



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Questions sur le changement technique

- Progrès technique et micro-économie

P. COHENDET

- Lire *La Richesse des nations*

F. GUERY

Les deux textes qui suivent ont pour origine des conférences prononcées lors d'un séminaire sur le progrès technique qui s'est tenu à Lille en 1986. Ce séminaire s'était déroulé sur une semaine, à l'initiative du CNRS, de l'INRA et du ministère de la Recherche (programme "Technologie, Emploi, Travail"). La première partie de la session avait consisté à faire intervenir des spécialistes des diverses disciplines en sciences sociales et humaines sur la question du changement technique.

La plupart des contributions (exposé et débats) ont fait l'objet d'une transcription et d'une première mise en forme par les organisateurs du séminaire, avec un contrôle des auteurs. Les fascicules correspondants sont disponibles sur demande, en s'adressant à la Station d'Economie et Sociologie rurales de l'INRA, 6, Passage Tenaillé, 75014 PARIS :

- Macro-économie (G. Abraham-Frois)
- Micro-économie (P. Cohendet)
- Sociologie du travail (M. Maurice)
- Le statut de la prospective (P. Gonod)
- Epistémologie (F. Guery)
- Ergonomie : entre science, technologie et réalité (J. Kronlung, avec le concours de N. Sée pour l'établissement du texte en français)

L'absence de l'anthropologie et de l'histoire économique est liée au fait que les auteurs n'ont pas eu le temps de mettre en forme leur intervention.

La seconde partie de la semaine avait été consacrée à l'intervention d'acteurs sociaux et de spécialistes des sciences et techniques. Sont également disponibles les textes suivants :

- M. Gagnaire : Le point de vue d'un syndicaliste.
- P.J. Sicard : Une approche du progrès technique par un directeur de recherche d'une firme de biotechnologie.
- D. Estève : L'état de l'art en matière de productique.

A l'issue de ce séminaire, un appel d'offres avait été lancé pour des recherches sur le thème du changement technique dans les industries agro-alimentaires.

PROGRÈS TECHNIQUE ET MICRO-ÉCONOMIE

L'objectif de la micro-économie, au sens strict, est double. D'un côté, l'on s'attache à l'activité d'agents individuels ; il s'agit de décrire leur comportement d'achat et de production de biens ; il s'agit également de déterminer les quantités d'équilibre et la manière dont se forment les prix, non seulement sur le marché de chaque produit, mais aussi sur l'ensemble des marchés (théorie de l'équilibre général).

Il s'agit, d'un autre côté, de définir "la jauge de la performance du système", c'est-à-dire de s'interroger sur la possibilité d'atteindre un état optimal (qui permette une allocation optimale des ressources). Les économistes ont particulièrement porté leur attention sur un optimum, l'état "Pareto-optimal", où l'on ne peut plus améliorer la situation de certains agents économiques sans détériorer la situation des autres dans le même temps. Cet optimum économique joue le rôle de "jauge" d'optimalité par rapport à laquelle on peut classer toute autre situation.

Dans le cadre de la micro-économie, l'analyse du progrès technique s'avère particulièrement difficile pour des raisons qui sont précisées ci-dessous, dans la première partie de cette contribution. La prise en compte du progrès technique devient possible en s'affranchissant de ce cadre, i.e. en raisonnant en termes d'économie industrielle ou de méso-économie. Dans la deuxième partie de cette contribution, on tentera donc de décrire les apports théoriques récents qui ont enrichi la réflexion sur le progrès technique à travers des analyses d'économie industrielle. On présentera enfin, dans la troisième partie, les recherches contemporaines liant l'analyse de la firme à celle de l'innovation.

La difficulté de traiter du progrès technique en termes micro-économiques stricts

Schmookler, en 1965, écrivait que *"le changement technique, pour la micro-économie, c'est un peu comme la météorologie"*. Ce qui signifie que les changements techniques affectent les allocations des agents économiques comme le font le beau temps ou la pluie.

En revanche, cette affirmation ne signifie pas que le progrès technique est une variable économique pertinente. Pour que l'on puisse lui conférer ce statut, il faut que l'on puisse répondre par l'affirmative à la question suivante : l'allocation des ressources dans une économie a-t-elle ou non une influence sur le progrès technique ? Le grand foisonnement de travaux, surtout dans la littérature anglaise des années soixante, porte essentiellement sur ce thème. Ces travaux s'articulent autour de la compréhension et de la mesure de la séquence : "dépenses de Recherche et Développement (R et D) → accroissement du stock de connaissances → innovations → croissance".

La relation entre dépenses de Recherche et Développement et accroissement des connaissances.

La première question est donc l'explicitation de la relation entre les dépenses de R et D et les "outputs" de la recherche (l'accroissement du stock de connaissances). Le raisonnement est posé en termes de "boîte noire". Des inputs de recherche entrent dans la boîte noire, des outputs en résultent et sortent de la boîte. Plusieurs problèmes se posent, et en premier lieu celui de la

définition de ce qu'est un "input de recherche". S'agit-il seulement des dépenses de R et D, ou doit-on aussi considérer le nombre de chercheurs, le nombre d'ingénieurs ? On a également envisagé de tenir compte d'effets du type "effet Spoutnik" ou effets de mode : puisque de grandes firmes obtiennent des résultats importants en raison de leur recherche fondamentale, peut-on les imiter, et jusqu'à quel point ? Le second problème posé est celui de la définition de ce qu'est un "output de recherche" (les brevets ? les produits nouveaux ? les diversifications réussies ? etc.).

Selon les définitions retenues, divers auteurs (Schmookler, 1965 ; Rosenberg, 1982 ; Pavitt, 1984 ; Scherer, 1980) ont tenté de mesurer l'influence des inputs de recherche sur les outputs de recherche à l'aide de modèles économétriques. Leurs conclusions aboutissent généralement à des relations positives mais non linéaires. Toutefois les relations les meilleures impliquent la prise en compte d'autres variables explicatives que les seuls inputs de recherche !

La relation connaissances-innovation

La deuxième question est la suivante. Si l'état du stock de connaissances s'accroît à un moment donné, quelle va être la conséquence économique en termes d'innovations ? Celles-ci sont-elles véritablement engendrées à partir du stock de connaissances, ou le sont-elles davantage par la demande ? Le débat a ainsi opposé les partisans de la notion de "*technology push*" (le stock de connaissances stimule l'innovation) à ceux de la notion de "*demand pull*" (cas où la demande crée les besoins et l'organisation du système économique en matière d'innovation). Les auteurs les plus représentatifs de ce débat sont Comanor (1965) pour la première et Schmookler (1965) pour la seconde. La confrontation de l'ensemble des travaux montre qu'en réalité les deux notions font jouer simultanément leurs effets, ce qui justifie donc l'espoir d'associer les réflexions sur le progrès technique à la théorie micro-économique.

La relation technologie-innovation

La troisième question porte sur la nature du lien entre technologie et innovation. En effet, après avoir démontré l'existence d'un ensemble de relations entre ces deux variables, il convient d'analyser la manière dont elles sont liées : les vitesses de réaction, les phénomènes de concentration, les phénomènes de rendements d'échelle. Ainsi une attention particulière a été portée sur l'analyse de l'influence de la **taille de la firme**, et sur son rôle dans la transmission du progrès technique vers la matérialisation de l'innovation. Un certain nombre de travaux ont ainsi montré que la taille de la firme jouait un rôle important dans un premier temps, puisqu'il y avait progressivement apparition de rendements décroissants. Cooper (1967) a par exemple établi, en analysant plusieurs cas aux Etats-Unis, que pour un produit donné, sa mise au point pouvait coûter trois à dix fois plus cher dans une grande firme que dans une petite (en raison, entre autres, des problèmes de bureaucratie, de transfert de personnel très qualifié qui préfère quitter les grandes entreprises et aller vers les petites, etc.).

Plus généralement, l'étude des phénomènes de concentration menée notamment par Blair (1972), a permis de mettre en évidence deux périodes assez distinctes dans l'histoire du système économique industriel. De la fin du 18^{ème} siècle aux années 1930, tout le développement technologique (par exemple le développement du chemin de fer) tend plutôt à induire des phé-

nomènes de **concentration**. Depuis lors, les technologies mises au point tendent plutôt à favoriser des phénomènes de **déconcentration**.

Le dernier point majeur de débat porte enfin sur la taille des entreprises et l'étude des situations de **monopole**. Selon Schumpeter, une situation de monopole est susceptible d'influencer le processus d'innovation ; quant à la taille de l'entreprise, elle est susceptible de favoriser l'étendue du marché. Les tests économétriques effectués sur ces relations s'avèrent cependant décevants. Ils tendent plutôt à prouver que l'optimum pour favoriser des innovations serait une situation d'oligopole avec des rivalités très fortes entre quelques firmes. Tous les résultats obtenus sont cependant à examiner avec beaucoup de précaution. Ainsi par exemple, dans la théorie de Schumpeter, le monopole n'est qu'un monopole instantané et partiel pendant une petite période de temps, et n'est pas un monopole absolu comme on le suppose généralement dans les différents modèles économétriques qui ont été testés. Parmi les nombreux résultats, ceux de Scherer (1982), qui mettent en évidence les relations entre intensité de la compétition et vitesse de développement, sont particulièrement intéressants. Ces travaux montrent que :

- la période de développement varie de façon inverse par rapport au profit espéré, et de façon directe par rapport à la part de marché ;
- une firme qui espère être leader accélère son développement en réponse à l'accélération des concurrents ;
- un duopoliste "suiveur" tend à développer son produit plus rapidement comme innovateur que comme imitateur ;
- plus une firme est "proche" du marché en période d'innovation, plus rapide est sa période de développement ;
- enfin, plus le nombre de firmes concernées croît, plus le développement est rapide (à condition que le profit reste positif).

