

Effort d'innovation et spécialisation : comparaisons internationales

*Gérard Lafay **

*Colette Herzog **

*Alain Richemond **

A l'occasion du bicentenaire du brevet français, l'Institut National de la Propriété Industrielle a chargé le CEPII et l'Expansion d'établir un baromètre de l'activité technologique. La recherche a porté sur les six principaux pays industriels et sur l'ensemble des produits de haute technologie, classés en 14 catégories, sur la moyenne des années 1985 à 1989. Les résultats, qui ont été présentés lors d'une rencontre organisée au Palais des Congrès le 30 mai 1991, sont repris en détail dans cet article. Ils permettent de voir quel est le lien entre effort d'innovation et performances sur les marchés étrangers, la position de l'Europe par rapport aux États-Unis et au Japon, puis celle de la France face à ses principaux partenaires.

L'une des principales sources dynamiques de spécialisation est l'innovation (Lafay, 1979). Le progrès technique remet en cause les avantages acquis dans le passé. C'est par le dynamisme de leur activité technologique que les économies nationales peuvent faire évoluer leur position relative. Cela est particulièrement le cas si l'on examine les positions internationales pour les produits de haute technologie¹, c'est-à-dire ceux pour lesquels l'innovation est le facteur déterminant de la position internationale.

Les travaux de Keith Pavitt et Pari Patel (1988) ont montré combien était difficile la mesure empirique de ce lien, les limites fixées par les statistiques sur les dépôts de

* *Gérard Lafay est directeur-adjoint du CEPII ; Colette Herzog est chargée de mission au CEPII ; Alain Richemond est économiste et directeur du Forum de L'Expansion. Les auteurs tiennent à remercier Alice de Pastors, de l'INPI, qui a établi la base de données sur les dépôts de brevets européens nécessaire à cette étude.*

1. On a retenu ici la définition des produits de haute technologie (nomenclature « majorité ») donnée dans E. Kremp et V. Larroumets (1985).

brevets ou de dépenses en recherche et développement étant difficilement contourna-
bles.

L'apparition du brevet européen permet, semble-t-il, d'ouvrir une brèche en offrant une mesure cohérente et comparable de ces dépôts sur l'Europe. En effet, la concurrence sur le marché européen exige de l'ensemble des acteurs qu'ils y protègent leurs acquis technologiques. Les dépôts de brevets européens reflètent le dynamisme technologique des pays européens, comme des pays non européens, en compétition sur ce marché pour les produits les plus innovants.

Pour la première fois, un rapprochement est tenté entre l'analyse des positions nationales révélées par l'échange international des produits de haute technologie (encadré), et les efforts relatifs nationaux d'innovation. Ceci a abouti à la construction du « baromètre de l'activité technologique ».

Les produits de haute technologie dans la nomenclature CHELEM ¹

FC : Moteurs

FI : Instruments de mesure et de précision

FJ : Horlogerie

FK : Optique, Photo

FL : Composants électroniques

FM : Electronique grand public

FN : Matériel de télécommunication

FO : Matériel informatique

FQ : Gros matériel électrique

FW : Aéronautique

GC : Chimie organique de base

GE : Produits de toilette ²

GF : Pharmacie

GG : Plastiques et fibres

1. Kremp E. et Larroumets V. : « Les échanges internationaux des produits de haute technologie », *Economie prospective internationale*, n° 23, 3^e trimestre 1985.

2. Cette branche ne figure pas dans la définition Kremp-Larroumets (1985). Elle a cependant été incluse dans l'article car elle représente l'un des premiers avantages comparatifs français ; c'est dans cette branche que les entreprises françaises réalisent 14 % de leur dépôt de brevets.

