

Pour les grosses capacités de stockage, un nouveau type de mémoire "morte" à très grande densité et faible coût/bit, va faire son apparition : le "disque optique", de dimensions voisines de celles d'un disque audio 33 cm, et pouvant contenir environ 10^{10} bits (par exemple : le code civil et toute la jurisprudence).

Progrès des imprimantes

On dispose maintenant d'un large choix de produits relativement peu coûteux : depuis la petite imprimante de quelques milliers de Frs, jusqu'à la bonne imprimante professionnelle de 10 000 Frs.

Par ailleurs, on assiste à l'éclosion d'un phénomène nouveau : l'"Ordinateur personnel", dont le prix de base descend à quelques milliers de Frs.

Les Micro-processeurs

Un micro-processeur est un composant "intégré" contenant dans un même boîtier : des fonctions logiques, un peu de mémoire de travail, une mémoire de programmes, une "horloge" et des interfaces.

Coût approximatif actuel :

1 \$	pour un micro-processeur	" 4 bits"
10 \$	"	" 8 bits"
100 \$	"	"16 bits" très évolué

Le micro-processeur a donné naissance (au niveau système informatique) au "micro-ordinateur" qui met la puissance des précédents "mini-ordinateurs" (et même plus), à la portée d'une couche très large d'utilisateurs individuels. Par exemple : un micro-ordinateur personnel "intégré" coûte environ trente mille francs.

Les micro-processeurs dans la production

Les robots programmables vont prendre une importance croissante dans les processus de production à caractère "discontinu".

De même, le micro-processeur va progressivement envahir le contrôle des processus "continus".

Le micro-processeur permet d'automatiser les fonctions de tests et de contrôle de production ; c'est le cas, par exemple, pour des produits tels que : les platines de tourne-disques, les lave-linge, etc...

Les fabrications de circuits électroniques, avec leurs séquences variées d'"insertion", de "cuisson"... , peuvent être programmées et automatisées. Voir par exemple la fabrication des châssis de récepteurs T.V.

Les micro-processeurs dans les produits

Ils permettent d'incorporer de plus en plus de "fonctions logiques" dans les produits. C'est une véritable explosion. Pour ne citer que "ce qui marche" actuellement : la T.V., les lecteurs de cassettes, les magnétoscopes (télé-commande, programmation, etc...), fours à micro-ondes, lave-linge, etc...

C'est beaucoup plus qu'un "gadget", car ce phénomène remet en cause la structure même de la machine et ses fonctions : exemple des appareils photos automatiques, des applications à l'automobile, etc...

Les micro-processeurs en informatique

La "micro-informatique" est en fait un phénomène plus récent que le précédent, et ce sera la véritable "grande révolution" de l'informatique. Celle-ci

était jusqu'à une date récente un problème de professionnels, avec des spécialistes, etc... Maintenant, elle diffuse horizontalement et verticalement au niveau des individus, dans tous les secteurs d'activité.

On voit apparaître un nouveau négoce "grand public" orienté "informatique personnelle", et on trouve déjà des produits dans le grand commerce traditionnel (FNAC, Grands magasins).

En 1978, on comptait environ 300 000 ordinateurs personnels aux USA, d'un prix moyen de 2 000 dollars.

Pour ce qui est de l'utilisation dans les ménages, on peut citer à l'heure actuelle :

- les jeux électroniques,
- jeu d'échecs (4 machines spécialisées)
- machine à jouer au bridge, pouvant remplacer 1, 2 ou 3 joueurs (avec 200 000 octets de mémoire morte),
- etc...

Mais une multitude d'applications nouvelles apparaîtra dans les années qui viennent.

L'Avenir

On ne voit pas, pour le particulier, un très gros développement des besoins de "calcul" (au sens large), mais par contre, il existe de gros besoins potentiels de consultation de "Bases" (ou "Banques") d'informations.

Les premières formes d'application à grande diffusion commencent à poindre avec : le terminal léger envisagé par les P et T pour la consultation de l'Annuaire (et d'autres services "renseignements" de ce genre), le système VIDEOTEXT, etc...

Dans ce domaine, les problèmes se situeront non pas au niveau des matériels de consultation, mais au niveau des contenus : constitution des banques d'information et financement de ces opérations (qui paiera ?).

Les domaines d'activité dans lesquels l'impact du phénomène sera le plus important à l'avenir :

1. L'Education, qu'il s'agisse des établissements scolaires ou de la formation permanente des adultes (recyclage des individus).
2. Petites entreprises et professions libérales

Le micro-ordinateur pourra souvent être utilisé à la fois à titre personnel et à titre professionnel. De ce fait, il y aura un changement profond dans beaucoup de métiers (par exemple : la gestion d'une boutique pourra être complètement transformée par la micro-informatique). De même pour les professions libérales, avocats, médecins : dans dix ans, tous les médecins actuellement étudiants auront un "ordinateur personnel" (utilisable en automne ou connectable à des systèmes d'information extérieurs) qui sera utilisé pour l'aide au diagnostic, l'aide à la thérapeutique, etc...

Les grands centres hospitaliers alimenteront régulièrement les médecins en programmes et en données sur des supports de mémoire morte à faible coût. Le généraliste deviendra ainsi très capable de diagnostiquer dans de nombreux cas où les seuls spécialistes sont compétents actuellement, et retrouvera ainsi sous des formes nouvelles l'importance qu'il avait perdue, tandis que le nombre des spécialistes sera appelé à baisser. Mais ceux qui subsisteront auront un niveau de technicité encore plus élevé.

3. Grandes entreprises et industries

Des possibilités nouvelles vont apparaître, telles que :

- le report à domicile de travaux de bureau (cf les expérimentations de XEROX à PALO-ALTO, sur le "bureau sans papier", avec des terminaux clavier/écran). Actuellement, ce concept n'est pas économique, mais il le deviendra dans quelques années.
- la gestion des stocks de chaîne dans une usine : ce problème sera résolu en donnant un ordinateur individuel à chaque contremaître responsable d'un atelier (d'où élargissement des responsabilités du contremaître).

- le contrôle de qualité en usine, et statistiques sur défauts des pièces : ces opérations, pour être faites de façon satisfaisante, nécessitent une poussière d'informations qui ne peuvent être saisies et traitées qu'au niveau local. Le micro-ordinateur local est donc bien la solution.

- même genre de problème pour les informations après-vente.

L'évolution technologique

- a) au niveau des matériels (Hardware), deux phénomènes importants :

- il y a de moins en moins de gros ordinateurs en "temps partagé", qui se révèlent peu efficaces par rapport à un ensemble de petits systèmes devenant de plus en plus puissants) ;

- grand développement des accès à des banques de données, ces accès pouvant se faire soit par télécommunication, soit par diffusion de supports enregistrés (magnétiques, ou disques optiques) à un réseau de petits systèmes autonomes de consultation.

Les architectures de machines encore pratiquées actuellement sont très mal adaptées aux nouvelles technologies : les grosses machines à structure multi-microprocesseurs sont en effet inefficaces car elles utilisent l'essentiel de leur puissance à gérer leurs propres interactions. Il faut aller vers des structures réellement décentralisées.

- b) au niveau des logiciels, on est loin d'avoir fait les progrès du matériel. Et la part du logiciel est de plus en plus prépondérante dans les coûts de systèmes.

La production d'un programmeur moyen est d'environ 5 instructions/jour (analyse des problèmes, écriture du programme et sa validation). Ce qui donne environ 100 Frs/instruction.

Suivant le niveau de langage utilisé, on gagne :

- un facteur 1/10 en passant de l'"Assembleur" à un langage type FORTRAN ou BASIC
- encore un facteur 1/10 si l'on passe à un langage type APL
- et sans doute un facteur 2 ou 3 avec un "nouveau langage" encore plus évolué (type EXEL, encore au stade du laboratoire).

La mini-informatique butera donc, elle aussi, sur le problème de la programmation. Deux voies seront possibles, suivant les cas :

- le "programme tout fait" dont le coût (pour l'utilisateur) sera bien inférieur à celui d'un programme actuel,
- le "langage utilisable par tous", car on ne pourra jamais tout pré-programmer. Ce sera le "logiciel démocratique".

Mais il sera toujours nécessaire de "bien formuler son problème", et là sera la vraie difficulté.

Pour conclure, on peut dire que dans ce domaine très évolutif, de nombreuses opportunités seront à saisir pour les industriels qui sauront les discerner.

II - POINTS SOULEVES DANS LA DISCUSSION

- Question : dans le domaine des processus de production, y aura-t-il de nouvelles opportunités de développement à saisir, grâce aux "capacités de miniaturisation liées à la micro-informatique (par exemple, avec le remplacement de grosses machines-outils, souvent surdimensionnées, par des ensembles de machines plus petites donnant plus de souplesse) ?

- Réponse : dans le domaine de la mécanique, la taille des machines est souvent déterminée par la nature des opérations à effectuer. Par contre, dans le domaine de l'assemblage, une telle évolution est certainement possible et

souhaitable. Mais il faut éviter de faire des machines trop complexes. Les activités d'atelier exigent des machines fiables, donc simples. A cet égard, l'exemple japonais est très illustratif.

- Dans le contrôle de processus, et en commande numérique, on bute sur le problème des capteurs. C'est précisément un domaine où il reste beaucoup à faire, c'est-à-dire : des opportunités à saisir.

- M. CAUSSE remarque que la micro-informatique donne un véritable "coup de fouet" à la robotique, et il cite le cas du verre : tant que régnait la philosophie de l'"ordinateur central", les verriers hésitaient à pousser trop loin l'automatisation du "float" ; mais avec les micro-processeurs décentralisés, on a une fiabilité accrue et une souplesse qui permettent maintenant de l'envisager. Mais il y a encore des "professions rebelles".

- M. VASSEUR évoque la réduction progressive des temps de fabrication, grâce à l'automatisation ; et il cite le cas des récepteurs de T.V. où l'on est passé de 14 heures (années 50) à 8 heures, puis à 4 heures ; et l'objectif de 30 minutes est envisagé. Cela signifie qu'en Europe, les deux tiers des usines de T.V. devront disparaître ou se reconvertir à d'autres productions.

D'une façon très générale, ces progrès spectaculaires dans l'industrie électronique ont été obtenus grâce au remplacement des techniques de composants "discrets", par des techniques de production "collective", c'est-à-dire permettant de réaliser simultanément, sur un même composant "intégré" un grand nombre de fonctions élémentaires avec leurs interconnexions. D'ailleurs, même en mécanique, on constate que cette technique de production "collective", typique de l'industrie électronique, tend à s'appliquer, par exemple : les claviers des calculettes, pourtant assez complexes, dont le coût est inférieur à 1 \$.

- Les micro-processeurs et l'automatisation, en transformant complètement la nature des tâches et les conditions de travail, créent un gros problème de formation et d'apprentissage pour lequel la France a pris un retard de dix ou quinze ans. Une action vigoureuse serait nécessaire pour vaincre les résistances humaines, importantes dans ce domaine.

- Il faut toutefois tempérer ces affirmations en remarquant qu'il y a (et il y aura) de plus en plus de cas d'application de micro-processeurs où ces problèmes de "résistance humaine" ne se posent pas, car l'utilisateur "ne voit rien" (exemple de l'appareil photo automatique).