L'apport des études appliquées

Outre les différents tests économétriques qui ont été effectués pour établir la pertinence de la notion de progrès technique dans l'analyse micro-économique, de très nombreuses études de cas ont été entreprises pour conforter les résultats théoriques. A titre d'exemple, on peut citer ici l'étude menée par le Bureau d'Economie Théorique et Appliquée (BETA, 1980) dans le domaine spatial, pour montrer de quelle manière les dépenses spatiales effectuées en Europe ont engendré un ensemble d'innovations induites dans le tissu industriel européen. Dans ce contexte, les inputs de recherche sont clairement représentés par les dépenses de recherche effectuées par l'Agence Spatiale Européenne pour construire les lanceurs et satellites. Il est plus difficile, en revanche, de cerner l'output de la recherche. Car si l'output **direct** apparaît bien défini (le lanceur Ariane par exemple, ou les différents satellites réalisés), une des conséquences importantes des projets spatiaux a aussi été d'engendrer, chez les firmes qui ont participé aux projets spatiaux, des **outputs indirects**. L'étude a montré que ces outputs indirects pouvaient se répartir selon quatre grandes catégories différentes :

- 1 - Les outputs indirects **technologiques**, c'est-à-dire les produits nouveaux mis au point au cours des projets spatiaux et commercialisés par la suite dans d'autres domaines (matériaux composites, systèmes de contrôle de processus, procédés de transmission de données, expérimentés dans les projets spatiaux, etc.).

2 - Les outputs indirects **commerciaux**, qui consistent en l'ouverture, grâce au "label" spatial, de nouveaux marchés. Ainsi dans certains domaines, la part des entreprises européennes sur le marché mondial a pu s'accroître au détriment des Etats-Unis et du Japon notamment (marché de la télématique, de certains composants électroniques de haut de gamme, etc.).

3 - Des outputs indirects **d'organisation et de méthodes**. La participation à un projet spatial est en effet très exigeante. La firme est soumise à un ensemble de règles d'organisation et de contrôle de qualité très strictes. Mais, une fois que ces règles sont assimilées, il devient possible pour la firme concernée de les appliquer dans ses autres activités et d'engendrer ainsi des gains appréciables de productivité.

4 - Des outputs sous forme d'amélioration du *know how du personnel*. Un ingénieur ayant travaillé sur un projet spatial est le plus souvent amené à diffuser ultérieurement dans les autres départements de la firme les connaissances et les principes appris dans le spatial. Dans de nombreuses firmes, l'espace est même considéré comme une école, et offre indirectement une formation à la haute technologie qui est susceptible de se diffuser par la suite dans l'ensemble des activités de l'entreprise.

Enfin, dans de nombreux cas, la participation aux profits spatiaux est l'occasion de maintenir en activité dans l'entreprise une "masse critique" d'ingénieurs capables d'absorber par la suite d'autres projets complexes.

Une estimation chiffrée de l'ensemble de ces outputs indirects a été réalisée par le BETA à partir d'un échantillon de 128 entreprises. Elle a montré que le milliard d'écus versé par l'Agence Spatiale Européenne à l'industrie entre 1965 et 1977, a généré un chiffre environ trois fois supérieur d'outputs indirects. Les effets sur le *know how* sont les plus importants (près de 30 % du montant total des outputs indirects), suivis par les effets technologiques (environ 25 % de l'output indirect total).

Les limites de la micro-économie

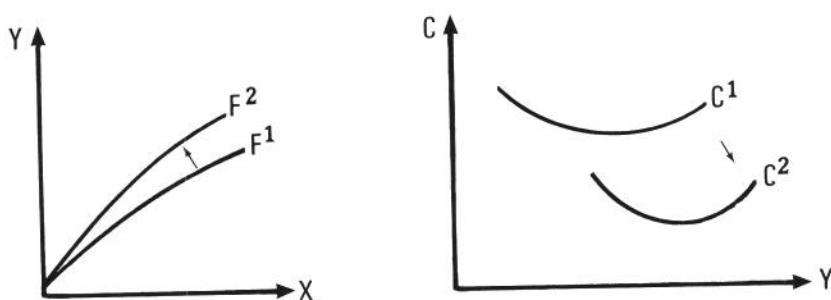
Le type d'étude qui vient d'être présenté, est assez caractéristique des analyses qui peuvent être menées pour cerner l'importance du progrès technique. Cependant, il est clair qu'à chaque fois, on se situe aux limites extrêmes du cadre pur de la micro-économie. En fait, tout un ensemble de raisons expliquent cette difficulté à saisir le phénomène.

La première raison est que l'analyse micro-économique ne peut pas réellement prendre en compte la complexité du processus d'innovation. En fait, la représentation la plus générale du progrès technique dans la théorie économique se traduit par le simple passage d'une courbe à une autre. On mesure le progrès technique comme le déplacement d'une fonction de production de F1 à F2, déplacement qui permet à partir d'un ensemble donné d'inputs de produire mieux et plus. Mais lorsque l'on compare deux états d'équilibre donné, on occulte ce qui paraît essentiel dans le processus d'innovation : le mécanisme par lequel on est passé d'une courbe à l'autre. L'analyse micro-économique suppose en effet que la technique retenue est adoptée instantanément par les agents économiques concernés. Elle rend de ce fait difficile le raisonnement en termes de dynamique économique et notamment l'appréhension des phénomènes d'apprentissage des technologies.

La seconde raison est que la représentation du comportement de la firme telle que l'envisage la micro-économie demeure "ponctuelle". L'entreprise est bien souvent réduite à un point, et l'on suppose implicitement que son organi-

sation interne est donnée une fois pour toutes. Ainsi, l'analyse micro-économique fait l'hypothèse que la structure productive de la firme est une **donnée indépendante de l'environnement économique** (l'environnement étant ici le système de prix, les demandes à la firme, la stratégie des autres agents, etc.). Cette représentation traditionnelle apparaît très succincte. L'entreprise est une boîte noire où entrent des inputs et d'où sortent des outputs. Dans cette représentation, les réseaux de circulation de produits dans l'entreprise, les formes d'organisation de l'entreprise entre différents processus de production, entre différentes machines, apparaissent comme des données immuables. Cette hypothèse implicite contribue à masquer des phénomènes importants, notamment les phénomènes de recherche de flexibilité, d'innovation et d'organisation.

Figure. 1 La vision du progrès technique comme simple déplacement des courbes représentatives des fonctions de production ou de coût.



Une autre raison tient à ce que le comportement de décision de l'entrepreneur face aux problèmes d'**incertitude** peut différer de ceux prévus par la micro-économie classique, surtout lorsque l'entrepreneur est susceptible de bénéficier, volontairement ou non, d'un processus d'apprentissage de l'information préalable à sa décision.

De très nombreuses autres raisons pourraient être évoqués (nature de l'entrepreneur, intervention des pouvoirs publics, phénomène de rationalité limitée, etc.), qui incitent toutes à analyser de plus près les efforts entrepris par les économistes pour fonder une réflexion théorique permettant de mieux rendre compte du progrès technique.

L'élargissement du cadre d'analyse pour rendre compte du progrès technique

Deux voies principales d'approche du progrès technique émergent : la **première**, étudie l'innovation comme un processus de croissance, en faisant un peu fi de l'importance des nouvelles structures. Ces travaux, généralement anglo-saxons, partent du fait que l'innovation naît, meurt, a des cycles de vie. On fait référence, ici, à ce que l'on peut appeler de façon très simple "le cycle de vie du produit", ou de façon peut-être plus complexe "la trajectoire technologique".

Dans la **seconde** voie, que l'on peut qualifier de "structurelle", on part de l'hypothèse que les organisations jouent un rôle considérable dans l'évolution des innovations. Les innovations se propagent dans un milieu organisé où des relations de dominance entre firmes, entre groupes industriels, entre stratégies industrielles, vont être déterminantes pour le choix des technologies. Ces travaux sont très représentés en France par les **analyses de filière**.

Il est clair qu'on quitte ici le cadre strict de la micro-économie. Mais, on n'est pas non plus dans celui de la macro-économie. On se situe dans un cadre intermédiaire que certains ont appelé "économie industrielle", que d'autres appellent "méso-économie", où l'on cherche, en fait, à observer et analyser le comportement des agents par rapport à un agrégat, et où l'on s'intéresse au comportement de chaque groupe d'agent par rapport à l'autre. On résumera ci-dessous les résultats principaux de ces travaux.