Le baromètre de l'activité technologique

Le baromètre de l'activité technologique permet de situer la position relative des produits de haute technologie au sein de l'industrie nationale, en comparant la France aux cinq autres grands pays industrialisés. Par rapport à l'ensemble de l'industrie manufacturière, dans chacun des pays concernés (Etats-Unis, Japon, France, RFA, Italie, Royaume-Uni), les graphiques 1 à 6 offrent une mesure de l'*orientation sectorielle* pour les quatorze catégories de produits de haute technologie qui ont été retenues :

- En abscisse figure l'*effort relatif d'innovation*, qui est mesuré à partir des dépôts de brevets sur le marché européen. Cet indicateur a été calculé par l'INPI en classant les brevets suivant l'adresse de l'inventeur, et en pondérant le ratio utilisé par le Professeur Pavitt. Pour un pays d'origine, l'effort relatif d'innovation sur une catégorie de produits est positif si la part de celle-ci dans le total des dépôts de brevets est supérieure à celle obtenue dans la moyenne des six grands pays, tandis qu'il est négatif dans le cas inverse.
- En ordonnée figure la *contribution au solde industriel* qui est fournie par chacune des catégories de produits. Cet indicateur a été calculé par le CEPII à partir de la base de données CHELEM, en utilisant sa méthodologie d'analyse des échanges internationaux. Pour un pays donné, la contribution d'une catégorie est positive lorsque son solde - exportations moins importations - est relativement plus excédentaire (ou moins déficitaire) que la moyenne de l'industrie : elle est négative lorsque le solde est plus déficitaire (ou moins excédentaire) que la moyenne.

Les meilleurs résultats commerciaux dans les branches les plus innovantes

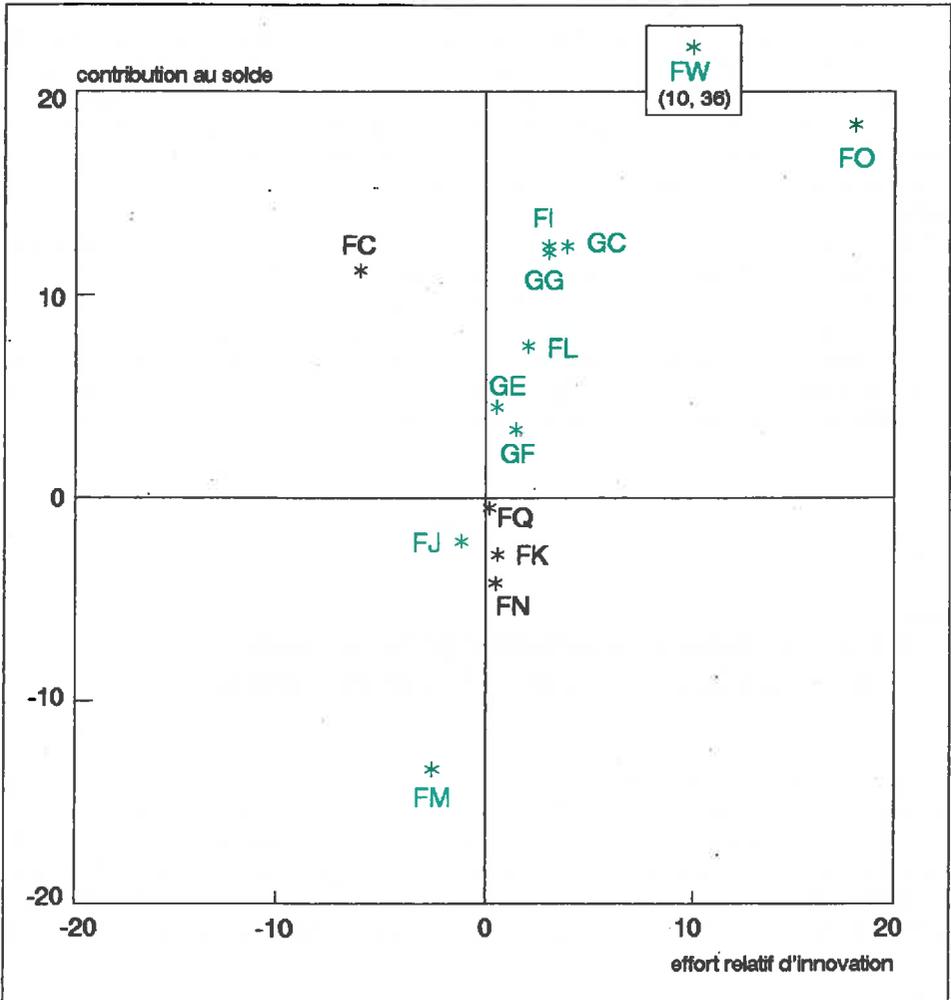
Les résultats obtenus sur la moyenne des années 1985-1989 sont particulièrement instructifs. Dans l'ensemble des six pays, il apparaît en effet que l'orientation sectorielle de la technologie correspond à celle du commerce extérieur. Les catégories de pays pour lesquels l'effort technologique est supérieur à la moyenne sont aussi, le plus souvent, celles pour lesquelles la contribution au solde industriel est positive. Inversement, un effort d'innovation inférieur à la moyenne se traduit généralement par une contribution négative.