- Les opportunités à saisir pour les industriels se situent au niveau des applications et non pas au niveau des micro-processeurs eux-mêmes dans la mesure où ils sont standardisés : dans ce dernier cas, seules des sociétés US comme TEXAS, INTEL, MOTOROLA, ... ont un marché mondial suffisant pour dépenser 10 M F d'études par an pour un produit périmé au bout de deux ans. Par exemple, pour les circuits VLSI, le dessin du circuit demande environ 100 hommes/années : on ne peut donc pas le faire si l'on ne dispose pas du marché suffisant. On peut citer l'exemple du codeur SECAM sur micro-processeur : un tel produit n'est pas rentable pour un marché de 1 million de T.V. couleur/an (marché français).

CHAPITRE 2

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

(d'après un exposé de M. Jean-Pierre CAUSSE)

I - EXPOSE DE M. J.P. CAUSSE (1)

Il est bon de rappeler quelques ordres de grandeur sur la situation énergétique de la France et son évolution prévisible

- la consommation énergétique de la France en 1977 a été de : 180 Mtep
dont 75 % d'énergie primaire importée,
60 % des importations sous forme de pétrole et le reste (40 %) en charbon
- répartition de la consommation :
 - . 33 % Habitat-Résidentiel/Tertiaire
 - . 35 % Industrie (dont 40 % sous forme électrique)
 - . 18 % Transports

C'est sur le poste "Habitat" que le plus de gains sont à faire en matière d'économies.

- On prévoit que la consommation continuera à croître :

1985	240 Mtep (3,6 % par an jusqu'en 1985)
2000	350 Mtep (2,6 % par an de 1985 à 2000)

Nos efforts porteront en fait sur un ralentissement de croissance plus que sur une diminution de consommation, dans l'avenir. La part du pétrole, qui était en 1975 de 60 %, ne serait plus que de 37 % en l'an 2000.

(1) Le texte qui suit est un condensé assez lapidaire du sujet traité. Le lecteur trouvera des exposés plus complets et plus nuancés dans les documents suivants :

- "Qu'attendre de l'énergie solaire ?" conférence de J.P. CAUSSE publiée par l'Institut Français de l'Energie - 3, rue Henri Heine 75016 PARIS
- Les "Exposés sur l'Energie", publiés par les "Cahiers de l'Académie des Sciences".

- Consommation par tête :

Moyenne Europe	2,5	Tep/tête
U.S.A.	8	"
Pays Afrique/Asie	0,2	"
Moyenne mondiale	2	"

Un problème majeur sera la demande croissante des pays en voie de développement, pendant que celle des pays développés ne diminuera pas.

C'est là un des arguments des "Pro-nucléaires" : "nous devons faire du nucléaire, car il faut laisser du pétrole aux pays en voie de développement sinon, on aura tout dépensé avant que ceux-ci aient pu accéder à la consommation". Cet argument est un peu spécieux.

Examinons successivement les diverses formes d'énergie substituables aux énergies fossiles.

1) LE NUCLEAIRE

Il est considéré par certains comme une "énergie nouvelle". Ici, nous entendrons par les "énergies nouvelles" celles qui concernent le "post-nucléaire".

L'objectif français consiste à stabiliser, par le recours au Nucléaire, la croissance des importations de pétrole, tout en assurant la croissance normale de notre consommation énergétique.

La prévision pour 1985 est actuellement de 45 "tranches" nucléaires en fonctionnement, correspondant à environ 40 000 M.W.

Il y a actuellement 23 centrales en construction et une vingtaine d'autres prévues. L'objectif sera difficile à tenir.

En 1985, le nucléaire représenterait, dans ces conditions, 65 % de la puissance installée. Sa part actuelle est de plus de 15 %.

Un problème sera le transfert des formes d'énergie l'une vers l'autre (puissant argument d'EDF pour le "chauffage électrique intégré"). Dans la conversion thermique/électrique, il faut tenir compte du rendement de Carnot (25 à 30 %). Ainsi, pour EDF, 1 Tep = 4,5 MWh, alors que pour l'OCDE, 1 Tep = 11,6 MWh.

2) ENERGIE SOLAIRE

Elle est attrayante car c'est une énergie naturellement "distribuée".

A un facteur 2 près, tous les pays du globe (régions peuplées) sont égaux (abstraction faite des aptitudes techniques à exploiter l'énergie solaire).

Mais cette énergie est variable, de deux manières :

- variations à caractère prévisible (saisons, cycle jour/nuit)
- variations aléatoires, dues à la climatologie.

D'où l'importance du problème du stockage pour s'affranchir de ces variations.

En France, 1 m² reçoit 1100 kwh/an. En supposant un rendement de 100 %, ce qui est loin d'être le cas avec les procédés de conversion, ceci correspond à 25 centimes/kwh, soit environ 300 Frs/an/m². C'est le "cadeau du soleil". Compte tenu des rendements, on arrivera au mieux à 100 Frs/an/m². Ce n'est pas beaucoup.

Examinons les différentes formes de conversion actuellement envisagées :

a) Conversion photo-voltaïque

L'énergie électrique a l'avantage d'être transportable, mais très mal stockable. Dans la mesure où il s'agirait d'énergie d'appoint, le stockage est secondaire.

La technique des cellules solaires (silicium mono-cristallin) est bien au point, grâce aux satellites.

On obtient à peine 1 kw sur un panneau satellite.

Le seul problème est celui du prix : actuellement, 100 Frs/watt crête installé ou 5 Frs/kwh. Il faudrait descendre à 5/10 Frs/watt pour atteindre la rentabilité économique : c'est-à-dire une baisse d'un facteur 10 à 20, qui semble réalisable à long terme. En attendant, on ne peut que faire comme les USA qui ont tenté de créer une demande artificielle par des achats de l'Administration. En France, le Commissariat à l'Energie Solaire essaie de faire un peu la même chose.

Le rendement énergétique : on sait obtenir 20 % en labo, et 15 % pratiquement. Mais il n'y a pas de limite physique théorique sur laquelle on bute pour se rapprocher de 100 %.

Les avantages : pas d'usure, longue durée de vie, se prête à la production de masse.

Un inconvénient : la réalisation est coûteuse en énergie (bilan global négatif, à cause de l'élaboration du silicium).

L'intérêt actuel : pour l'alimentation d'installations isolées (bali-
ses, stations diverses). Les plus grosses installations actuelles font un peu plus de 1 kw. Des études sont en cours pour des installations plus puissantes. Les USA envisagent même de couvrir les déserts de cellules solaires. En France, on n'envisage pas de Centrales.

Evolution prévisible : les experts prévoient un décollage des marchés à grande diffusion dès qu'on aura atteint le seuil de 1 \$/watt. On y parviendra probablement d'ici dix à quinze ans.

b) La conversion thermo-électrique (centrale solaire)

Il faut distinguer les systèmes à basse température et les système à haute température :

Systèmes à basse température

On utilise des capteurs plans pour produire de l'eau chaude et faire

tourner directement des machines. C'est la SOFRETES qui a réalisé les premières applications dans ce domaine (au Sénégal en particulier), pour le pompage de l'eau et l'irrigation. L'eau pompée constitue la "source froide" de la machine thermique. Il n'y a pas de problème de stockage de l'énergie puisque, quand le soleil paraît, on pompe, et quand il disparaît, on ne pompe plus. Cette technique souple, robuste, a connu un important développement pour des complexes habitat/agriculture dans divers pays du tiers-monde secs et ensoleillés.

De telles installations ne dépassent pas 30 kw électrique équivalent ce qui demande déjà 1500 m² de capteurs. Rendement faible (2 %). D'ailleurs, sur ces marchés, les pompes à photopiles commencent déjà à être compétitives.

Systèmes à haute température

Pour avoir un rendement de Carnot acceptable et des puissances plus élevées, il faut élever la température et donc recourir à la concentration des rayons solaires.

La première "tranche" de technologie est bien illustrée par le système réalisé par la Société BERTIN, avec un miroir focalisant asservi au soleil. On atteint ainsi une puissance de 300 kw. Pour atteindre des puissances de l'ordre du MW et au-delà, on passe à un autre concept : la "centrale à tour", où l'on focalise la lumière d'un grand nombre d'Heliostats.

Dans la solution française (Projet THEMIS), on utilise un fluide de transfert avec du sel fondu et une température de 450°. Cette technique THEMIS s'avère assez coûteuse (en génie civil et en mécanique). Les études ont montré que 10 MW correspondent à un optimum de complexité et correspondent à 1500 Heliostats de 50 m². Pour 1 MW, il faut 5 ha de terrain.

Les USA font une centrale de 15 MW en Californie, fonctionnant en couplage avec une centrale ordinaire pour assurer le pré-chauffage de la vapeur ("repowering").

c) La conversion thermique (chauffage solaire)

Actuellement, c'est la forme la plus développée. On applique le principe de l'"effet de Serre" : on chauffe un "absorbeur" constitué par des capteurs-plans avec du vitrage en verre ne rayonnant pas l'infra-rouge. On obtient une température de 70/80° ; mais on peut dépasser 100° en régions de fort ensoleillement. Il faut alors faire circuler l'eau. On peut faire aussi circuler de l'air ou un autre fluide (huile).

Pour faire de l'eau chaude sanitaire, il faut environ 3 m² de capteurs-plans pour une famille de 4 personnes sous nos latitudes. Pour le chauffage de la même famille (logement de 100 m²), il faut dix fois plus, soit 30 m² de capteurs.

Sous nos latitudes, ni l'eau chaude ni le chauffage ne peuvent être entièrement solaires. Un système complémentaire classique est nécessaire. Il faut donc investir dans deux systèmes et le solaire apparaît alors comme un sur-coût.

Pour l'eau chaude seule, la durée d'amortissement varie de 5 à 10 ans (sans actualisation). C'est le cas le plus favorable car l'utilisation est constante (été comme hiver). C'est pourquoi il existe dans ce cas une aide de l'Etat (prime de 1 000 Frs/chauffe-eau).

Pour le chauffage, il faut 10 à 15 ans pour amortir l'investissement sans compter de probables charges d'entretien sur une telle période. Dans ces conditions, il est difficile de faire démarrer le marché.

Les objectifs officiels fixés par le COMES sont les suivants :

En l'an 2000 : 2 millions de logements (équivalents) équipés de chauffage solaire, et 5 millions équipés d'eau chaude solaire. On économiserait ainsi 7 M Tep (soit 2 % de la consommation projetée. 350 Mtep).

Le chauffage solaire ne peut guère se concevoir que pour l'habitat neuf car il faut trouver la place de grandes surfaces de capteurs. D'où un problème d'architecture et d'esthétique.

L'objectif gouvernemental de 2 millions de logements implique que pendant 20 ans, 30 % de la construction totale (400 000 par an) soit équipés en solaire. Cela représenterait un effort national très important. Or, le marché n'est pas prêt actuellement. Bien que le résultat attendu soit mince, (2 % de la consommation totale de l'an 2000), il faut quand même le faire. Les USA s'y sont engagés, avec des "incitations" allant jusqu'à 50 % du coût pour les chauffe-eau.

Autre problème : qui va s'en occuper industriellement ? Les chauffagistes ? Les grandes entreprises engagées dans le solaire (CGE, SGPM,...) ? La tendance n'est pas encore très claire. De plus, le prix "final" est préoccupant car le rapport (prix final installé)/(prix industriel) sera supérieur à 2. Or, le prix actuel est de 1000 Frs par mètre carré de capteurs installé (tout compris), soit 30 000 Frs pour un logement de 100 m². L'isolation intervient pour beaucoup dans ce coût.

3) LA BIO-MASSE

Ce terme désigne tout ce qui nous vient de la biologie sous son aspect énergétique. On peut considérer que c'est une forme de conversion directe de l'énergie solaire par les processus biologiques. Dans un scénario récent sur les énergies nouvelles, on estime la bio-masse française utilisable à des fins énergétiques en l'an 2000, à 12 Mtep (à rapprocher des 7 Mtep du chauffage solaire).