La notion de trajectoire technologique

La trajectoire technologique la plus simple, celle que l'on peut représenter sous le nom de "cycle de produit", est bien connue. On y distingue quatre étapes caractéristiques :

1^{ère} étape : l'innovation d'un produit est réalisée par un entrepreneur de type "schumpéterien", qui est en position de monopole instable, provisoire. Cet entrepreneur va pouvoir imposer des prix élevés à l'innovation, obtenir un profit élevé, et impulser le processus de diffusion de l'innovation dans un environnement fixe, conforme en ce sens aux principes de l'analyse micro-économique.

2^e étape : l'accroissement du nombre des entreprises impliquées dans la réalisation du produit nouveau est un phénomène essentiel. Il repose comme le souligne Schumpeter sur le phénomène d'imitation. L'inventeur "génial" existe sans doute, mais ce qui est tout aussi important, ce sont ceux que l'on appelle les "suiveurs" (qui vont peut-être mieux réussir que le premier), et qui vont passer nécessairement par une phase d'imitation exacte de ce qui a été inventé. Les barrières à l'entrée sont relativement faibles, au début ; les changements techniques vont commencer à affecter, non plus le produit qui a été mis au point, mais les processus de production eux-mêmes. On assiste généralement à une forte croissance de la production et des emplois et parallèlement à des baisses des coûts unitaires.

3^e étape : chaque innovation arrive à saturation vis-à-vis de la demande et cela se manifeste, en termes micro-économiques, par la baisse de l'élasticité-prix de la demande. Dans certains cas, on risque même d'aboutir à des phénomènes de sur-anticipation (étudiés notamment par J.L. Gaffard, 1979). Les firmes continuent à croire que la période d'expansion se poursuit. Elles sur-investissent, contribuant ainsi à accélérer la situation de crise. Un exemple : les firmes sidérurgiques, en 1973, ont cru que la crise devait être provisoire. Elles ont alors sur-investi pour prendre le maximum de parts de marché à leurs concurrentes. D'où des crises de sur-capacité qui peuvent menacer un secteur entier.

4^e étape : C'est l'étape de déclin qui s'accompagne d'une période de destruction d'une partie de la capacité. On retrouve une idée chère à Schumpeter : si l'innovation naît et vit, elle meurt également.

Cette théorie du "cycle de produit" que l'on doit à Vernon fait, aujourd'hui, l'objet d'études qui l'ont considérablement enrichie. Parmi ces études, on peut citer celle menée par K. Pavitt au SPRU, Sussex, en 1983. Pavitt a mis en évidence le phénomène suivant : il n'y a pas de trajectoire technologique valable pour toutes les industries, et pour toutes les technologies. C'est-à-dire que la trajectoire technologique dépend du milieu et du type d'industrie dans lequel va se propager l'innovation. Or, en suivant Vernon, on avait tendance à considérer la courbe de vie du produit comme valable pour toutes les industries.

Pavitt (1984) détermine quatre critères qui sont la taille, la part respective de l'innovation de produit et de l'innovation de processus, le degré de développement interne de la technologie, la variété des groupes de produit (savoir s'il y a des produits très diversifiés ou pas). Il aboutit aux conséquences suivantes qui distinguent trois groupes élémentaires d'industries :

1 - Les industries comme le textile où l'innovation est quasiment importée d'autres secteurs et va se propager en osmose constante avec ceux-ci, notamment en ce qui concerne les processus de production internes au textile.

2 - Les industries comme l'automobile où la trajectoire technologique varie dans le temps. Là, dominent les innovations de process.

3 - Les industries du type de la chimie ou de la pharmacie, où le processus innovateur est très influencé par les connaissances fondamentales.

Une étude récente porte sur les problèmes des disparités intersectorielles de productivité. Nelson (1980) a ainsi défini la notion de "*productivity puzzle*". En rejoignant l'interrogation de Pavitt, il s'est posé la question suivante : pourquoi, finalement, n'y a-t-il pas égalisation du taux de productivité dans chaque secteur ? Pourquoi les innovations technologiques ne circulent-elles pas à la même vitesse dans tous les secteurs ? Nelson a alors montré dans ses travaux que, pour des secteurs entiers bénéficiant d'une même innovation technologique, la répartition des effets du progrès technologique n'était jamais égale. Il n'y a pas égalisation, dans l'ensemble des secteurs économiques, des gains de productivité dûs au progrès technique. On rejoint l'étude de Pavitt, mais celle-ci est plus large sur le plan historique.

En 1982, Nelson et Winter ont précisé l'importance prise par certaines décisions passées dans l'irréversibilité fondamentale du processus de choix des techniques. Ces décisions passées structurent les décisions futures, leur donnent une direction qui n'est plus modifiable à volonté. Il y a une autre façon de voir l'irréversibilité chez Nelson et Winter : si les technologies ne sont pas utilisées, parce que les choix effectués font qu'on ne les utilise pas à un moment donné, alors elles ont tendance à disparaître. On peut, par exemple, se poser la question à propos de la "civilisation" de l'hydrogène. C'est un domaine sur lequel on ne sait pas si on doit continuer à faire des recherches ou les arrêter en attendant que des conditions favorables soient réunies.

D'après Nelson et Winter, au bout d'un moment, les technologies non utilisées finissent complètement par disparaître. E. Zuscovitch (1985), à partir de ces réflexions, a posé l'hypothèse suivante : le phénomène important qui va être le porteur de la mémoire du système, c'est le corps de savoir-faire technique associé aux technologies. Si ce savoir-faire n'est pas entretenu pour une technologie donnée, celle-ci va finir par "mourir". Zuscovitch considère ce savoir-faire comme le messenger de l'histoire du progrès technique, que l'on doit privilégier si l'on veut connaître l'histoire ou l'état des techniques et éventuellement les possibilités (réduites, parce que tous les champs ne sont plus possibles) de l'évolution d'une technologie à un moment donné.

Enfin, de nombreuses discussions portent sur le progrès technique mineur et le progrès technique majeur. Mineur, c'est un progrès technique le long d'une trajectoire technologique ; majeur, c'est un progrès technique qui fait changer de trajectoire technologique. Ces réflexions doivent être resituées dans le cadre des modèles dits "évolutionnistes".

Dans l'ensemble des travaux qui viennent d'être évoqués, on privilégie une approche évolutionniste du progrès technique où l'on retrouve naturellement des thèmes chers à Schumpeter : la vie, la mort, les monopoles partiels, l'imi-

tation, etc. On est certes encore très loin d'avoir trouvé les fondements "schumpétériens" de l'innovation, mais on approche, en rassemblant progressivement des morceaux du puzzle, d'un phénomène complexe.

L'innovation et l'analyse de filière

L'approche par filière, très développée en France, repose sur des principes différents. Elle privilégie l'organisation industrielle préexistante dans laquelle les technologies vont évoluer et vont être choisies ou rejetées. Par définition, une filière est une succession d'opérations de transformations aboutissant à la production de biens. Elle met l'accent sur l'articulation des opérations qui sont influencées par l'état des techniques et des technologies et qui sont définies par les stratégies des agents. La notion de filière accorde ainsi une place prioritaire à l'étude des réseaux de relations inter-industrielles entre différents groupes.

Il y a d'abord une première vision de la filière en terme de statistique technico-économique chez des auteurs qui se sont préoccupés de traiter le flux des produits à travers le circuit industriel. Elle est complétée par d'autres auteurs qui cherchent à découper le système productif pour répondre au besoin théorique de définir les ensembles de production, de consommation, les biens de production, la production de matières premières, etc. Il s'agit alors de retrouver, non plus une description purement statistique, mais un découpage du système productif qui soit opérationnel pour certaines théories. L'instrument utilisé est généralement le tableau d'entrées-sorties (TES).

Un autre ensemble d'auteurs envisagent l'utilisation du concept de filière, comme centrée sur l'articulation entre groupes d'industries et aboutissant à une méthode d'analyse de la stratégie des firmes. La filière, dans ces conditions, va s'opposer à la notion (souvent privilégiée par la littérature anglo-saxonne) de *créneau*. Le "créneau" peut être assimilé à un marché donné que l'on essaye d'appréhender sans se préoccuper de savoir quelle est l'organisation industrielle qui lui est sous-jacente. La filière, au contraire, renvoie généralement à l'étude des stratégies et permet d'aborder les problèmes de dépendance industrielle. On suppose en effet dans ce contexte que l'approche d'un marché va être dépendante du réseau de relations entre firmes, c'est-à-dire de l'état stratégique des rapports de puissance des groupes liés les uns aux autres. On est donc en présence de deux visions relativement opposées : la stratégie de créneau, où l'on retrouve l'idée de firmes en concurrence les unes par rapport aux autres sur un marché donné, et la stratégie industrielle en terme d'approche du marché par une filière (qui admet entre autres que l'on aura d'autant plus de chance de tenir un marché que la filière qui va y aboutir sera plus riche, plus ramifiée et plus étendue).