Lorsque l'on examine la position relative des produits de haute technologie dans l'industrie manufacturière américaine (graphique 1), on observe que 8 catégories de

GRAPHIQUE 1

Positions relatives des produits de haute technologie dans l'industrie manufacturière des Etats-Unis

moyenne 1985-1989

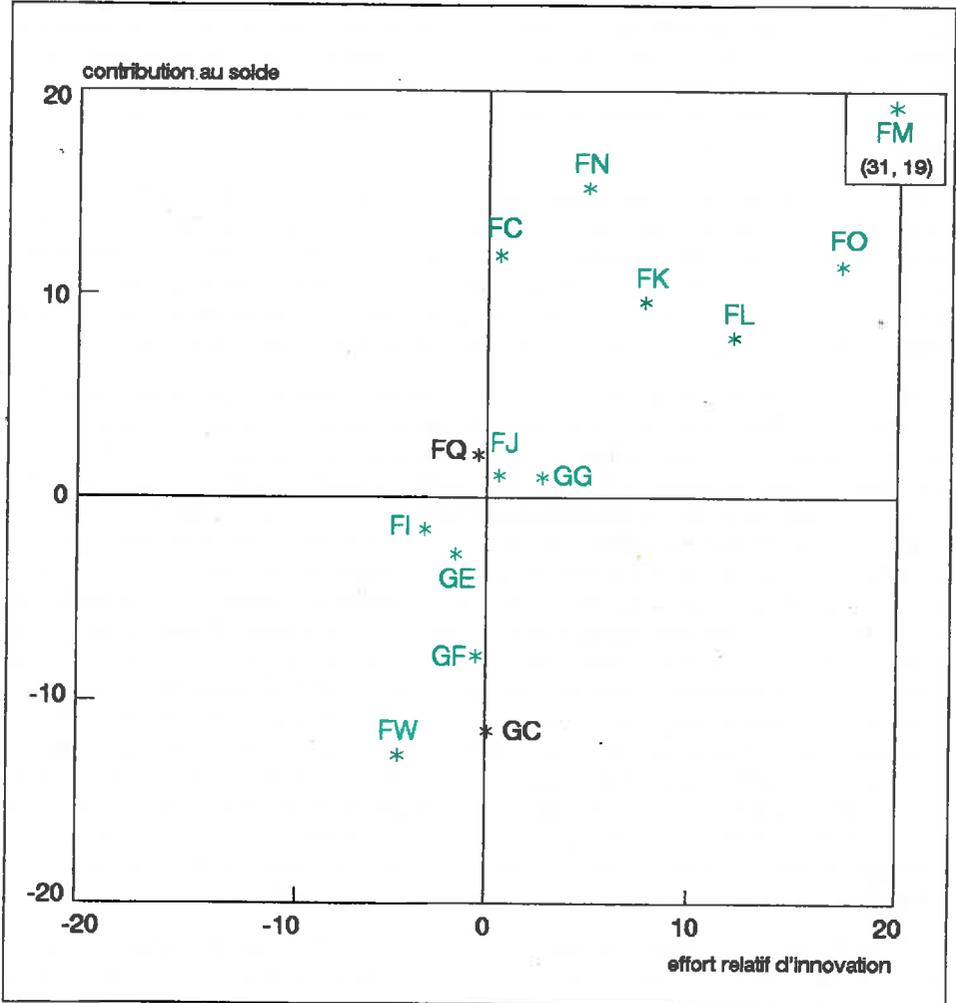


Sources : CEPII-Base CHELEM, INPI-Base EPAT

GRAPHIQUE 2

Positions relatives des produits de haute technologie dans l'industrie manufacturière du Japon