Les techniques envisageables pour exploiter la bio-masse sont, en gros, de deux types :

- récupération de déchets agricoles (paille, bois, etc...) Une tonne de paille correspond à peu près à 0,4 Tep, plus les coûts de ramassage et de concentration. Mais l'opération serait nettement bénéficiaire. Il faut ensuite en faire du combustible, soit par fermentation (production de gaz CH₄, etc...), soit par transformations chimiques.
- des cultures spéciales : en particulier des algues à croissance très rapide, qui pourraient être cultivées dans les eaux territoriales. Mais il y a des risques écologiques. Sur terre, de telles plantations seraient en outre peu esthétiques et rencontreraient vite des limites dues à la compétition avec d'autres cultures.

Le rendement énergétique (bio-masse)/(énergie solaire) est faible (inférieur à 1 % en moyenne mondiale, et 0,7 % en France), mais le problème du stockage est résolu naturellement.

Une idée intéressante à long terme serait d'utiliser une photosynthèse détournée de son objectif, pour réaliser une dissociation de l'eau et libérer de l'hydrogène. On connaît des bactéries capables de réaliser un tel processus. Mais il y a un problème encore non résolu de contrôle de la réaction car l'oxygène dégagé tend à stopper celle-ci. Les espoirs sont sérieux dans cette direction et le potentiel serait considérable. Mais c'est du long terme : 20 ans probablement.

A plus court terme, on estime pouvoir obtenir par la Bio-masse 10 Mtep à échéance de 7/8 ans. Ce qui est mieux que toute autre forme d'énergie nouvelle.

4) ENERGIE EOLIENNE

L'intérêt est très limité : dans le scénario cité plus haut, on ne prévoit pas plus de 1 Mtep pour l'énergie éolienne en l'an 2000.

- EDF a fait une éolienne de 1000 kw, avec une hélice de 30 mètres de diamètre
- Il y a une commande de 100 kw pour l'île d'Ouessant
- Les possibilités sont limitées et les prix encore très élevés.

5) LES MAREES

- Actuellement, l'usine de la RANCE, avec 24 groupes de 10 MW, produit 240 MW. Le fonctionnement est satisfaisant mais le coût est élevé.
- Il existe un grand projet d'usine géante entre les Iles Chosey et la Côte française, avec 700 km² de bassin, et qui produirait 12 000 MW. Ce qui, compte tenu des fluctuations journalières, serait l'équivalent de 5 tranches nucléaires.
- Mais il n'existe qu'un seul site de ce genre en France et peut-être même en Europe. Le potentiel est donc limité. Ce ne serait en aucune manière une solution de rechange possible pour le nucléaire.

6) GEOOTHERMIE

- Assez limité, car il faut une coïncidence entre la présence d'une couche à température suffisante (70-80°) et une zone habitée.
- Un certain développement à attendre dans tous les endroits favorables, mais la législation oblige à faire deux forages car il faut réinjecter l'eau dans la couche ; d'où un coût accru.
- Prévision pour l'an 2000 : 2 Mtep.

7) LES ECONOMIES D'ENERGIE

Beaucoup peut être encore fait, en particulier dans deux domaines :

a) Isolation

Après un "coup de fouet" il y a quelques années, l'effort s'est beaucoup relâché et on ne fait presque plus rien. Il faudrait une relance énergétique.

b) Récupération de la chaleur des centrales nucléaires, notamment, et des usines.

Il y a toute une "mythologie" à ce sujet. EDF y est opposé dès l'instant où il s'agit de distribuer l'énergie à l'extérieur car elle y voit une atteinte au "monopole". Ce serait pourtant très intéressant dans la mesure où il y a proximité entre les sources et les utilisateurs. Deux projets peuvent être cités :

- un chauffage urbain (banlieue de Strasbourg) qui a été réalisé à partir d'une raffinerie voisine, par un réseau de canalisations d'eau chaude ;

- le projet de récupération thermique à partir de l'usine de séparation isotopique de TRICASTIN.

Sur le papier, il y aurait assez de calories pour chauffer Lyon, Avignon et même Marseille. Mais il y aurait deux problèmes à résoudre : le transport économique des calories et surtout leur distribution.

EN CONCLUSION

On voit mal comment la recherche pourrait engendrer un "miracle" dans le domaine des énergies nouvelles. Le potentiel énergétique est relativement limité. De plus, il n'est pas sûr que le démarrage puisse être rapide sur les diverses filières car tous les investissements -très lourds- s'accumuleront dans la même période.

Tout dépendra de l'évolution à long terme de la courbe de consommation. Si l'on se contentait de 100 Mtep (niveau 1965), il n'y aurait pas de problème, mais si l'on veut atteindre 350 Mtep en l'an 2000, beaucoup de problèmes se poseront...

II - POINTS SOULEVES DANS LA DISCUSSION

- Le problème du stockage. Où en est-on ?

Réponse : des idées, des essais, mais pas encore de bonnes solutions pour le stockage à moyen et long terme.

- l'Hydrogène ? La dissociation de l'eau à haute température serait effectivement une solution intéressante, mais valable seulement pour le très long terme. L'avantage, dans ce cas, serait la solution du problème du stockage, et aussi du transport. Il serait très souhaitable de faire un effort dans ce domaine.

- On peut penser que le "poids" de l'EDF est une entrave au développement des énergies nouvelles. Dans ce domaine, EDF favorise les solutions à long terme et n'encourage guère au chauffage solaire, sans doute par crainte de voir remettre en cause l'indispensable nucléaire.

- Le rôle des grandes entreprises ? Elles ont un rôle essentiel à jouer dans toutes ces opérations en raison des technologies à mettre en oeuvre. Mais elles devront s'appuyer au maximum sur les petites entreprises dans la mesure où il s'agira d'énergies "réparties" et non plus "concentrées".

- Il faudrait évaluer l'emploi qui sera induit par les énergies nouvelles, au niveau de toutes les professions et de toutes les classes d'entreprises.

CHAPITRE 3

LES BIOTECHNOLOGIES ET LEURS PERSPECTIVES INDUSTRIELLES

(d'après un exposé de M. Jean-François MIQUEL)

I - EXPOSE DE M. J.F. MIQUEL

M. MIQUEL donne d'abord quelques précisions sur ses fonctions actuelles : il est Directeur de Recherches au CNRS et dirige une équipe de Pharmacologie Moléculaire, une équipe de Bio-Technologie Solaire (à Toulouse) et une équipe de recherche sur l'innovation pharmaceutique. Ces deux dernières activités ont seules été évoquées dans l'exposé de M. MIQUEL.

L'innovation pharmaceutique

Dans ce domaine, les sujets de recherche sont en général définis sans aucun souci de réalisme économique. Le but du travail de la troisième équipe était donc de mettre au point des méthodologies simples (à base d'analyse de systèmes et de traitement des informations) permettant une approche prospective intégrée en vue de définir des sujets de recherche en tenant pleinement compte des composantes technico-économiques (voir Planches 1 à 4). L'analyse des informations doit être mondiale.

L'évolution de l'industrie pharmaceutique U.S. constitue un exemple très significatif des phénomènes dans ce domaine : à partir de 1960, l'innovation

thérapeutique s'est écroulée principalement à cause des barrières réglementaires introduite par la "Food and Drugs Administration". En raison de la prépondérance U.S., le phénomène s'est répercuté ensuite sur les marchés des autres pays (voir planches 5 et 6).

Si l'on examine maintenant la répartition des innovations thérapeutiques majeures entre les quatre grands modes d'obtention (voir planche 7) : Synthèse Organique, Hemi-Synthèse, Produits naturels et Micro-Biologie, on voit que la part de cette dernière est stationnaire depuis 1960. Malgré quelques signes récents de redémarrage, on voit que ce n'est pas encore tout de suite que la Bio-Technologie va remplacer la chimie dans le domaine pharmaceutique.

C'est la chimie de synthèse qui est toujours largement prépondérante. A cet égard, il est intéressant d'analyser d'un point de vue économique les modes d'accès à la chimie, qui se font à travers les filières de quelques produits-clé. Par exemple, les corticoïdes, qui, jusque vers 1974, provenaient en quasi totalité d'une filière végétale, à partir de la Dioscorée, plante recueillie principalement dans les déserts mexicains. Mais à partir de 1974, le prix de la Diosgenine (extraite des Dioscorées) se mit à grimper en flèche, les producteurs mexicains cherchant à imiter l'OPEP (planche 8). De telle sorte que vers 1974, la filière animale (à partir des graisses) aussi bien que la filière synthétique, devenaient compétitives. Le Japon prit alors 12 % du marché mondial des Corticoïdes (filière animale) et ROUSSEL-UCLAF 30 % (filière synthétique).

Il y a là un phénomène inverse des tendances annoncées : la synthèse est d'abord trop chère ; les fabricants de substances naturelles montent les prix de façon abusive ; les gouvernements réglementent, et la synthèse prend ensuite sa revanche.

La Bio-Technologie

On peut en donner la définition générale suivante : "tous les systèmes de production industrielle dans lesquels l'homme biologique, les plantes, les micro-organismes et les animaux interviennent dans l'élaboration et la transformation de produits naturels ou de synthèse".

Une remarque essentielle s'impose à propos de processus bio-technologiques mettant en jeu des systèmes "naturels". Certains biologistes disent : "on peut tout faire à 37°" avec de tels système biologiques, alors qu'avec les processus chimiques, il faut des quantités considérables d'énergie pour franchir les "barrières de potentiels". C'est oublier qu'à côté de l'aspect "quantitatif" de l'énergie, il y a l'aspect "qualité" de l'énergie, qui est justement très important dans les processus bio-technologiques. Cet aspect "qualité" est introduit sous forme de "co-facteurs" biologiques, c'est-à-dire en gros les "catalyseurs", qui incorporent déjà une quantité d'énergie équivalente, et permettent de reculer la "barrière de potentiel" des réactions, mais au prix du franchissement préalable d'une autre "barrière" : celle de la Photo-synthèse (qu'on ne sait pas faire artificiellement).

La Planche 9 montre la "chaîne de la photo-synthèse" et des produits biologiques, depuis les combustibles fossiles (en C₁ et C₂) jusqu'aux protéines complexes, en passant par les produits de base de la Photosynthèse (en C₄ et C₆) et les produits complexes (en C₁₉, C₂₇, C₃₆) tels que les alcaloïdes.

Ce serait du "gaspillage" de redescendre la chaîne, c'est-à-dire de partir de "produits en C₆" (Photo-synthèse) pour en faire du CH₄ dans un but purement énergétique, comme on songe à le faire avec la "bio-masse".

La Bio-Technologie, au contraire, permettrait, à partir des "produits en C₆", de continuer à monter dans la chaîne des produits, et d'arriver jusqu'à des produits du type protéine, avec des rendements avantageux en terme de compatibilité énergétique. La petro-chimie part actuellement de "produits en C₂" pour remonter la chaîne des synthèses.

Un cas intéressant est celui de la production des acides aminés qui sont un élément constitutif essentiel des protéines. On distingue quatre grandes méthodes (voir planche 10) :

- voie chimique classique, par hydrolyse d'une protéine : la moins chère, mais capacité limitée ;
- synthèse chimique : la plus utilisée actuellement mais chère et coûteuse en énergie ;

- Fermentation ;
- méthode des "Enzymes stabilisés".