L'un des aspects les plus importants de la notion de filière est d'être un **élément de politique industrielle**. On peut le constater dans des pays comme la France ou le Japon où l'on a essayé de constituer des filières. Au Japon, par exemple, le gouvernement a manifesté au début des années 60 la volonté délibérée de créer une filière métallique. Les profits réalisés (car l'expérience avait donné de bons résultats) ont été ensuite réinvestis dans la transformation de l'acier et l'automobile. Il y a eu par la suite transfert des nouveaux profits dans la machine-outil électronique. Le gouvernement japonais a sans doute eu la chance, ou la sagesse, de voir juste par rapport à d'autres gouvernements dans le choix d'une stratégie de filière. En France, il en a été autrement. On a décidé de constituer des filières comme le nucléaire, l'électronique, etc. Toutes n'ont pas donné les résultats escomptés. Dans certains cas même (sidérurgie), une réflexion en terme de filière, c'est-à-dire en terme d'ensemble

technique que l'on a conçu un peu séparé des autres, peut aboutir à des conséquences franchement négatives. La volonté manifestée, en France en particulier, et en Europe en général, de défendre à tout prix la filière "sidérurgie" comme un ensemble industriel bien isolé des autres, s'est avérée un échec.

On peut opposer cette stratégie à ce qui s'est passé dans des pays comme le Japon ou les États-Unis, où les industriels ne se sont pas focalisés sur le produit en lui-même, en terme de filière sidérurgique. Anticipant que l'acier allait voir sa consommation diminuer dans les prochaines années au profit de substituts tels que les plastiques, les céramiques ou les composites, des sociétés comme Nippon Steel au Japon ou Bethlehem Steel aux États-Unis, n'ont donc pas réagi en terme de filière, mais en terme de stratégie industrielle : elles se sont associées (car il est difficile quand on est sidérurgiste de devenir fabricant de composites) avec des petites entreprises sous forme d'opérations dites de "partenariat industriel", pour connaître les métiers et les débouchés de ces petites entreprises.

Le résultat est aujourd'hui, qu'une firme comme Nippon Steel dispose d'une palette de matériaux extrêmement large, variée, et n'est plus uniquement dépendante de la sidérurgie. Ce qui apparaît ici, c'est que la notion de stratégie en terme de filière peut aboutir, avec un comportement "myope", à de profondes erreurs stratégiques. Le risque de la filière peut être de rigidifier les stratégies.

L'intégration des données relevant du comportement et de la gestion de l'entreprise

En dehors de ces deux points importants, à la limite du cadre micro-économique, que sont les réflexions liées à la filière et aux trajectoires technologiques, d'autres travaux récents sur les relations entre micro-économie et progrès technique méritent d'être mentionnés.

L'économie de variété

Il faut tout d'abord citer, dans le domaine pur de la micro-économie, le développement de concepts récents dans la théorie des coûts, avec la notion d'économie de variété (ou économie de champ ⁽¹⁾) qui permet de mieux comprendre le comportement des firmes "multiproduits" devant gérer des processus de production imbriqués les uns dans les autres (au sein de même unités productives). De récents développements (Baumol, Panzar et Willig (1982) ; Bailey et Friedlaender (1982)) ont mis en évidence que la **composition des outputs** est aussi importante que l'échelle de production pour déterminer les coûts. Plus précisément, il y a des économies (positives) de variété lorsque le coût de la combinaison de deux (ou plus) lignes de production dans une unité de production est inférieur à celui de la production séparée. De telles économies apparaissent lorsque les différentes lignes de production partagent au moins un input en commun.

Pour montrer l'importance des économies de variété, un certain nombre de concepts ont été développés par les auteurs, en rappelant tout d'abord le concept d'économie d'échelle dans le cas d'un seul produit.

⁽¹⁾ *Economics of scope* en anglais.

- Soit $c = C[y]$ le coût total dans le cas d'un seul produit. La mesure des économies d'échelle est alors :

$$S = CM/cm = \frac{C[y]}{y \, dc/dy} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 1$$

selon que les rendements d'échelle sont croissants, constants ou décroissants (cette mesure est l'inverse de l'élasticité des coûts par rapport à l'output).

- Le premier concept introduit est celui d'**économies d'échelle à proportion d'output constante** (*ray economies of scale*) qui généralise le concept d'économies d'échelle au cas multiproduits. Lorsque l'on fait varier le niveau d'un panier donné (proportions fixes) d'outputs, on définit ainsi le coût moyen à proportion d'output constante CM_α de la façon suivante :

$$CM_\alpha(y) = \frac{C[t y^0]}{t}$$

pour une marchandise composite dont l'unité est le vecteur y^0 , et pour laquelle l'échelle de l'output est donnée par le scalaire t . On en déduit l'expression "d'économies d'échelle à proportion d'output constante" (2)

$$S_\alpha = \frac{C[t Y^0]}{\sum Y_i^0 CM_i}$$

- Le second concept est celui d'**économies d'échelle propres à un produit donné** (*product specific economies of scale*), que l'on peut définir à l'aide du concept de coût total incremental $C[Y_1, Y_2] - C[0, Y_2]$, défini comme l'augmentation du coût total associée à la production d'un produit donné pour un niveau fixé d'output par rapport au coût correspondant lorsqu'on ne produit pas ce produit.

Le coût moyen associé $CM_\beta(Y_1)$ est alors :

$$CM_\beta[Y_1] = \frac{C[Y_1, Y_2] - C[0, Y_2]}{Y_1}$$

d'où les rendements d'échelle propres à l'output 1 :

$$S_\beta = \frac{CM_\beta[Y_1]}{C_{m_1}} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 1$$

(2) $S_\alpha = dY/Y / dC/C$, avec $Y = tY^0$, $dY/Y = dt/t$, $dC/dt = \sum Y_i^0 CM_{\alpha_i}$ où CM_{α_i} désigne le coût marginal relatif à la i ème ligne de production ; d'où le résultat indiqué. La valeur de S_α est égale au rapport entre le coût de production et les revenus du producteur s'il vendait les outputs à leur coût marginal.

- Le troisième concept est donc celui d'économies de variété (*economics of scope*) qui se produisent lorsque :

$$C[Y_1, Y_2] < C[Y_1, 0] + C[0, Y_2]$$

Une mesure immédiate du degré d'économies de variété est alors :

$$S_v = \frac{C[Y_1, 0] + C[0, Y_2] - C[Y_1, Y_2]}{C[Y_1, Y_2]} > 0$$

(S_v est borné supérieurement par la valeur 1).

L'une des propriétés remarquables du concept d'économies de variété est la suivante. Les économies d'échelle dans le cas de deux produits sont mesurées par :

$$S_{1,2} = \frac{C[Y_1, Y_2]}{Y_1 \delta C_1 / \delta Y_2 + Y_2 \delta C_2 / \delta Y_2}$$

En posant :

$$w = \frac{Y_1 \delta C / \delta Y_1}{Y_1 \delta C / \delta Y_1 + Y_2 \delta C / \delta Y_2}$$

(qui traduit approximativement la part des coûts variables de production imputables au produit 1), il vient :

$$S_{1,2} = \frac{w S_1 + (1 - w) S_2}{1 - S_v}$$

La mesure globale d'économies d'échelle relative aux deux produits est donc une moyenne pondérée des économies d'échelle relative à chacun des produits pris séparément multipliée par le facteur $1/1 - S_v$. Ainsi si les économies de variété sont suffisamment importantes, on peut obtenir globalement un phénomène d'économies d'échelle, même si sur chaque ligne de produits prise séparément on observe des rendements constants, voire décroissants.

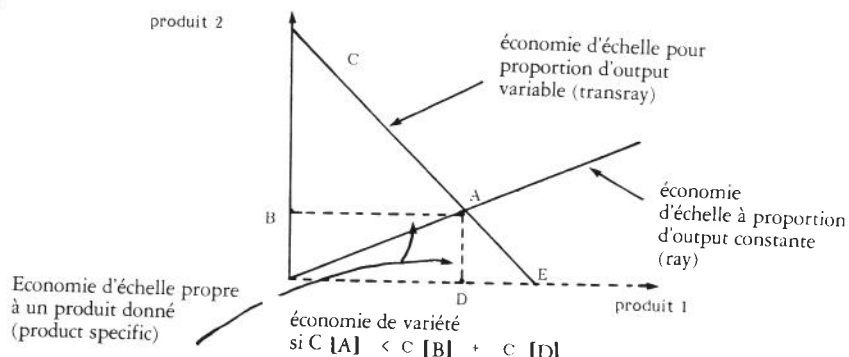
Grâce au phénomène de variété, les coûts peuvent être répartis sur davantage de produits, de sorte que la variété peut permettre de retrouver des effets d'échelle dans certains cas particuliers. Rappelons la nécessité qu'un input au moins soit "partagé", ce qui est par exemple le cas lorsque la firme a l'opportunité d'exploiter un certain type de capacité excédentaire. Ces résultats montrent qu'il n'y a pas nécessairement d'incompatibilité entre la variété des produits et l'échelle de la production pourvu que l'entreprise puisse s'organiser d'une manière à faire jouer le phénomène d'économies de variété.