moyenne 1985-1989



Sources : CEPII-Base CHELEM, INPI-Base EPAT

produits sur 14 sont situées dans le quart supérieur droit du graphique. Elles se trouvent ainsi dans la position la plus favorable, puisque les deux indicateurs y sont positifs. On constate que les produits pour lesquels l'effort relatif d'innovation est le plus élevé sont également les deux points forts traditionnels de l'industrie américaine : l'aéronautique (FW) et le matériel informatique (FO). Les instruments de mesure et de précision (FI) et les composants électroniques (FL) sont également dans une position favorable, tant pour les résultats commerciaux que pour l'effort relatif d'innovation. En particulier le résultat obtenu pour les instruments de mesure et de précision est très significatif. En effet, ces produits de très haute technologie que sont les appareils d'électrodiagnostic et de radiologie, les instruments chirurgicaux, les compteurs et instruments de vérification, d'analyse et de contrôle, échappent encore à l'emprise nipponne, alors que dans le même temps le créneau des composants électroniques se trouve être l'enjeu d'une âpre bataille entre producteurs principalement japonais et américains. Se trouvent également dans le quart supérieur droit du graphique tous les produits de la filière chimique, domaine qui se trouve être encore l'apanage des anciens pays industriels.

On trouve à l'inverse dans le quart inférieur gauche du graphique les produits de l'horlogerie (FJ), et surtout ceux de l'électronique grand public (FM), pour lesquels les mauvais résultats commerciaux correspondent à un effort d'innovation inférieur à la moyenne. Il faut noter cependant une anomalie très nette dans le cas des moteurs (FC) : cette catégorie de produits reste un point fort de l'économie américaine pour laquelle on enregistre un effort d'innovation relativement inférieur à la moyenne.