Au Japon, particulièrement avancé dans ce domaine, la méthode de fermentation est déjà industrielle et fait des progrès. Les "enzymes stabilisés", méthode bio-technologique de l'avenir, a déjà démarré avec succès. Voir Planche 11 les productions et gammes de prix actuels au Japon. La synthèse chimique est de plus en plus battue en brèche.

Ces acides aminés sont appelés à jouer un rôle de plus en plus considérable aussi bien dans le domaine alimentaire que comme produits intermédiaires dans la synthèse de macro-molécules ; en particulier des plastiques pourront être produits par cette voie.

Un champ d'application, parmi d'autres, qu'exploitent déjà les Japonais, est celui des vins : à partir des enzymes qui, dans les levures, donnent effectivement son goût au vin, les Japonais produisent maintenant des vins du niveau "appellation contrôlée courants" qui sont très compétitifs en qualité et sont appelés à "faire un malheur" sur le marché français des vins à 20 Francs. Ils visent pour l'instant les marchés U.S. et scandinaves. (cf Planche 12)

L'explosion des applications bio-technologiques au Japon tient à l'absence d'agriculture. En l'absence de matières premières, les Japonais font une récupération massive, à bas prix, des déchets agricoles de toute l'Asie du Sud-Est (en particulier la canne à sucre). Un point important est à souligner : pour les systèmes de fermentation, ils ont adopté une structure de production complètement intégrée, en ce sens que les diverses filières de production (sucres, antibiotiques, vins, bières...) faisant appel à des matières de base communes, sont intégrées dans un même complexe industriel.

En ce qui concerne la France, il y a un important problème, mal résolu actuellement, celui de l'alimentation du bétail : notre élevage est nourri, à 80 %, par du soja U.S. ; ce qui représente, paraît-il, une sortie de devises du même ordre que le montant de nos exportations d'automobiles.

Autre problème important : le traitement et la récupération des "déchets" industriels. Un cas cité est celui de l'industrie papetière en Suède, où des études ont été faites pour greffer une série de filières bio-technologiques de récupération tout au long de la chaîne de transformations conduisant au papier. La matière première ayant ici une valeur élevée, on cherche donc à introduire le maximum de Valeur Ajoutée dans les filières d'utilisations.

En France, on traite souvent les effluents par voie purement chimique et les valeurs ajoutées sont obtenues à un coût énergétique élevé. Quand on utilise la voie biologique, c'est pour faire une "dégradation", dans un but de protection de l'environnement, mais sans aucune Valeur Ajoutée.

Mais depuis quelques années, on s'aperçoit que la "dégradation" ne suffit plus à payer les traitements de purification. Si l'on veut respecter l'écologie, à l'avenir, il faut donc remplacer la "dégradation" par des processus bio-technologiques à haute Valeur Ajoutée.

Bio-Technologies Solaires

C'est ce qu'on désigne par différents termes : "basses technologies", "petits systèmes fermés", etc... mettant en jeu le flux solaire.

Que peut-on faire par voie solaire ?

- par photosynthèse : les plantes, et les micro-organismes, que l'on peut utiliser pour les protéines ;
- par les Bio-Réacteurs : les Enzymes fixés, avec lesquels on peut faire des molécules d'intérêt chimique, à haute valeur ajoutée, des produits pharmaceutiques, etc...
- on peut aussi utiliser la fraction thermique (infra-rouge) du flux solaire, car une réaction biologique voit en général sa vitesse doublée si l'on élève sa température de 10 degrés. Le flux solaire permet en effet d'obtenir très facilement des ΔT de cet ordre.

L'équipe de M. MIQUEL à Toulouse travaille sur ce genre de problème : ils identifient et mettent en oeuvre des réactions micro-biologiques maîtrisables dans un milieu simple et fermé, tel que l'élevage de porcs . Dans ce cas particulier de la "porcherie intégrée", l'énergie solaire est récupérée par des capteurs à air, qui servent à faire, entre autre, le séchage et l'oxydation des boues (lisier), puis des cultures de levures et de "champignons" filamenteux, riches en protéines. Ils font l'analyse de système complète (énergétique, économique) de la "porcherie intégrée".

II - QUESTIONS ET DISCUSSION

M. CAUSSE remarque que l'on n'a pas parlé de "génie génétique". M. MIQUEL répond qu'il n'en a pas parlé parce qu'il ne voit pas de perspectives industrielles immédiates. En Agriculture, où la consommation d'engrais est énorme, on a songé, en changeant certains gènes dans les bactéries fixatrices de l'azote, à accroître la teneur en azote des plantes. Mais si la plante fait de l'azote, ce sera au détriment d'autres fonctions. L'idée ne semble pas encore mûre mais cela débouchera certainement dans l'avenir. Dans l'industrie pharmaceutique, on peut escompter les premières applications d'ici cinq à dix ans.

- Question : Où en est-on exactement en matière d'utilisation énergétique des Bio-Masses ? Que penser, en particulier, des expériences actuelles au Brésil ?

Réponse : Au Brésil, on produit actuellement de l'Ethanol en consommant 15 % de plus d'énergie que celle utilisable dans le produit final. Ce n'est donc pas rentable pour le moment, mais cela le deviendra. Ce sont des processus gourmands en énergie.

- Question : Que penser de l'utilisation de micro-organismes pour certaines extractions en profondeur ?

Réponse : C'est effectivement un domaine qui va déboucher très vite. En particulier, les Belges étudient avec succès la fixation de métaux lourds par certaines algues. A signaler aussi l'expérience de Berkeley (USA) où des algues cultivées dans les eaux de rejet de la ville concentrent du plomb avec un bon rendement.

- Question : Dans quelle mesure la Bio-Technologie sera-t-elle favorable à la création de petites unités dispersées ? (M. BOUNINE)

Réponse : Si l'on considère les productions de protéines en général (le secteur énergie mis à part), on peut penser en effet qu'il y aura des développements intéressants au niveau des PME et des exploitations agricoles évoluées, pour la micro-biologie. L'exemple de la porcherie intégrée le montre déjà très bien. Il y aura donc certainement un secteur à réserver aux petites unités.

- Question : Quels sont, en Europe, les centres d'expertise les plus avancés ?

Réponse : Le Royaume-Uni est largement en tête ; viennent ensuite les scandinaves et la Hollande.

- Question : Quelles sont les caractéristiques "capitalistiques" de ce genre d'industrie ?

Réponse : On trouve les deux extrêmes : des unités de très grande taille et des très petites, suivant la nature des processus. Mais dans les fabrications de fermentation, l'optimum de rentabilité conduit à des masses énormes de fermentation (volumes de 600 mètres cubes).

- Question : Quelle prévision peut-on faire sur la pénétration de ce genre de techniques ? (M. CAUSSE)

Réponse : Le Labo de M. MIQUEL souhaite faire l'évaluation. Mais ce n'est pas encore fait. Les grands groupes chimiques commencent à s'y intéresser activement et les choses peuvent bouger assez vite maintenant.

Au plan français, on peut estimer que ce n'est plus un problème de

recherche : nous sommes, à cet égard, au niveau international, du moins qualitativement. Car quantitativement, nous sommes en retard : 500 professeurs titulaires au Japon, et une dizaine en France. Le "trou français", par contre, se situe au niveau de l'Ingénierie. En particulier, dans les grandes écoles, on ne forme pas encore d'ingénieurs en Bio-Technologie.

- Il faut souligner l'impact considérable qu'auront à terme, dans le secteur agricole, ces nouvelles technologies. Par la conjonction de nouveaux besoins et de nouveaux moyens, les agriculteurs seront amenés à répondre non seulement à des besoins alimentaires, mais à bien d'autres besoins. En outre, les recombinaisons génétiques permettront de modifier les plantes.

- Mais cette nouvelle "révolution" ne risque-t-elle pas de se heurter à des blocages dus aux difficultés d'adaptation de la société française ?

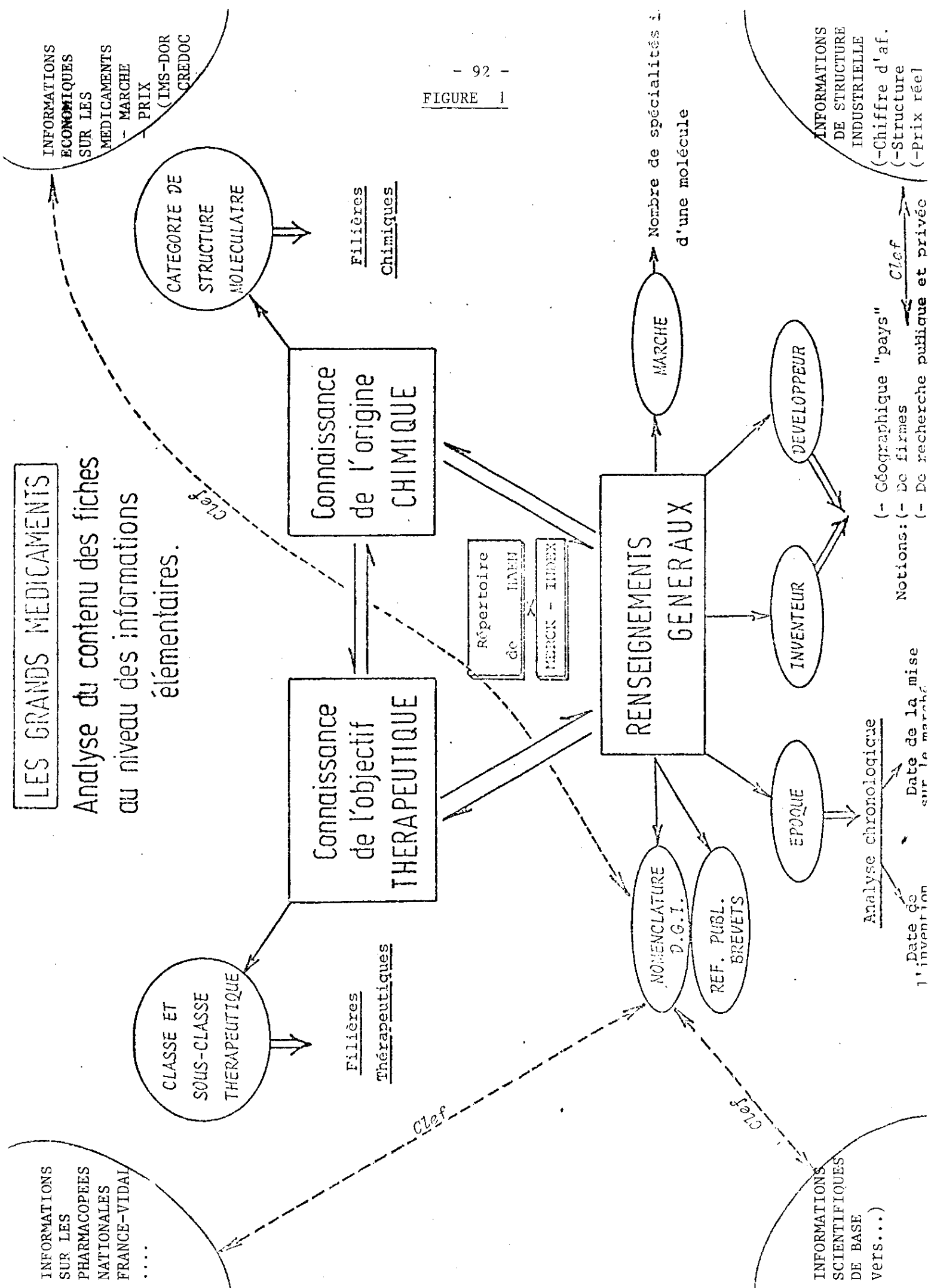
M. MIQUEL indique que les blocages actuels tiennent essentiellement à deux facteurs :

- a) l'absence d'hommes au niveau ingénierie, comme on l'a déjà dit ;
- b) le "triangle" Agriculture/Biologie/Chimie, dont la collaboration est indispensable et qui, actuellement, ne communiquent pas entre eux : l'Agriculture apporte les matières premières, la chimie les systèmes de production et la biologie le savoir-faire au niveau des mécanismes.