- Lorsque les effets des économies de variété sont supérieurs à ceux de n'importe quelle économie d'échelle propre à un produit donné, on dit alors

que la fonction de coût est "convexe pour toute proportion d'output" (*transray convex*) :

$$C[(\lambda Y') + (1 - \lambda) Y''] < \lambda C[Y'] + (1 - \lambda) C[Y''] \text{ (pour } 0 < \lambda < 1 \text{)}.$$

Figure 2.
L'économie de variété



Les propriétés mises en évidence ci-dessus autorisent ainsi la possibilité de constitution d'une structure productive qui rend compatible l'accroissement de l'efficacité de la production et l'accroissement de la variété des produits, en élargissant la gamme des produits fabriqués. Elles permettent à l'entreprise d'étendre son horizon décisionnel et d'assumer sous certaines conditions le risque inhérent à des changements d'organisation interne, en abordant notamment le choix d'un portefeuille optimal de produits dans un environnement risqué avec une marge organisationnelle beaucoup plus importante.

La prise de décision dans l'entreprise dans un environnement incertain

La deuxième voie où les recherches sont actives est une voie liée au processus de décision de l'entreprise. La décision de l'entreprise, jusqu'à présent, était prise dans un cadre plus ou moins rigide où il n'y avait pas de facteurs nouveaux qui apparussent au cours du processus de prise de décision. Or, les entreprises vont devoir décider dans un environnement qui devient de plus en plus incertain, où la demande devient de plus en plus variée.

La part de l'aléatoire (en raison notamment de phénomènes innovatifs) devient de plus en plus importante dans la prise de décision. Pour essayer de modéliser ce genre de situation, bien des études portent aujourd'hui sur la décision en présence d'incertitude, où le décideur acquiert progressivement des informations sur les états du monde.

A titre d'exemple, citons les études menées par le BETA, à Strasbourg, sur les décisions de l'industrie chimique en matière de choix énergétique (Cohendet et al., 1985). La situation de départ était la suivante. L'excédent, d'origine nucléaire, a incité EDF à stimuler la consommation d'électricité dans l'industrie. Cette politique s'est notamment concrétisée par des tarifs avantageux par rapport aux autres formes d'énergie, au moins à certaines heures (nuit), ou à certaines périodes (été). Ainsi, peu à peu l'environnement énergétique des entreprises s'est trouvé modifié. Il s'agissait pour ces dernières, d'une part de tenir compte à court terme d'une plus grande variété de l'offre énergétique, d'autre part à plus long terme, de prendre en compte les efforts d'EDF pour abaisser le prix relatif de l'électricité.

De toutes les activités économiques, la chimie est sans doute la plus concernée par ces modifications de la structure énergétique. Très grosse consommatrice d'énergie, la chimie est un secteur où la majeure partie de la consommation énergétique provenait d'hydrocarbures (pétrole, gaz, charbon, etc.) ce qui suppose des équipements spécifiques et coûteux. La pénétration de l'électricité comme input énergétique, constitue, pour les industriels de la chimie, un choix d'investissement "non routinier" (innovatif) vers lequel ils hésitent a priori à s'engager. En fait, une certaine forme de passage est en cours sous une forme (la bi-énergie) qui offre l'avantage de la flexibilité, permettant d'utiliser soit l'électricité soit d'autres énergies, selon la période. Les résultats obtenus lors de l'étude du BETA montrent que les décisions des entreprises tendent toutes à privilégier une certaine forme de flexibilisation des entreprises. Mais les conditions et la nature en paraissent très différentes d'une entreprise à l'autre. **Trois stratégies de flexibilisation** peuvent être, en réalité, observées :

La première consiste en une **flexibilisation technologique de l'appareil productif** pour répondre, à court terme, à une plus grande variété de l'offre d'énergie qui suit des lois bien connues a priori. Dans ce cas où aucun supplément d'information sur l'avenir n'est attendu par le décideur, la flexibilisation apparaît purement statique et rejoint la conception de la flexibilité au sens de Stigler. Pour ce dernier, la flexibilité du capital consiste à limiter la variation des coûts unitaires lorsque le niveau productif varie. Dans cette optique, un équipement bi-énergie est considéré comme plus flexible dans la mesure où sa courbe de coût moyen est "plus plate" que celle de l'équipement initial.

La seconde consiste à rechercher une **flexibilité financière de l'entreprise** en attendant un supplément d'information. La flexibilité consiste ici à maintenir liquide les capacités financières de l'entreprise jusqu'au moment où l'on possède des informations plus précises sur l'environnement énergétique de l'investissement. On peut faire apparaître dans un tel contexte un phénomène de valeur d'option, c'est-à-dire une justification de la politique d'attente, du report de la décision d'investir qui peut faire apparaître plus avantageux en définitive l'investissement dans un équipement innovant et risqué, bi-énergie par exemple, par rapport à un investissement dans une technologie "routinière".

La troisième consiste pour l'entreprise à s'engager dans un **investissement innovant** (par exemple la bi-énergie) pour amorcer un processus de "*learning by using*". L'entreprise, contrairement au deuxième cas énoncé ci-dessus, adopte un comportement actif et non passif vis-à-vis de l'information.

L'évolution des vues sur l'organisation de la firme

La troisième voie concerne la représentation même de la firme par la théorie économique. Cette voie rompt avec l'hypothèse de la théorie traditionnelle qui postule que l'organisation interne de la firme est indépendante de son environnement (c'est une "donnée" fixée par les *managers*). Cette représentation de l'entreprise pouvait convenir en première analyse lorsque le modèle dominant était le modèle "fordien-taylorien" caractérisé par une production de masse standardisée, des produits de longue série à durée de vie importante, des processus où les machines sont regroupées en famille, et par une organisation hiérarchique avec séparation entre les services fonctionnels et les ateliers de production. Or, cette représentation ne tient plus lorsque, de plus en plus, l'entreprise doit faire face à une demande évolutive de produits variés à durée de vie très courte. Le renouvellement continu des gammes de produits exige un renouvellement incessant de l'organisation des ateliers et de l'entreprise en

général. Les travaux menés dans ce cadre relèvent naturellement davantage de la gestion que de l'économie, mais ils devraient très largement contribuer à montrer que le progrès technique apparaît indissociablement lié à l'évolution de l'organisation des processus productifs.

Patrick COHENDET

Les débats qui ont eu lieu à l'issue de son exposé ont donné à P. Cohendet l'occasion de préciser son propos en divers endroits et de l'illustrer par de nombreux exemples, tirés pour la plupart des travaux de son équipe de recherches. Nous avons choisi de reprendre ici un certain nombre de ces points ⁽¹⁾, pour le complément d'éclairage qu'ils apportent.

Voici, pour commencer, la réponse de P. Cohendet à une question de J.C. Sourie (INRA) sur la faible utilisation de la théorie des jeux dans l'analyse du changement technique. "Il est vrai que l'on aurait pu en espérer beaucoup de résultats. Cependant, j'ai esquissé des réflexions à partir de Scherer, et ses analyses de duopole sont des analyses de théorie des jeux classiquement appliquées dans le cadre micro-économique. Elles restent encore peu satisfaisantes, parce que les joueurs de la théorie des jeux, jusqu'à présent, sont des joueurs qui connaissent tous leurs "trucs" : on suppose connues les stratégies des autres, ou si on se lance dans des stratégies évolutives, on se heurte à des phénomènes très compliqués. Là où on a été très faible, me semble-t-il, c'est dans la représentation du monopoleur schumpéterien qui est un monopoleur provisoire. Le monopole se révèle provisoire ; il y a apparition de "contestation". Je sais qu'actuellement il y a tout une représentation théorique de la "contestability" qui est intéressante et qui peut être prometteuse. A part cela, on a utilisé la théorie des jeux dans un sens un peu statique et donc impropre à traiter des phénomènes d'innovation".

A la suite d'une question de P. Byé (INRA) sur la correspondance entre inputs et outputs de recherche (à propos de l'efficacité des dépenses de recherche dans le domaine spatial, dans l'étude citée du BETA, 1980), P. Cohendet dit : "Je remarquerai pour commencer que quand on évoque des innovations de produit, de procédé, l'ouverture de nouveaux marchés, l'amélioration de la main d'oeuvre productive, on ne fait, finalement, que reprendre les catégories énumérées par Schumpeter lui-même comme autant de cas possibles de l'innovation. Pour plus de précisions quand même, concernant ces corrélations, je dirai deux choses. Prenons l'exemple d'une retombée — les raquettes de tennis fabriquées avec un matériau mis au point dans le cadre du programme spatial : nous n'avons comptabilisé comme effet positif que le cas, au demeurant extrêmement rare, où c'était la firme même qui avait obtenu le contrat de l'Agence spatiale européenne qui se lançait dans la production de raquettes de tennis et qui dégageait de la valeur ajoutée positive dans ce domaine-là. Si c'est une autre firme, nous ne l'avons pas retenu. Vous voyez que la population sur laquelle on a observé ce qui se passe est réduite aux seuls contractants de l'Agence spatiale européenne.