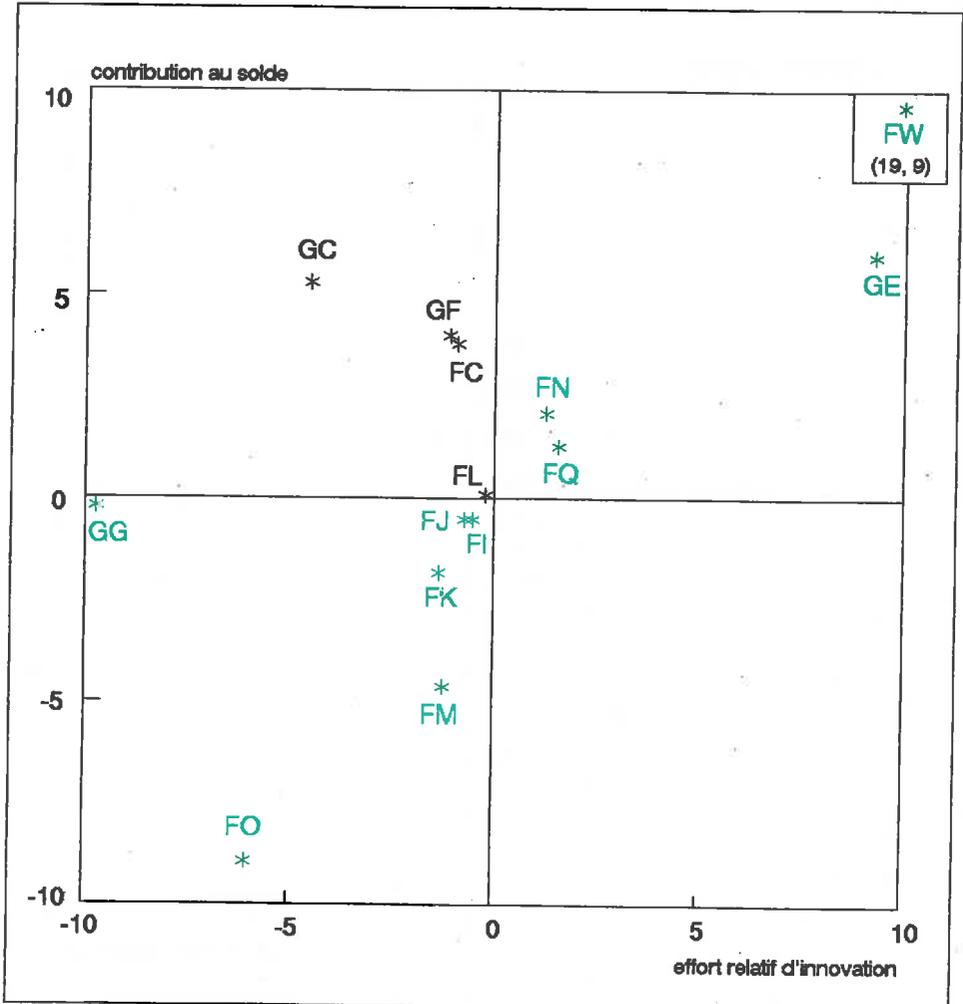
Dans le cas du Japon (graphique 2), les résultats sont encore plus significatifs que pour les Etats-Unis. En effet, seule une catégorie sur 14 présente une anomalie, et encore celle-ci est-elle très faible. Pour tous les autres produits, les indicateurs sont soit tous les deux supérieurs à la moyenne, soit tous les deux inférieurs à la moyenne. La forte polarisation de la spécialisation japonaise sur des produits à fort contenu technologique, et tout particulièrement sur les produits de la filière électronique, est un phénomène connu. L'examen de la position relative de ces produits dans l'industrie manufacturière japonaise révèle que les produits qui obtiennent les meilleurs résultats commerciaux sont également les points forts en matière d'innovation : arrive en tête, pour les deux indicateurs, l'électronique grand public (FM, dont les coordonnées sortent des limites de l'épure), suivie par le matériel de télécommunication (FN) et le matériel informatique (FO). A l'inverse, on remarque que des efforts d'innovation inférieurs à la moyenne dans les domaines de la chimie, et surtout dans celui de l'aéronautique (FW), s'accompagnent de résultats commerciaux également inférieurs à la moyenne. Il est à noter que le seul segment de la filière électronique dans lequel les performances japonaises restent encore extrêmement modestes, celui des instruments de mesure et de précision (FI), se trouve être également le seul segment de cette filière pour lequel l'effort d'innovation est inférieur à la moyenne.

Dans le cas de la France également (graphique 3), et bien que l'échelle soit réduite de 50 % par rapport à celle du Japon et des Etats-Unis (ce que l'on retrouvera pour tous les autres pays européens), on observe une bonne corrélation entre dépôts de brevets et performances commerciales. Ainsi retrouve-t-on dans le quart supérieur

GRAPHIQUE 3

Positions relatives des produits de haute technologie dans l'industrie manufacturière de la France