FIGURE 1

LES GRANDS MEDICAMENTS

Analyse du contenu des fiches au niveau des informations élémentaires.



Notions: (- Géographique "pays"
 (- De firmes
 (- De recherche publique et privé

Notions: (- Géographique "pays"
 (- De firmes
 (- De recherche publique et privé

FIGURE 2

LES NIVEAUX D'ANALYSE

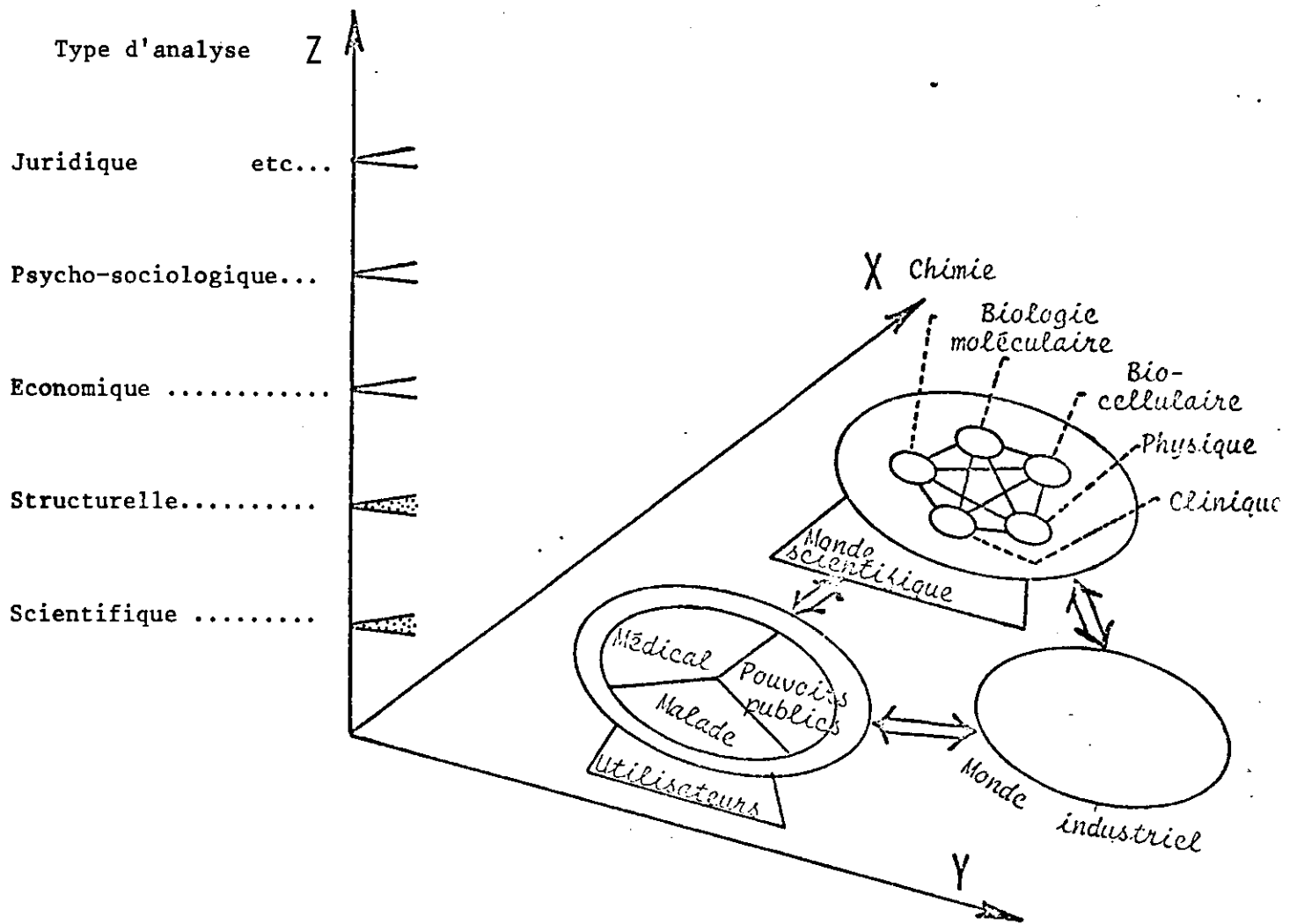


FIGURE 3

Croisement d'informations indépendantes

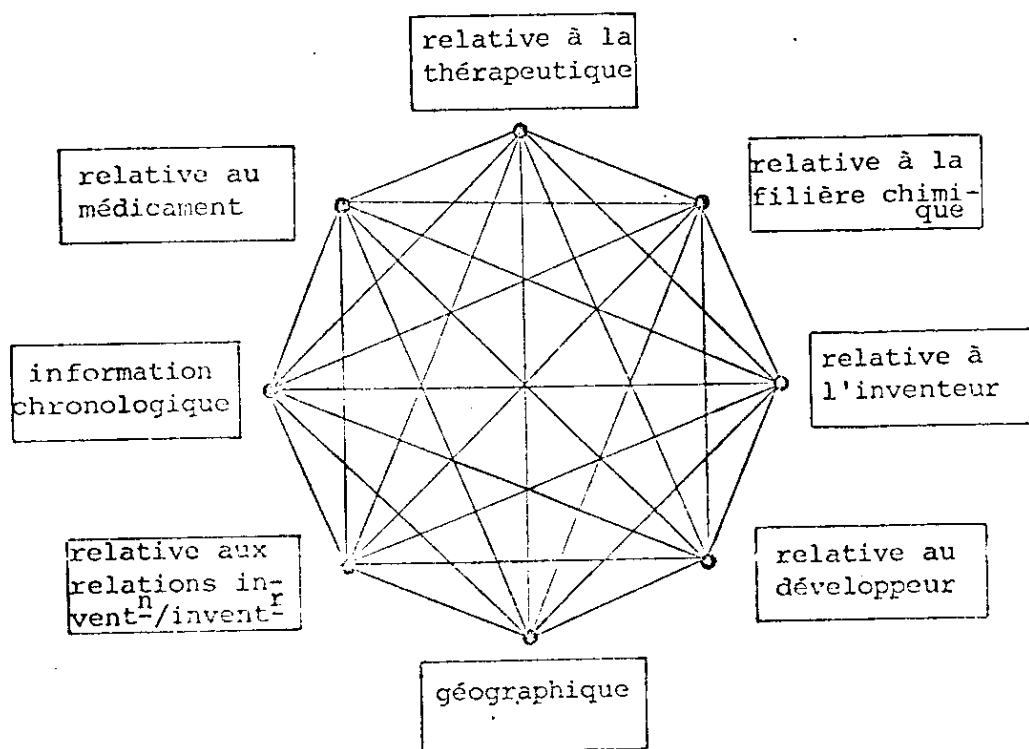


Figure N° 17 bis

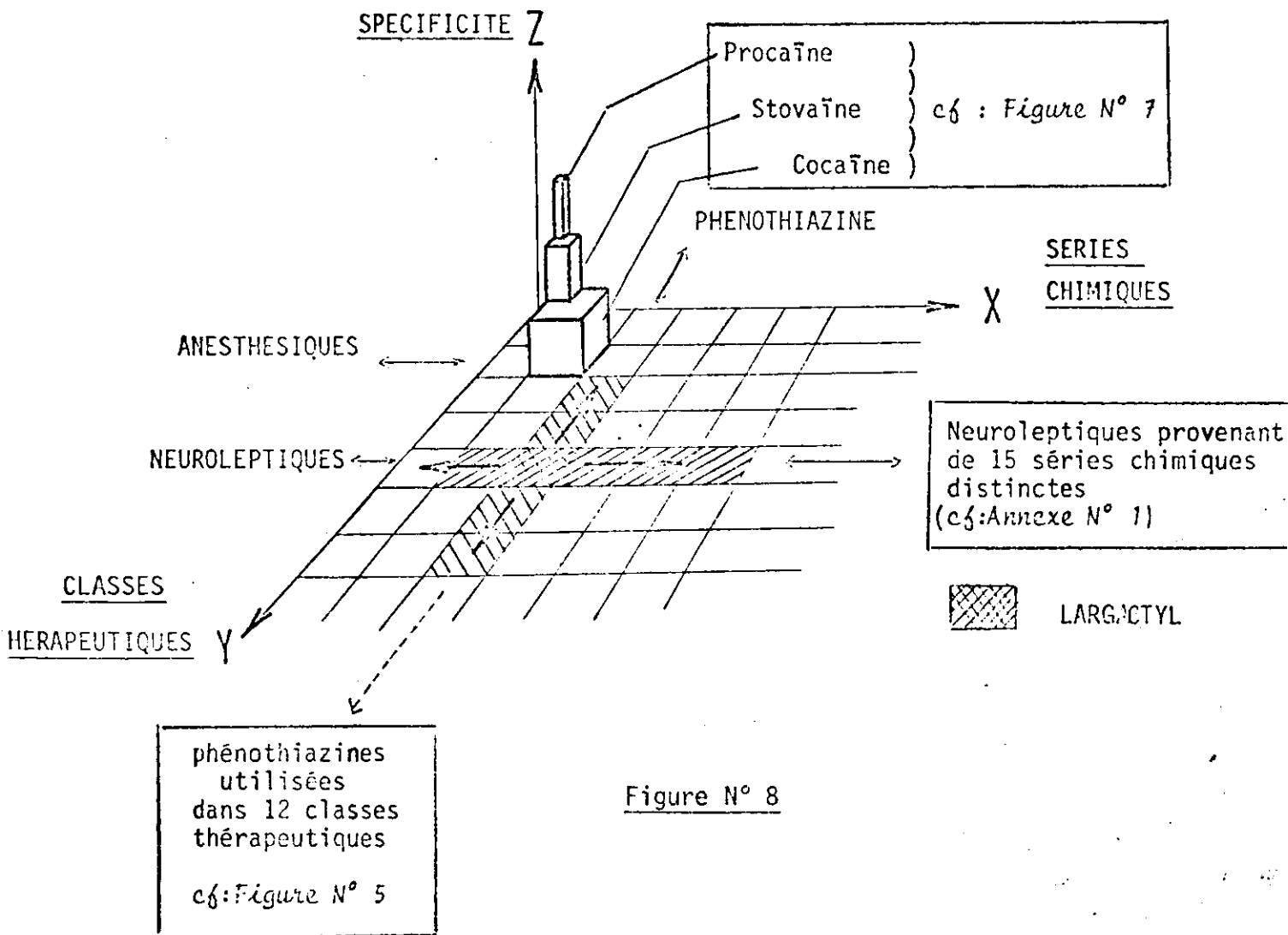
Ce qui donne $A_8^2 = 56$ arrangements possibles (ou 28 combinaisons)² par 2

$$A_8^3 = \dots\dots$$

Ceci sans tenir compte de l'association des critères dérivées.