Pour le reste, on ne sait pas. Le seul modèle où l'on a fait des investigations au-delà du cercle étroit des contractants est un modèle économétrique de retour d'impôt. Là, on est quand même obligé de tenir compte de tous les effets multipli-

⁽¹⁾ Rappelons que ces débats sont consignés de façon exhaustive dans le fascicule mentionné en préambule au présent article.

cateurs qui sont générés. Mais en dehors de cet aspect-là, on est toujours resté dans le cadre des firmes et généralement c'était des firmes qui n'auraient jamais procédé à ces diversifications sans l'aventure spatiale. En ce qui concerne l'argent détourné d'autres activités, si c'était à l'intérieur des firmes, on comptait cela comme une valeur ajoutée négative. On a isolé un ensemble de dépenses avec un ensemble d'effets. Pour prendre une image, imaginez que j'ai devant moi une flaque d'eau ; j'ai lancé une pierre — les dépenses spatiales — et je n'ai observé que le premier rond ; pour le reste je ne sais pas : je ne me suis demandé ni pourquoi j'ai jeté la pierre ni ce qui se passe au-delà du premier rond dans l'eau et de toutes les ondes qui s'en suivent.

Un autre aspect important, c'est la **réduction des coûts de production**. Imaginez que vous soyez à la tête d'une entreprise, que vous mettiez au point une méthode PERT — ou une méthode beaucoup plus sophistiquée — pour faire des grands projets, cela c'est l'espace qui vous l'a appris, et qu'ensuite vous alliez vous lancer dans un autre projet (un pont ou un tunnel car vous êtes une entreprise de bâtiment). Vous avez appris des règles extrêmement strictes de gestion que vous n'auriez pas apprises sans l'espace. Vous allez vendre votre projet au même prix mais vous allez avoir, sur ce projet-là, un écart qui va dans votre poche et qui est dû à la réduction de coûts de gestion. Cela, ce sont des choses qui sont, curieusement, beaucoup plus mesurables que d'autres. Ce qui est, en revanche, beaucoup plus difficile à quantifier c'est l'avantage pour la main d'œuvre.

Enfin, pour finir sur ce point, ce qui m'intéresse ici, c'est la nature des liens entre les dépenses et les différents flux d'output que l'on peut observer. Par exemple, pour les nouveaux produits qui sont sortis de l'espace, ce lien est du type suivant : vous jetez votre pierre et les effets ne se font sentir qu'au bout de six ans. Il y a en effet un délai moyen d'à peu près six ans avant de voir des réalisations de nouveaux produits apparaître dans les firmes. Ensuite, ce lien est exponentiel, quelle que soit la nature des dépenses spatiales faites ultérieurement. En revanche, pour l'ouverture de nouveaux marchés, quand des firmes européennes s'y présentent — ce qu'elles ne pouvaient pas faire avant parce qu'elles n'avaient pas de référence sur le marché mondial — et gagnent certains marchés (dont des marchés de satellite), là, on sent bien que le label spatial est quelque chose de très mesurable (le coût en marketing se mesure dans une firme). Le label spatial va jouer dans les bonnes périodes, quand il y a eu des succès spatiaux qui ont produit leurs effets. On a une sorte de liaison avec le succès des projets spatiaux qui est ainsi modulable dans le temps. Ainsi ce qui peut être souligné dans notre étude, c'est plutôt la configuration des avantages, leur morphologie, les délais de réaction, toute cette multitude de résultat qualitatifs, bien plus que le fait de savoir que les dépenses spatiales rapportent aux entreprises concernées trois fois plus que ce qui est entré".

Une autre question est posée par P. Byé (INRA) sur le fait que, dans les nouvelles pistes de recherche évoquées, c'est la modification des techniques de production qui est privilégiée. Qu'en est-il des comportements classiques des firmes (concentration, internationalisation, etc.), mis en avant par celles-ci comme autant de moyens pour contrer l'incertitude et l'instabilité des marchés et faire face à l'aiguïsement de la concurrence ? En effet, ces comportements ne les conduisent pas nécessairement à changer radicalement leurs outils de production ou leurs techniques. Peut-on alors dire que ces comportements ne sont plus dominants ? P. Cohendet répond alors que s'il a peu parlé de ces phénomènes — qui restent dominants — c'est qu'il a voulu attirer l'attention non sur ce qui était permanent, mais sur ce qui apparaissait comme nouveau dans la production à travers les recherches effectuées.

Cette précision est l'occasion, pour lui, d'introduire une notion importante liée à la demande, et qui est celle de "fonction". Cette notion développée par Colombo et Lanzavecchia, a été assez discutée dans le cadre du BETA. "Pour l'expliquer en deux mots, je vais prendre l'exemple très simple de la fertilisation. Jusqu'à présent, la réponse industrielle est une solution en terme de produit ; des engrais qui sont appliqués là où il le faut avec des modulations selon la nature des sols, selon ce que l'on veut obtenir, etc. Récemment, dans certains cas, ces produits ont eu des effets néfastes sur l'environnement. On a donc été amené à voir si on pouvait répondre en terme de produit à ces contraintes d'environnement. On s'est aperçu que c'était très difficile, parce qu'on ne voit pas bien comment se passer des nitrates comme engrais, même si on sait que les nitrates ont des effets sur l'environnement. Ce qui est intéressant, c'est que certaines firmes ont commencé à essayer de fixer directement l'azote de l'air par les plantes elles-mêmes, par des transformés biotechnologiques. Vous n'avez plus une stratégie de produit, mais vous vous posez le problème de satisfaire une fonction et pour cela vous allez répondre non plus simplement en terme de produits, mais par recours à un ensemble de produits et services qui peut éventuellement exiger l'utilisation de nouvelles techniques (il faudra naturellement toujours des engrais, donc des produits bien sûr, mais ceux-ci accompagnent les services à l'agriculteur qui vont se développer).

La "fonction" se développe ainsi (l'exemple était pédagogique mais on peut le retrouver partout) dans l'épuration des eaux, dans la lutte contre les insectes, dans l'habitation. Il me semble que ce faisant, on est en train de repenser le système productif. Pour vous donner un exemple et vous montrer que ce n'est pas une réflexion spéculative, Montedison, ICI, Ciba-Geigy, Hoechst, Bayer ont tous un département "fonction" (800 personnes chez Montedison, l'équivalent chez Ciba-Geigy) : des gens qui sont là uniquement pour penser en terme de fonction la solution des problèmes industriels et pour ne plus répondre en termes de produit. C'est une espèce de "paquet" de réponses qui sont adaptées au problème envisagé.

Il est vrai qu'il y a aussi une réflexion en terme de demande qui suppose de connaître la complexité d'un environnement, le réseau de relations dans un environnement, qui est aussi une voie intéressante pour comprendre les phénomènes de mutation qui sont vraiment pilotés par l'aval. Les firmes qui réfléchissent dans cette direction sont, par exemple, les firmes chimiques qui le font pour comprendre la réponse de la chimie à l'automobile. Dans certains cas même, les chimistes connaissent tellement bien les problèmes de l'automobile qu'ils deviennent, à cause de leurs connaissances croissantes, les concurrents de leurs propres clients. Bien sûr Renault a vendu Ceraver à Rhône-Poulenc, pour des raisons financières, mais il n'est pas "neutre" de voir Rhône-Poulenc acheter une entreprise de céramique, alors que l'on sait que les céramiques ont un avenir précis et prometteur dans l'automobile. On voit apparaître, au contour des frontières industrielles, des changements stupéfiants, qui ne sont pas des changements de portefeuille d'activité mais des changements dus à la connaissance des fonctions du marché client. Cela doit être pris en considération par l'analyse économique".

P. Byé demande alors en quoi ce phénomène diffère d'une logique traditionnelle de marketing (on "contrôle" les ventes d'un ensemble de produits connexes en contrôlant d'abord celles d'un des produits repéré comme stratégique), laquelle n'implique pas obligatoirement de changer les caractères physiques de chacun des produits composant l'ensemble des produits vendus, ni l'organisation de la production elle-même ? L'intervenant précise : "Même quand une société travaillant dans une branche donnée se rapproche de — ou rachète — une autre société œuvrant dans des domaines d'activité parallèles au sien, il ne paraît pas possible de ne voir que leur complémentarité (et ce faisant l'aspect "fonction") et d'ignorer leur concurrence. Ceci paraît se justifier actuellement où bien des rapprochements inter-entreprises relèvent autant de stratégies liées à la concentration que de

définition de politiques industrielles de long terme fondées sur la fonction".

P. Cohendet n'en disconvient pas mais revient sur la nouveauté de ce que les recherches citées ont mis en lumière. "Si des industriels aussi sérieux que les chimistes créent des départements "fonction" d'une telle taille, c'est là un indice de la réalité du phénomène. Il est vrai que les exemples que l'on peut donner de fonction, c'est 2 ou 3 % de la réalité industrielle aujourd'hui ; c'est vrai, il y aura toujours des mouvements d'intégration, de concentration entre firmes. Un événement comme Daimler qui rachète AEG — comme si Rhône-Poulenc rachetait en France Thomson, c'est un événement énorme qui échappe sans doute à la notion de fonction. On aura toujours la constitution de grands groupes industriels à travers les phénomènes soit de stratégie financière (on prend un concurrent parce qu'il est rentable), soit de recherche de complémentarité technologique. Cela reste vrai. Mais j'essaie d'aller un peu au fond des choses qui sont en train de bouger.