moyenne 1985-1989

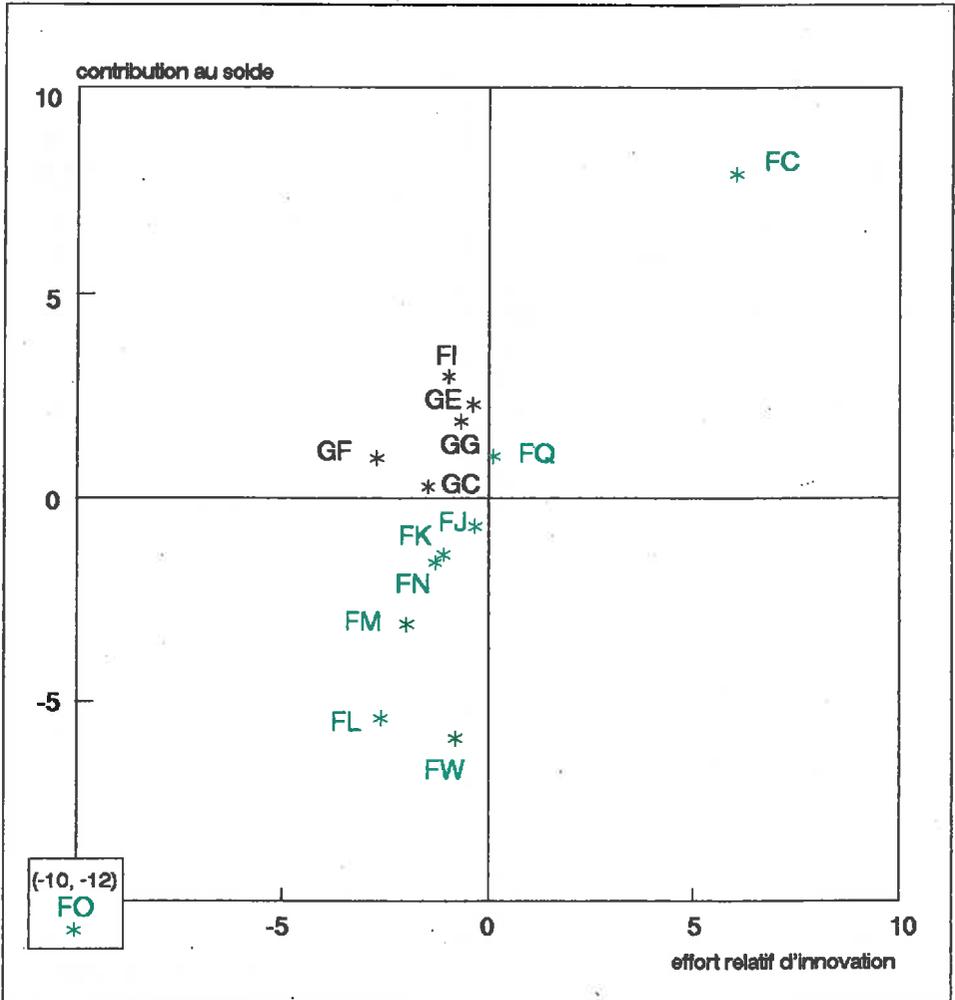


Sources : CEPII-Base CHELEM, INPI-Base EPAT

GRAPHIQUE 4

Positions relatives des produits de haute technologie dans l'industrie manufacturière de la RFA

moyenne 1985-1989



Sources : CEPII-Base CHELEM, INPI-Base EPAT

droit du graphique 3 les points forts de l'économie française que sont l'aéronautique (FW) et les produits de toilette (GE), et à un moindre degré, le matériel de télécommunication (FN) et le gros matériel électrique (FQ). A l'exception du matériel de télécommunication, tous les produits de la filière électronique se trouvent situés dans le quart inférieur gauche du graphique. Les faibles résultats commerciaux de la France dans le secteur clé de la troisième révolution industrielle sont effectivement la contrepartie d'un effort d'innovation insuffisant, les plus mauvais résultats étant enregistrés pour le matériel informatique (FO) et l'électronique grand public (FM). Même dans une branche où la France obtient de bons résultats commerciaux, celle de la chimie, on note une certaine faiblesse de l'effort d'innovation, en particulier dans la chimie organique de base (GC) et la pharmacie (GF)

Nettement plus surprenants sont les résultats obtenus par l'Allemagne fédérale, que l'on peut lire sur le graphique 4. En effet, pour la locomotive de l'Europe, premier exportateur mondial de produits manufacturés, et deuxième excédent mondial après le Japon pour ces mêmes produits, on ne trouve qu'une seule catégorie dans une position favorable, celle des moteurs (FC). A l'inverse tous les produits de la filière électronique, à l'exception des instruments de mesure et de précision (dont on a vu qu'ils sont les seuls qui ne sont pas encore dominés par le Japon), se trouvent en position défavorable.