FIGURE 4

LES MATRICES DE PRODUITS



SITUATION EN FONCTION DU TEMPS DE QUELQUES SERIES CHIMIQUES
ISSUES D'INNOVATIONS MONDIALES MAJEURES (DE 1940 A 1976 SUR
LE MARCHÉ AMÉRICAIN)

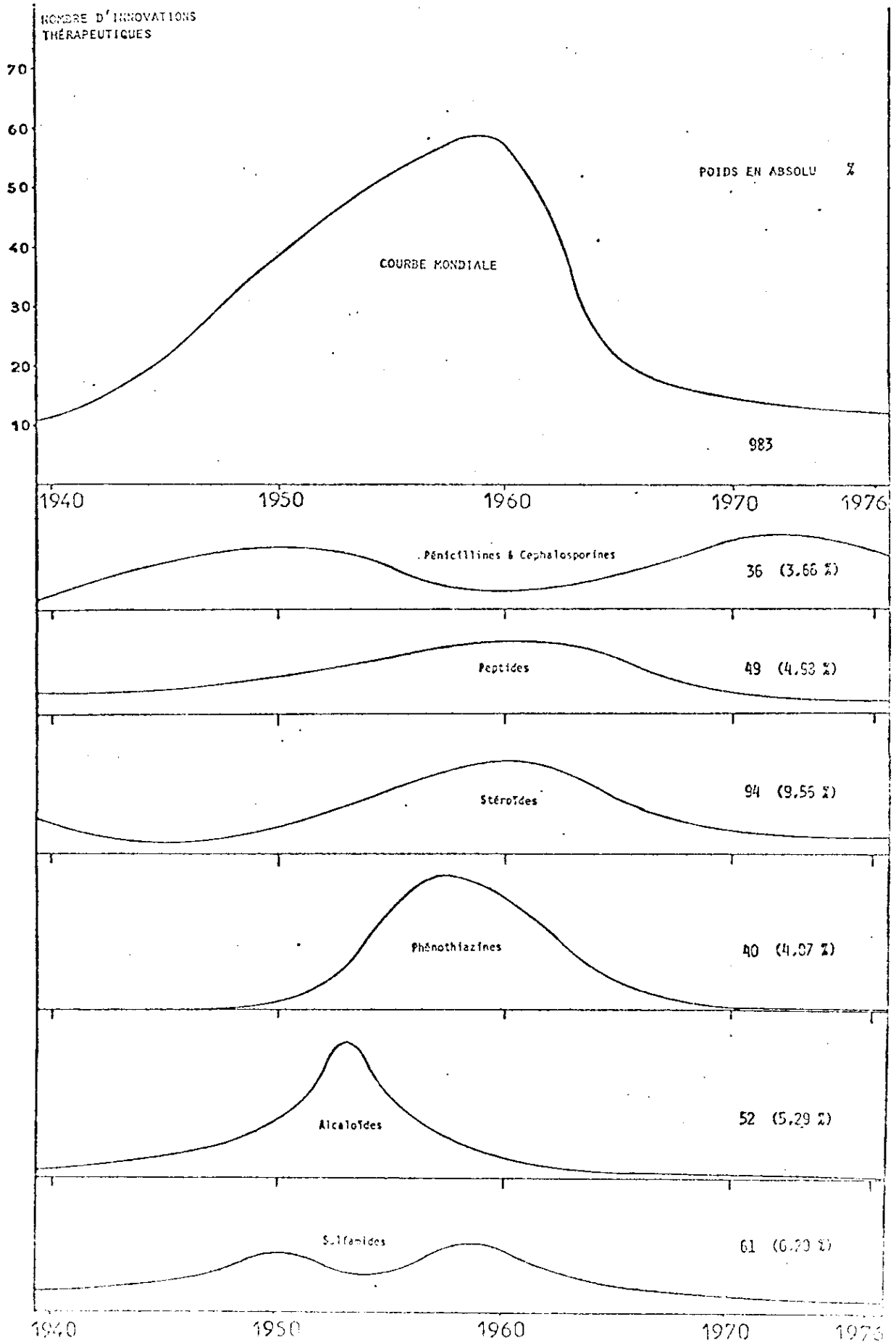
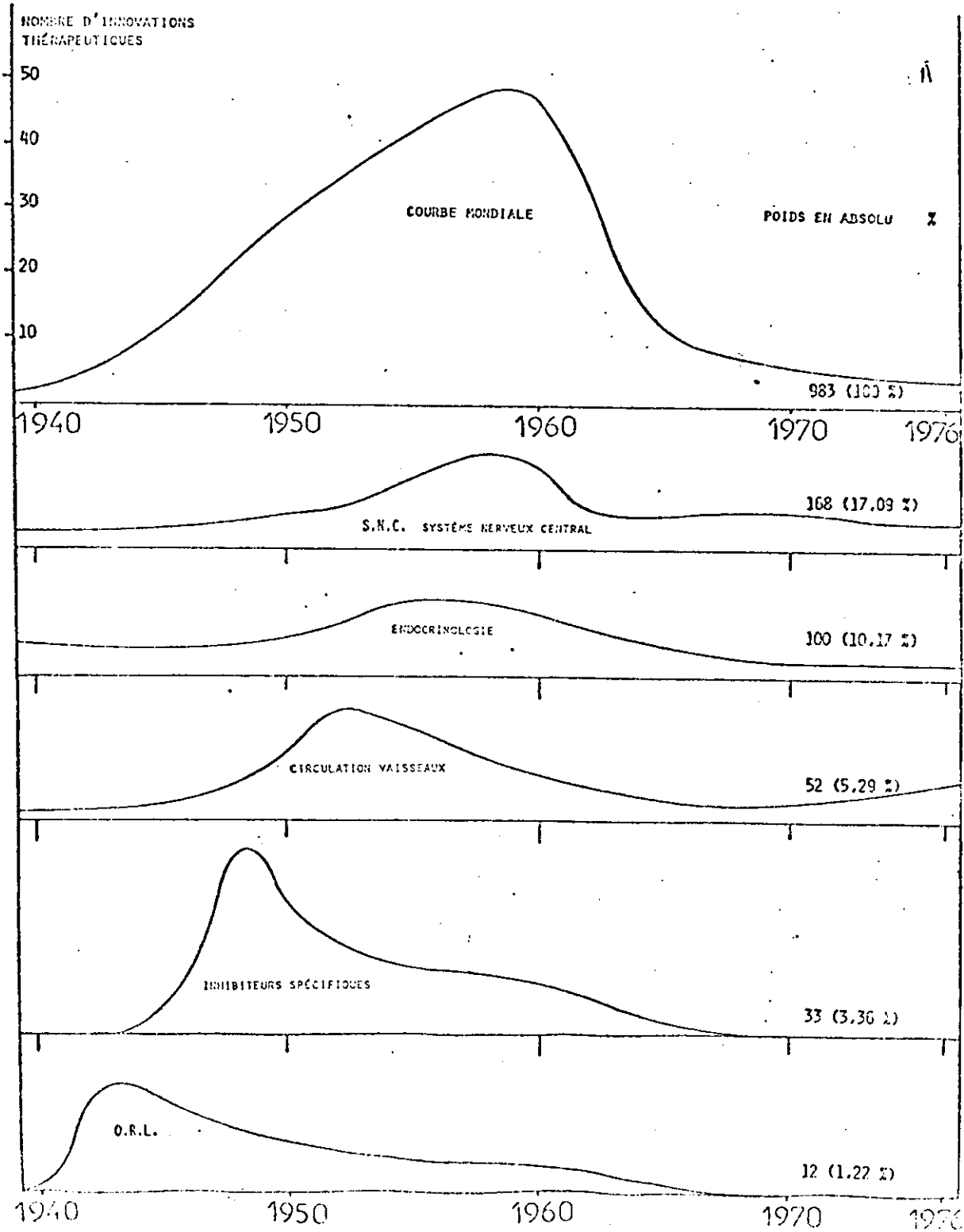


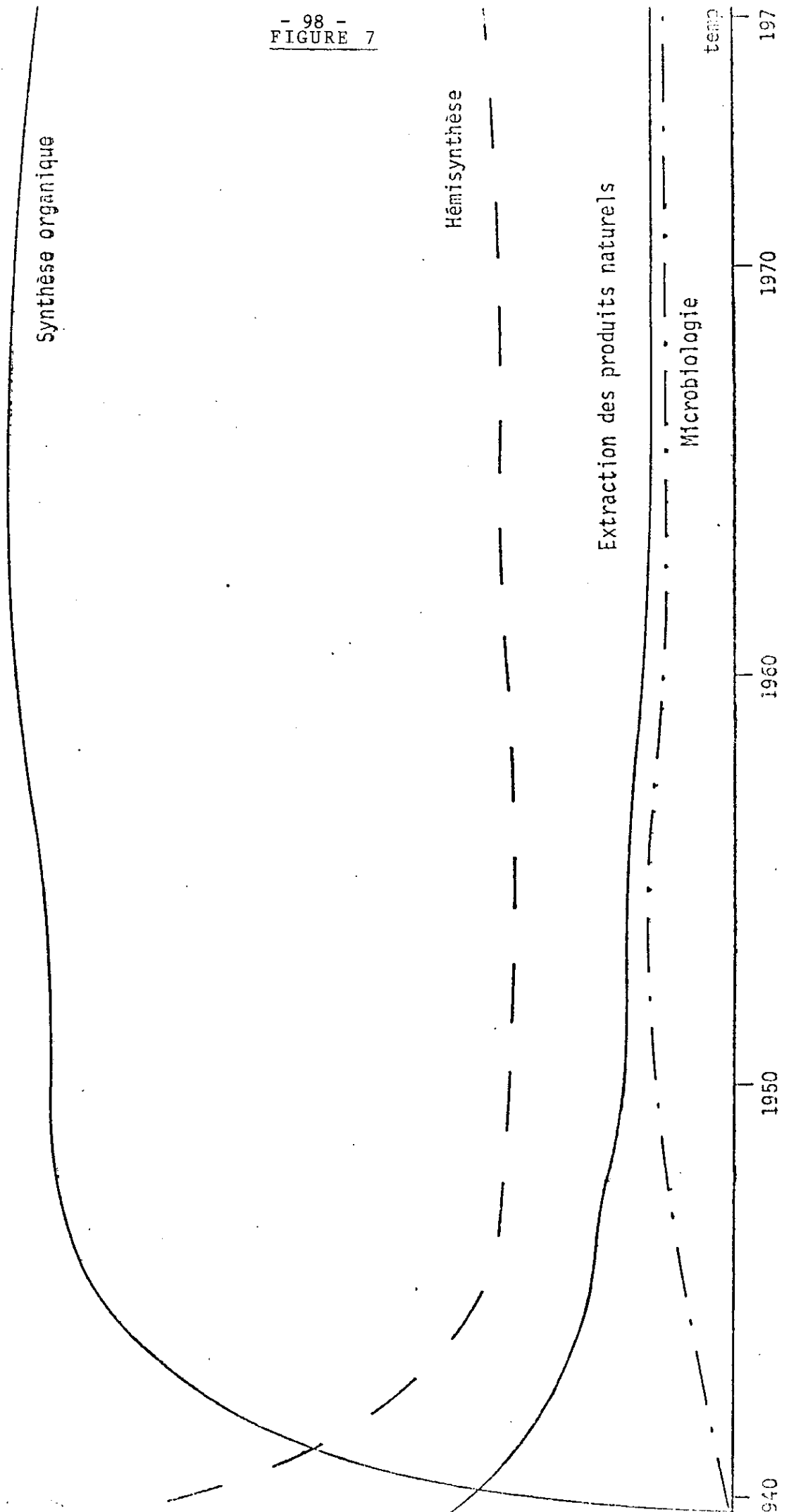
FIGURE 6

SITUATION EN FONCTION DU TEMPS DE QUELQUES CLASSES
THERAPEUTIQUES ISSUES D'INNOVATIONS MONDIALES MAJEURES
(DE 1940 A 1976 SUR LE MARCHÉ AMÉRICAIN)



% (sur les cumulés) du nombre d'innovations

Part en fonction du temps des divers procédés d'obtention des innovations thérapeutiques majeures (1940-1976 sur le marché américain).