La réflexion en terme de fonction n'est pas si neutre que cela pour l'analyse économique. Si vous l'acceptez, cela signifie que le prix d'un produit n'est peut-être pas la variable déterminante au niveau micro-économique. A la limite, la logique de la fonction c'est de rentrer dans un marché et de vendre le produit quasiment à perte à condition de maîtriser la complexité de l'environnement et de pouvoir gagner sur les services et sur les technologies accessoires autour des services. Si cela est vrai, cela modifie beaucoup l'analyse micro-économique. Les quelques exemples cités montrent que ce genre de réflexion pose un problème aux économistes. Nous avons commencé à réfléchir sur la fonction en 1982. Je n'avais alors aucun exemple en dehors de l'exemple pédagogique que j'ai donné. Depuis, la liste des exemples et des firmes qui raisonnent en terme de fonction ne fait que croître. Dans beaucoup de domaines on vous donne le "produit", pourvu que vous consommiez du service. Par exemple le Minitel : la notion de prix du Minitel, si on ne l'intègre pas dans une réflexion en terme de fonction, cela n'a aucun sens. Cela pose donc quelques problèmes à l'analyse micro-économique traditionnelle.

Pour illustrer la nouveauté de la période actuelle, je reprendrai le cas des chimistes. Depuis la fondation de la Fédération européenne des industriels de la chimie — le CEFIC — ceux-ci se réunissaient habituellement à Bruxelles, mais de façon séparée (les fabricants d'éthylène, ceux de méthanol, etc.). Structuration industrielle classique fondée sur un découpage en terme de produit ; et ceci n'était pas vrai que pour la chimie amont, ça l'était aussi pour la chimie aval. Il y avait des pharmaciens qui se réunissaient et raisonnaient en terme de produit, tel jour on parlait de la cortisone et rien d'autre, etc. Je peux vous assurer que depuis les tremblements qu'a connus l'industrie chimique en 1976, on a beaucoup révisé ces positions. Il y a une évolution considérable : on a des chimistes qui s'occupent de santé, d'agro-alimentaire, etc. C'est énorme du point de vue décision industrielle. Jusqu'à présent tout le monde s'intéressait à des valeurs quantitatives : les prix, les quantités, les surcapacités, les effectifs, etc. dans chacune des filières données. Je ne dis pas que tout le monde va se mettre à raisonner en terme de fonction, mais je vois se constituer des groupes de réflexion de stratégie industrielle qui dépassent largement le cadre des produits. Il se passe quelque chose qui ne ressemble plus à ce qui se passait avant et qui était une réflexion en terme de produit. Ceci est sans doute vrai d'autres industriels, pas seulement des chimistes".

J. Perrin (CNRS) intervient alors en citant l'exemple des firmes de biens d'équipement où, depuis dix ou quinze ans, le concurrence ne se joue plus seulement sur la vente d'une machine mais aussi à travers la vente d'un service. "Ceux qui construisent des biens d'équipement pour le traitement des eaux ne fournissent pas que des machines, ils vendent tout ce qui va avec, le savoir-faire etc. Au niveau international, spécialement à l'exportation, et ceci depuis plus de dix ans,

les constructeurs de biens d'équipement essaient de se donner une nouvelle image de marque ; ils vendent des machines et l'ensemble des fonctions nécessaires à leur fonctionnement, y compris la formation. Donc, *conclut-il*, cette tendance n'est pas complètement nouvelle, et j'en vois mal les enjeux théoriques."

P. Cohendet indique que l'on pourrait donner divers exemples mais qu'il se contentera de mentionner celui des barrières à l'entrée dans une branche, point classique des raisonnements économiques. Fondée sur un produit, la barrière est beaucoup moins efficace que lorsqu'une firme maîtrise la "fonction" et peut s'appuyer sur tout un savoir-faire pour protéger son marché.

M. Leusie (INRA) pose une question sur la typologie fondée sur les trajectoires technologiques et s'interroge sur la place des industries agro-alimentaires, en se demandant si, pour en rendre compte, il ne faudrait pas ajouter aux trois types présentés lors de l'exposé, les firmes dominées par leur aval. P. Cohendet indique que dans la classification de Pavitt dont il a donné les grands traits, l'agro-alimentaire doit être rangé dans le premier type (firmes dominées par les offreurs de biens d'équipement). "C'est peut-être paradoxal, mais cela entend signifier que l'agro-alimentaire présente des technologies de production provenant d'autres secteurs.

A propos de ces trajectoires technologiques, l'une des interrogations que l'on peut avoir est la suivante : avec l'évolution technologique en cours, est-ce que les industries chimiques vont accentuer leur pénétration du marché de l'agro-alimentaire ? Elles ont des moyens financiers importants, elles se sont débarrassées de leur activité amont pour beaucoup ; est-ce qu'elles vont ou non se lancer dans l'activité agro-alimentaire ? Je ne connais pas la réponse, mais si elles le font, alors il est clair que l'on change, au sens de Pavitt, de trajectoire technologique. Cela signifie que **l'agro-alimentaire** passerait d'un type à un autre (sans doute, à la troisième catégorie) avec un changement radical de **trajectoire technologique** qui permettrait de comprendre comment et pourquoi l'ensemble de ce qui serait des produits pour l'agro-alimentaire, risque de changer de nature au niveau de la technologie, c'est-à-dire d'être des produits où la part de recherche est beaucoup plus importante."

A une autre question de M. Leusie sur le partenariat industriel, P. Cohendet répond par un exemple. "Pour fabriquer le volet arrière de la BX, Peugeot-Citroën avait une solution classique : définissons des normes avec les fournisseurs, etc. Peugeot-Citroën s'est dit : "Je veux développer un procédé qui se trouve avoir une très forte intégration (plus de trois pièces à intégrer ensemble et qui s'appelle ZMC), un procédé nouveau mais que je ne peux pas réaliser tout seul. Il faut pour le faire des compétences chimiques et des compétences de verrier". Peugeot s'est tourné vers Saint-Gobain et Rhône-Poulenc par l'intermédiaire de filiales qui sont des petites unités de ces groupes et les trois, ensemble, se sont mis à concevoir le volet arrière de la BX. Succès immédiat : ce procédé est exporté partout. Il est intéressant de voir que pour les trois firmes, cette coopération ponctuelle est pratiquement terminée. Elles ont travaillé sur un produit donné, non pas dans des relations classiques fournisseur-client, dominant-dominé : elles sont partenaires industriels sur ce produit-là, sur lequel elles font un profit qu'elles se partagent. Mais maintenant elles peuvent imaginer sur d'autres produits, avoir d'autres alliances avec d'autres partenaires.

C'est-à-dire que ce qui est intéressant dans le partenariat industriel, c'est la souplesse de concentration des connaissances à un moment donné. C'est important car il peut y avoir des opérations de politique industrielle derrière. Cela peut être une autre forme de politique industrielle. Vouloir, par exemple en Europe, sur des associations précises (l'espace était un peu cela), réaliser des produits donnés même si l'association ne dure pas. De tels exemples s'opposent au concept de

filière. Je ne dis pas qu'il ne faut pas privilégier la filière, la preuve les Japonais l'ont fait et cela a marché, et en France il y a quelques filières qui ont bien marché, mais si on s'obnubile sur la filière, on risque de perdre cette faculté de pouvoir réaliser des opérations aussi souples, qui sont exemplaires et qui devraient se développer. C'est ce que je voulais dire sur le partenariat".

Y. Le Pape (INRA) pose, pour sa part, la question suivante : "Ne faut-il pas prendre en compte également un facteur important qui est le rôle de l'environnement de l'entreprise et en particulier, le rôle de la recherche dans les laboratoires publics et l'action des administrations. Je ne vois pas clairement dans votre exposé, qui me paraît tout à fait pertinent pour analyser le comportement des entreprises, comment on peut intégrer le rôle de cet environnement, quel impact il peut avoir dans l'évolution, la détermination des stratégies et l'émergence au bout du compte d'une innovation ?".

P. Cohendet répond : "Votre remarque n'amène pas à préciser pourquoi nous intéresser l'approche en terme de fonction dans ce domaine-là. J'ai un peu étudié les biotechnologies et j'ai été assez frappé de voir que dans tous le discours fortement médiatisé, étatisé, sur les biotechnologies, il y a eu une grosse période d'engouement, suivie — chose classique en France — d'une chute brutale d'intérêt, où l'on se dit que cela ne sert plus à rien, que le coût de tel produit obtenu avec les procédés biotechnologiques apparaît trop élevé, etc.

Ce qui se passe avec la biotechnologie en France, fait penser à ce qui s'est passé avec les lasers. Ceux-ci ont été quasiment découverts et mis au point en France. L'État français a eu dans les années 60 une politique très simple, c'est de prendre le seul fabricant français de laser et de viser le gros marché, le "rayon de la mort", le laser pour l'armée et donc de privilégier le produit "laser lourd" dans une application précise, généralement destructive, de cet appareil. Pour cette technologie qui est née chez nous, je crois que nous sommes aujourd'hui en quinzième ou seizième position sur le marché mondial pour la raison très simple que la stratégie consistant à se fixer sur un produit donné, sur une firme donnée a échoué par manque d'ouverture sur ce que pouvait donner le laser. Car le laser n'a pas démarré dans le "rayon de la mort" mais plutôt dans les applications industrielles très concrètes. J'ai l'impression qu'en France, on risque de voir ce schéma se répéter. J'ai mal suivi la biotechnologie ces derniers temps, mais j'ai l'impression que cette même erreur stratégique — ne raisonner qu'en terme de produit, comparer produit par produit et voir que ce n'est pas encore rentable — fait que les industriels se découragent, que le milieu scientifique se décourage. On risque de prendre du retard et d'être obligé d'imiter, dans quatre ou cinq ans, les firmes qui auront bien démarré dans ce domaine. C'est là où le raisonnement en terme de produit peut être néfaste à la stratégie industrielle : c'est qu'il y a autre chose derrière une technologie qui se développe ; il y a justement l'environnement dans lequel elle va se situer, que l'on peut estimer en terme de fonction et il y a ce qui se passe au niveau du processus industriel où on ne peut pas comparer des machines et des procédés qui ne sont pas comparables. Il faut faire attention. C'est en ce sens que l'approche fonction me semble liée à la stratégie industrielle, où on ne compare plus simplement les produits les uns avec les autres".

M. Zitt (INRA) intervient pour préciser la domination du secteur des IAA en se référant aux résultats des recherches qu'il a menées sur l'origine des contributions innovatrices en technologie alimentaire. Ainsi, 50 % des contributions sont imputables aux constructeurs de matériel, donc à l'amont industriel ; 20 % aux autres secteurs industriels. En longue période (40 ans), ce sont plutôt les secteurs de la chimie et de la parachimie qui prennent de l'importance, au détriment des fournisseurs de biens d'équipement traditionnels. La part des inventions et innovations d'origine interne aux industries alimentaires, soit 30 %, reste sensiblement constante sur la période.

Puis, il pose une question relative à la genèse de l'innovation. "On a d'un côté la science et la technologie ; de l'autre côté, l'espace économique et la firme... L'analyse traditionnelle que vous mentionnez est du type entrée-sortie : on a une boîte noire, on regarde ce qui entre et ce qui sort. Si on essaie de casser cette boîte noire, dans quelle mesure peut-on compter sur les concepts d'une micro-économie "rénovée" par l'approche schumpéterienne, l'économie industrielle, l'économie de l'"imperfection" (cycles de vie, information imparfaite, déséquilibres) pour remonter vers le système d'information scientifique et technique ? Y a-t-il actuellement des travaux essayant d'intégrer l'amont scientifique et technique d'une part, l'aval économique d'autre part, au sein d'une approche synthétique qui permettrait de mieux comprendre les échanges dans les deux sens, par exemple les signaux d'induction au sens le plus général ? Ou ce type d'approche relève-t-il bien encore de l'utopie ?".

P. Cohendet répond que, sur le premier point, son avis profond est qu'on est très loin d'atteindre les racines du raisonnement schumpéterien. "On essaie, mais on est encore très loin. Sur le dernier point, on a fait effectivement des essais mais à nouveau, je vais être très décevant ; ces essais consistent à partir du nombre de publications des auteurs, à repérer toutes les publications sur tous les sujets. On voit le stock des connaissances s'accroître, on tente d'en déduire des indices d'expansion de la recherche fondamentale, puis on essaie de les lier aux innovations technologiques. C'est une voie qui est à peine en cours d'exploration."

BIBLIOGRAPHIE

AF CET (Atelier Productique), 1987 — *La productique*. Paris, Economica, 218 p.

ARROW (K.J.), 1962 — "The economic implications of learning by doing". *Review of Economic Studies*, vol. 29, février, pp. 155-173.

BAILEY (E.E.) et FRIEDLAENDER (A.F.), 1982 — "Market structures and multiproduct industries". *Journal of Economic Literature*, vol. XX, sept., pp. 1024-1042.

BAUMOL (W.J.), BAILEY (E.E.), WILLIG (R.D.), 1977 — "Weak invisible hand theorems on the sustainability of multiproduct natural monopoly". *American Economic Review*, 67, pp. 351-365.

BAUMOL (W.J.), PANZAR (J.C.), WILLIG (R.D.), 1982 — *Contestable markets and the theory of industry structure*. New York, Harcourt Brace Jovanovich, 530 p.

BETA, 1980 — *Les effets économiques induits des contrats de l'ESA*. Rapport principal, Strasbourg, Université Louis Pasteur, juin, 78 p.

BETA, 1987 — *Les nouveaux matériaux. Dynamique et stratégie européenne*. Paris, Economica, 621 p.

BLAIR (J.M.), 1972 — *Economic concentration, structure behaviour and public policy*. New-York, Harcourt Brace Jovanovich.

COHENDET (P.), ed., 1984 — *La chimie en Europe : innovations, mutations et perspectives*. Paris, Economica, 313 p.

COHENDET (P.), HERAUD (J.A.), LAMBERT (G.), LLERENA (P.), 1985 — "Flexibilisation de l'appareil productif : le cas de l'investissement électrique dans la chimie". Colloque *"Regards sur l'économie de l'entreprise"*, Nanterre, Université de Paris-X, avril, 12 p.

COHENDET (P.), LEBEAU (A.), 1987 — *Choix stratégiques et grands programmes publics*. Paris, Economica, 189 p.

COLOMBO (U.), 1980 — "A view-point on innovation and the chemical industry", *Research Policy*, vol. 9.

COMANOR (W.S.), 1965 — "Research and technical change in the pharmaceutical industry". *Review of Economics and Statistics*, mai.

COOPER (A.C.), 1967 — "R. and D. is more efficient in small companies". *Harvard Business Review*, 42 (3), mai-juin, pp. 75-83.

DAVIES (S.), 1979 — *The diffusion of process innovations*. Cambridge University Press.

DOSI (G.), 1982 — "Technological paradigms and technological trajectories : a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change". *Research Policy*, 13 (3), juin, pp. 147-162.

FREEMAN (C.), CLARK (J.), SOETE (L.), 1982 — *Unemployment and technical innovation*. SPRU, Frances Pinter.

GAFFARD (J.L.), 1979 — *Efficacité de l'investissement, croissance et fluctuations*. Paris, Cujas.

GAFFARD (J.L.), 1983 — *Perspectives du changement technique : étude de cas et analyse économique*. BETA, Rapport au Commissariat général du Plan, décembre, 77 p.

GRILICHES (Z.), ed., 1984 — *Research & Development, patents and productivity*. NBER, Chicago University Press.

HERAUD (J.A.), 1983 — "Crise et évolution technologique". In LARUE DE TOURNEMINE (R.), ed. *L'innovation - Vers une nouvelle révolution technologique*, Paris, la Documentation française, pp. 29-48.

LANCASTER (K.), 1979 — *Variety, equity and efficiency*. Oxford, Basil Blackwell, 373 p.

LLERENA (P.), 1985 — *Décisions, incertitudes et irréversibilité ; fondements de la théorie de la valeur d'option et application aux investissements productifs*. Thèse d'Etat, Strasbourg, Université Louis Pasteur, 416 p.

MENSCH (G.), 1979 — *Stalemate in technology*. New York, Billinger.

NELSON (R.R.), WINTER (S.G.), 1977 — "Towards a useful theory of innovation". *Research policy*, 6 (1), janvier, pp. 36-76.

NELSON (R.R.), WINTER (S.G.), 1982 — *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press, 437 p.

PANZAR (J.C.), WILLIG (R.D.), 1981 — "Economics of scope". *American Economic Review*, mai, pp. 268-272 (Area papers and proceedings).

PAVITT (K.), 1984 — "Sectoral patterns of technical change : towards a taxonomy and a theory". *Research policy*, 13 (6), pp. 343-373.

ROSENBERG (N.), 1982 — *Inside the black box : technology and economics*. Cambridge University Press, 343 p.

SCHMOOKLER (J.), 1965 — *Invention and economic growth*. Harvard University Press.

SCHERER (F.M.), 1980 — *Industrial market structure and economic performance*. Rand Mc Nally, 2^e ed.

SCHERER (F.M.), 1982 — "Demand-pull and technological invention : Schmookler revisited". *Journal of Industrial Economics*, mars.

SCHUMPETER (J.A.), 1934 — *The theory of economic development*. Harvard University Press (réédition Oxford University Press, 1974), 255 p.

SCHUMPETER (J.A.), 1942 — *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York, Harper and Row.

STONEMAN (P.), 1983 — *Economic analysis of technical change*. Oxford University Press, 272 p.

ZUSCOVITCH (E.), 1983 — "Informatisation, flexibilité et division du travail". *Revue d'Economie Industrielle*, 25, décembre, pp. 50-61.

ZUSCOVITCH (E.), 1985 — "La dynamique du développement des technologies". *Revue Economique*, 5, septembre, pp. 897-915.

ZUSCOVITCH (E.), BRENDLE (P.), 1985 — "Informatisation : l'impact sur l'organisation des entreprises". *Revue Française de Gestion*, 5, avril 85, pp. 115-121.