- 98 -
FIGURE 7

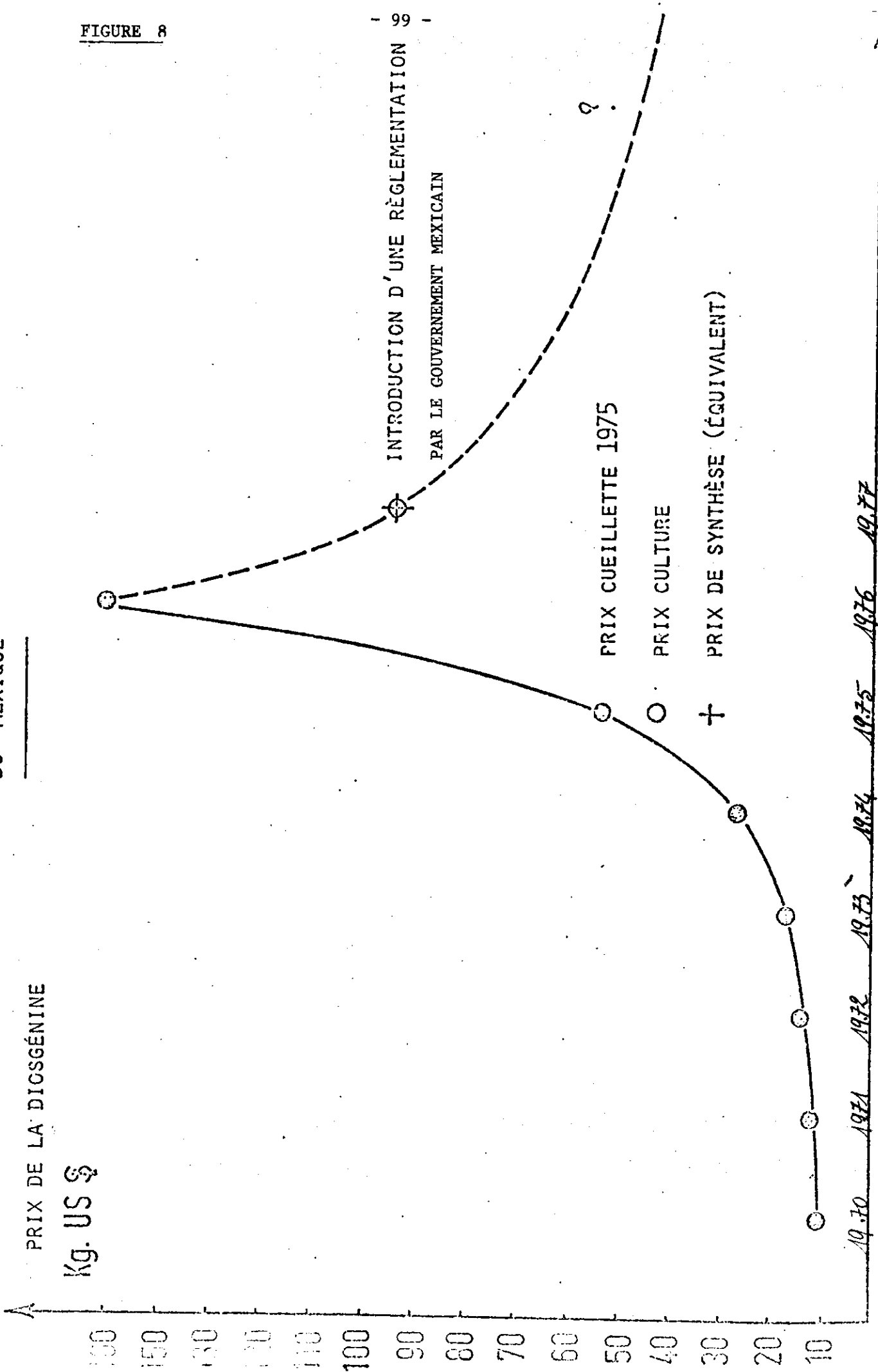
EVOLUTION SUR LE MARCHÉ DU PRIX DE LA DIOSGÉNINE EXTRAITE DES DIOSCORÉES

FIGURE 8

DU MEXIQUE

PRIX DE LA DIOSGÉNINE

Kg. US \$



1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977

FIGURE 9

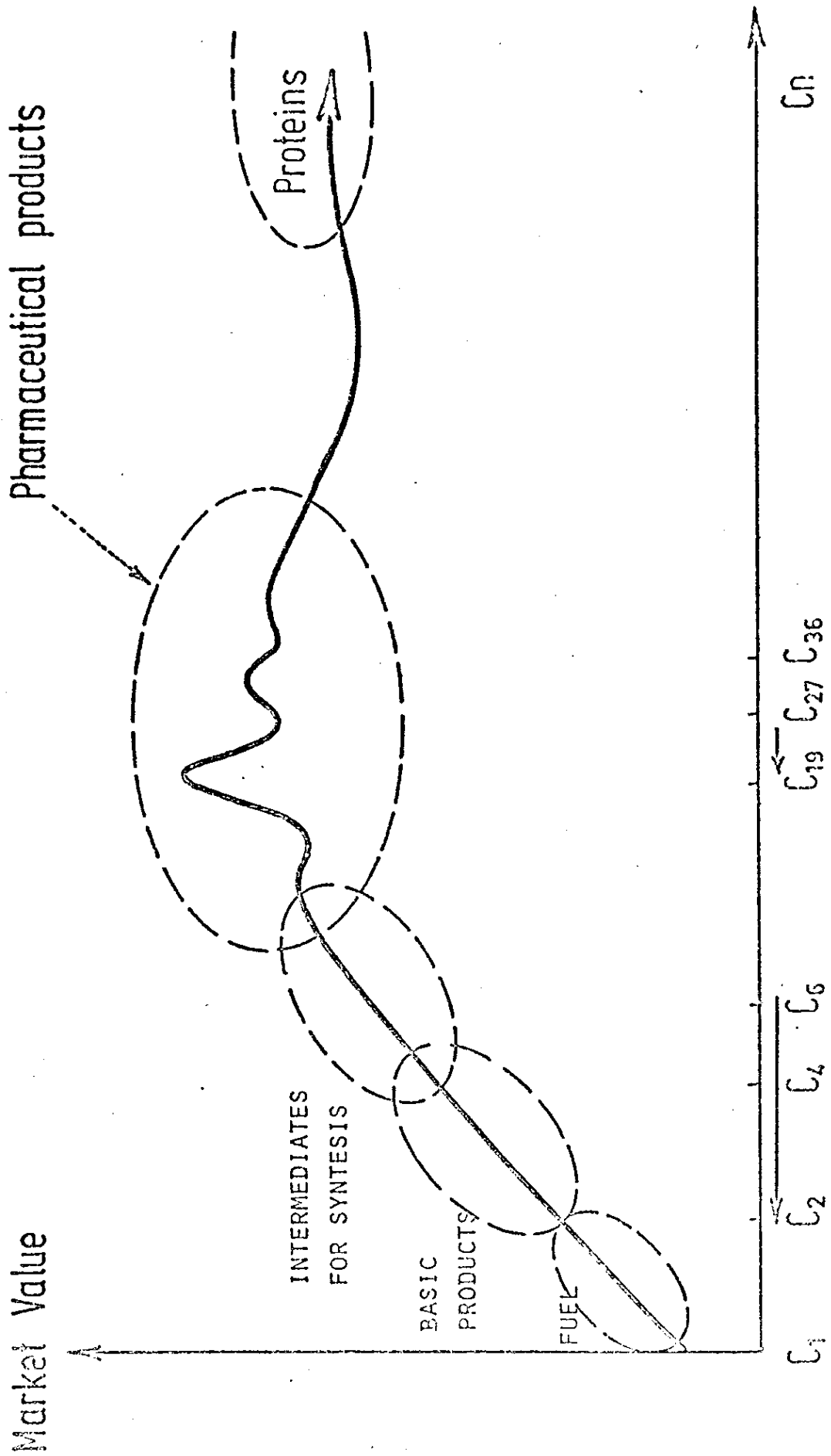


FIGURE 10

PRÉPARATION DES ACIDES AMINÉS

METHODE	PRODUIT DE DEPART	INTERMEDIAIRE ET AGENT ACTIF	PRODUITS OBTENUS	CONDITION	QUANTITES PRODUITES AU JAPON (1973)
Hydrolyse des protéines	Gélatine	HCL	Acides aminés	100°-120°c 5 à 24 H	10 t
Synthèse chimique	Acroléïne Méthylmercaptopan	Catalyseur (-méthylmercaptopéthylhydantoïne)	D-L-Méthionine	haute temp. haute pression	10 ⁵ t
Fermentation	Glucose	brevibacterium flavum	L.Glutamique	25-37°c 2 à 4 jours	10 ² t
Enzyme stabilisée	Catéchol pyruvate	parois cellulaires ou enzymes d'Erwinia herbicola	L. Dopa	25 - 50°c 10 à 48 H	

FIGURE 11

Production japonaise d'acides aminés 1977

Acide aminé	Méthode de production (a)	Quantité T/an	Echelle de prix (b)
L-Alanine	E	50-100	IV
L-Arginine (-HCl)	F, Ex	200-300	III
L-Asparagine	S	10-50	II
L-Aspartic acid	E	500-1000	II
L-Cysteine	S	50-100	III
L-Cystine	Ex	10-50	III
L-(2,4-Dihydroxyphenyl)alanine	S	100-200	II
L-Glutamine	F	200-300	III
L-Glutamic acid (Na)	F	250 000	I
Glycine	S	3000	I
L-Histidine (-HCl)	F, Ex	50-100	V
L-Hydroxyproline	Ex	10-50	V
L-Isoleucine	F	10-50	V
L-Leucine	Ex	50-100	III
L-Lysine (-HCl)	F	25 000	II
L-Methionine	S	50-100	III
DL-Methionine	S	100 000	II
L-Phenylalanine	S	50-100	IV
L-Proline	F	50-100	V
L-Serine	E, S	10-50	IV
L-Threonine	F, S	50-100	IV
L-Tryptophane	S	50-100	V
L-Tyrosine	Ex	10-50	III
L-Valine	S, F	50-100	III

(a) méthode de production : E : enzymatique ; Ex : extractive ; F : fermentation ; S : synthèse

(b) échelle de prix :
 I < 4 \$ / kg
 II 4 - 20
 III 20 - 40
 IV 40 - 80
 V > 80

FIGURE 12

Production d'enzymes au Japon

Enzymes (avec le nombre de Sociétés)	Production annuelle	
	en tonnes	en millions de yens
α-Amylase (10)	11 000	910
Glucosylase (8)	400	620
Protéases (18)	1 050	750
Lipases (4)	3	36
Cellulase (3)	45	170
Pectinase (1)	13	14
Glucose oxydase (2)	0.5	100
Autres (Invertase, Mélébiase, Aspartase, Amino acylase, Glucose isomérase, Catalase)	140	400
<u>TOTAUX</u>	<u>12 751</u>	<u>3 000</u>

CHAPITRE 4

REDÉPLOIEMENT DANS L'INDUSTRIE TEXTILE ET RÔLE DE L'INSTITUT TEXTILE EN FRANCE

(d'après un exposé de M. Denis MARCÉ)

L'Institut Textile de France (ITF), que dirige M. MARCÉ, s'efforce depuis de nombreuses années de contribuer à l'effort de "redéploiement" de l'industrie textile qui, comme on le sait, est particulièrement éprouvée par les nouvelles données de la concurrence internationale.

Selon les orientations de son Conseil d'Administration, les activités de l'ITF visent à développer la compétitivité des entreprises du secteur avec quatre objectifs essentiels :

- diminution du coût de production par un choix judicieux d'investissements et l'automatisation des processus ;
- création de produits nouveaux ;
- souplesse de l'outil de production et adaptation aux variations rapides des marchés ;
- qualification des produits textiles et valorisation auprès du consommateur des efforts faits pour répondre à ses attentes.

Ces objectifs s'imposent pour redonner l'avantage sur la concurrence extérieure à une profession qui n'a pas accepté la fatalité de la "relocalisation" des activités textiles au profit d'autres réputées de plus haut niveau de valeur ajoutée (hypothèse qui avait été envisagée en 1975 lors du Colloque sur le redéploiement industriel).

Il est du reste bien admis maintenant que les problèmes de compétitivité doivent se traiter à l'échelle de l'entreprise, et non d'un secteur trop large.

Le devenir du textile ne peut pas être considéré séparément de celui des industries de l'habillement qui sont d'ailleurs bien souvent englobées aux yeux du public sous le même vocable "Textile". L'ITF, en liaison avec le Centre d'Etudes Techniques des Industries de l'Habillement (CETIH) a d'autant plus conscience d'agir dans l'intérêt de l'ensemble de la filière qu'il a à connaître directement les problèmes de la confection des vêtements par son Centre affilié ITF-MAILLE.

Cet ensemble est caractérisé par :

- la grande diversité des entreprises et des produits ;
- la diversité des matières traitées (laine, coton, lin, soie, fibres artificielles et synthétiques, et les mélanges) ;
- une segmentation d'industries historiquement très cloisonnées ; la filature, le tissage, la teinture et les apprêts, l'impression, la bonneterie et la confection d'où dérive une grande diversité de métiers (fonction/produits) ;
- des entreprises de tailles très dissemblables, plus ou moins diversifiées, plus ou moins intégrées, et ayant des capacités très variables de faire face aux évolutions actuelles.

Les handicaps du secteur :

- Ce sont les premiers investissements industriels auxquels songent les pays en voie d'industrialisation. Cela tient aux possibilités de formation rapide d'une partie de la main-d'oeuvre et au niveau relativement faible de l'investissement par poste de travail. En fait, ce n'est plus vrai pour le Textile proprement dit avec, par exemple, en moyenne 2,2 MF/poste de travail en filature.

- Certains pays en voie de développement favorisent des concurrences anormales par le dumping à l'export ou par d'importantes concessions sur les conditions de travail.
- Les constructeurs d'équipements pour ces industries sont encouragés à en vendre dans le monde entier et à accroître le potentiel du parc concurrent.
- Les conséquences sociales d'une réduction des effectifs inéluctable du seul fait des restructurations et de l'augmentation de la productivité. Par exemple, pour le textile considéré seul :

1954 : 560 000 personnes

1978 : 350 000 personnes

Mais il y a aussi les "atouts" de l'ensemble "Textile-Habillement" :

- La capacité de création et une connaissance de plus en plus approfondie des marchés ont permis à nombre d'entreprises d'accroître fortement leurs exportations. Les quelque deux milliards de F d'excédent global en 1977 ont fondu depuis, essentiellement du fait de performances de pays développés, ce qui montre que le redressement est à notre portée.
- Le poids économique et social : 80 milliards de F de chiffre d'affaires et 630 000 personnes (tout compris) en production auxquelles s'ajoute un réseau de points de vente très nombreux.
- Les pouvoirs publics sont donc vigilants sur ce secteur, et la progression de la pénétration des pays en voie de développement sur le marché français est contrôlée par l'accord "multifibres" au niveau de la CEE.
- Des restructurations ont été engagées depuis longtemps, avec la constitution de grands groupes (Lainière de ROUBAIX, DMC, AGACHE-WILLOT). RHONE POULENC met en oeuvre l'important programme que l'on sait pour restaurer la rentabilité de son secteur textile.

- La technicité élevée du secteur souvent sous-estimée, notamment dans l'habillement, au niveau organisation du travail et gestion de l'outil de production.
- Le poids des technologies du passé est en voie d'être effacé par l'introduction de technologies nouvelles : la CAO, les Lasers, les nouveaux capteurs, l'automatisation ; les métiers à "navettes" sont remplacés par des métiers à "jet de fluides", etc... ; les faiblesses du groupe BOUSSAC se trouvent vraisemblablement plus au niveau de l'organisation et de l'inadaptation aux évolutions des marchés qu'à celui des compétences techniques et de la qualité des équipements.

ROLE ET ACTION DE L'ITF DANS LE SECTEUR

Un centre comme l'ITF doit être un "acteur du Redéploiement" et apporter un soutien technique aux entreprises du secteur.

- L'ITF est un Centre Technique Industriel créé en vertu de la "Loi de 1948", et alimenté par une taxe parafiscale pour les deux tiers de son budget de fonctionnement.

- Son objectif : la promotion du progrès technique par la recherche de l' "intérêt collectif" et la diffusion du savoir.

- Son effectif est de 400 personnes, et son budget de fonctionnement en 1979 est de 50 M.F. Il y a 7 établissements en France, dont 6 en province.

- Ses activités :

- des recherches appliquées en relation avec les divers laboratoires français et étrangers. Ces études vont jusqu'au prédéveloppement de procédés ou de produits ;

- des prestations aux entreprises, contrats privés, documentation, analyses, essais et contrôles, formation, etc...

Pour illustrer la diversité des actions de l'ITF, on peut mettre l'accent sur trois d'entre elles :

a) Aide aux entreprises innovatrices

Elle consiste à répondre à leur demande de documentation technique, à les assister dans la mise au point des produits et des procédés, par un appui technique "personnalisé".

L'ITF a engagé une campagne auprès des entreprises du secteur pour les inciter à davantage "poser leurs problèmes". Pour y répondre sur le plan documentaire, l'ITF a été amené à accroître au niveau régional l'exploitation du système TITUS (Base de Données documentaires du Textile). Ce système, conçu à l'échelle internationale, redistribue les informations en quatre langues (français, allemand, anglais, espagnol) et est accessible par le serveur français TELESYSTEMES ou par SDC aux Etats-Unis.

Des terminaux sont à la disposition des entreprises dans les établissements régionaux de l'ITF qui mettent leurs spécialistes à leur disposition pour exploiter les informations et les aider, le cas échéant, à engager les recherches ou adaptations nécessaires.

b) Adaptation des matériels et automatisation des processus

Beaucoup a déjà été fait ; mais il faut aller plus loin : problèmes de capteurs et diffusion de la micro-informatique notamment.

Des efforts particuliers sont faits sur les points suivants :

- simplification du processus de préparation des opérations en atelier : recours à la C A O pour la préparation des tissages (lancement sur métiers), des impressions, des dessins, des teintures, etc...

- collaboration avec les constructeurs de matériel textile, notamment par les études entreprises dans les stations d'essais, de LILLE, LYON ou MULHOUSE.
- études d'automates en confection d'articles de bonneterie qui doivent se jouer de la variabilité du comportement de la matière en traitement. Dans ce domaine, le "relais" des constructeurs fait défaut, et l'ITF doit se lancer seul. Une idée est de produire des "modules" en "kits" que les entreprises peuvent assembler ensuite pour construire des systèmes adaptés à leurs cas spécifiques.
- efforts pour associer les utilisateurs textiles à la mise au point des nouvelles machines et à l'évaluation approfondie des performances des produits. Ces références seront utiles, à leur tour, aux constructeurs.
- constatant que les industriels étaient souvent défaillants dans le domaine des instruments de contrôle de la qualité, l'ITF et son Centre affilié ITF-MAILLE ont décidé de fonder une société pour produire et vendre ce type de matériel. Il s'agit, bien entendu, de produire des matériels assez simples en petites séries. L'expérience paraît très viable.

Pour le développement de nouveaux procédés, l'ITF apprécie beaucoup les services de l'ANVAR pour rechercher les partenaires adéquats et pour monter les accords de coopération.

c) Qualification des produits textiles

Les efforts dans ce domaine ont eu pour but de répondre aux exigences des mouvements de consommateurs prises en compte par la loi SCRIVENER du 10 Janvier 1978, en donnant des informations objectives sur les caractéristiques d'usage des produits. Ceci a amené l'ITF à définir ces caractéristiques selon les domaines d'utilisation, et lui a permis de donner aux entreprises des critères précis de "qualification" de certains produits, D'où des possibilités de remise en cause des produits existants et la définition de nouveaux produits, notamment par l' "analyse de la valeur". L'ITF étudie également les matériels de mesure pour faire ces caractérisations de produits et assurer les contrôles en cours de production,

En conclusion, on peut dire que l'ITF est un bon exemple de ce qu'un Centre Technique Industriel peut faire pour promouvoir la rénovation et l'innovation technologique dans un secteur relativement "traditionnel" comme le textile. Un tel exemple pourrait être utilement suivi dans d'autres secteurs d'activités à caractère traditionnel.

LES PRINCIPAUX POINTS EVOQUES DANS LA DISCUSSION

- D'un point de vue d'ensemble de la Profession, ne va-t-on pas vers une sorte de "schéma directif" de plus en plus rigoureux des produits textiles, et vers une normalisation ou une "programmation de la mode" ? En fait, non, malgré certaines apparences. Et c'est le salut des entreprises de ce secteur que de garder une clientèle exigeante qui, les contraignant à beaucoup de souplesse, leur permet d'affronter la concurrence plus sûrement que dans les catégories d'articles banalisés.

- Le recrutement de personnel technique qualifié est gêné par une sorte de "sélection à rebours" qui se produit dans le système de formation due à une image assez dégradée de la profession.

- Les rapports de l'ITF avec d'autres Centres Techniques Professionnels sont entretenus dans le cadre de l'ANRT ou directement, par exemple, avec les Centres Techniques de l'Habillement, du Cuir, du Papier... Des liens efficaces sont noués également avec les laboratoires du CNRS, des Universités, de grandes entreprises, avec lesquels ils ont engagé des actions de Recherche et de Développement.

- Sur l'efficacité d'impact des différents établissements régionaux de l'ITF, on peut dire que les populations, les compétences, etc... sont très variables suivant les régions (pour ITF-NORD : filatures et tissages, toutes fibres ; pour MAZAMET : délainage et cardés, etc...). D'où des profils des activités des établissements adaptés à ces différents contextes.

- Les actions de l'ITF vers les pays en développement : ces pays exercent une pression concurrentielle croissante avec des techniques et des matériels tout à fait à jour. L'ITF n'engage pas d'opérations d'assistance technique dans ces pays. Par contre, il a aidé à la création d'organismes analogues à l'ITF en Algérie et au Maroc.

- Il convient de souligner enfin une caractéristique positive importante de l'industrie textile : c'est d'avoir évité de s'enfermer dans une "Technostructure hexagonale". Ses dirigeants se sont tournés vers le monde entier par une longue tradition de négoce international avant même de ressentir les nécessités économiques d'aujourd'hui.

Institut de l'Entreprise
6, rue Clément Marot
75008 Paris - tél : 723.63.28

Président : Jean Chenevier
Vice-Président délégué : Michel Drancourt
Directeur : Christian Allais