Ces résultats reflètent ce que l'on peut appeler le paradoxe de l'Allemagne fédérale : la locomotive de l'Europe accumule en effet des excédents sur des produits à croissance médiocre, en particulier sur les produits traditionnels de la filière mécanique ; dans le même temps elle creuse un déficit croissant sur les produits clés de la troisième révolution industrielle. La conjonction défavorable des deux indicateurs dans le domaine de l'aéronautique (FW) contribue à renforcer l'image d'une Allemagne peu présente dans les produits de haute technologie. Tous les autres produits appartenant à la filière chimique se trouvent situés dans le quart supérieur gauche du graphique. En fait tous les produits, sauf les moteurs, sont situés dans la moitié gauche du graphique, ce qui confirme le fait que dans le domaine des produits de haute technologie, l'effort d'innovation de l'Allemagne fédérale est nettement inférieur à la moyenne.

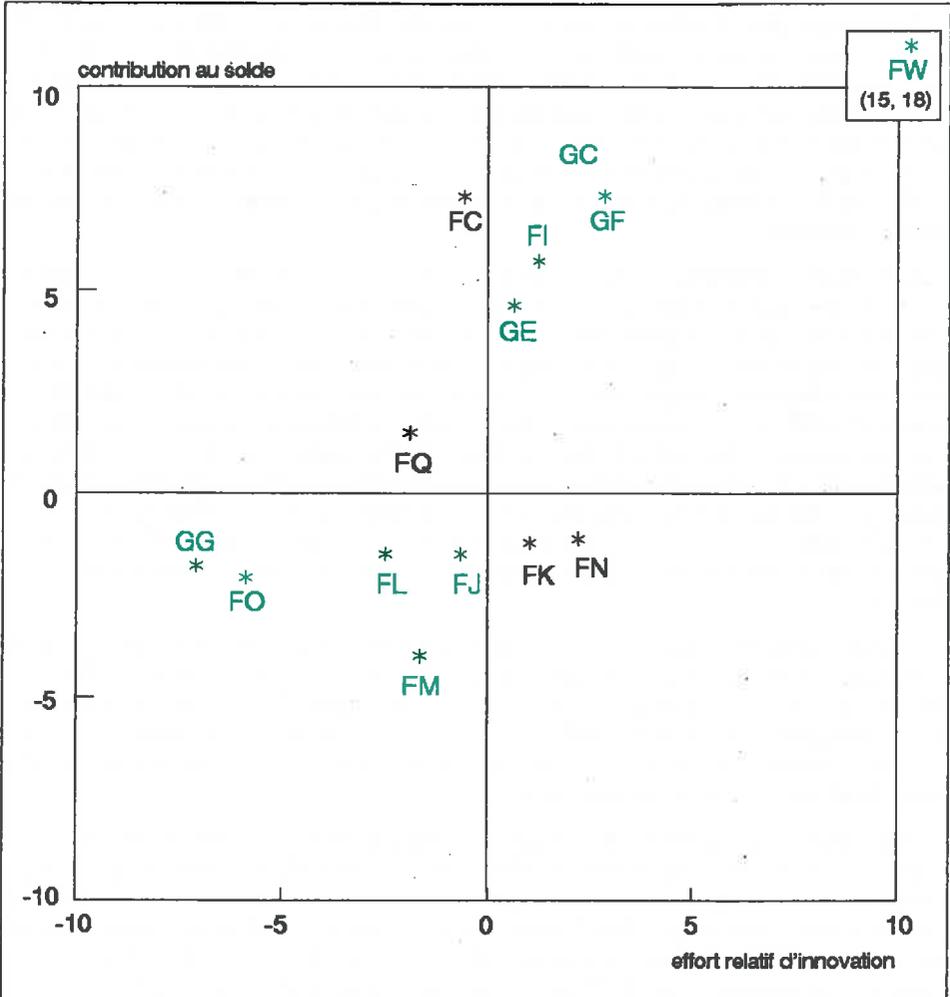
Moins spectaculaires que ceux de l'Allemagne fédérale, les résultats observés pour le Royaume-Uni (graphique 5) sont cependant tout aussi surprenants. En effet, on observe une bonne corrélation entre effort d'innovation et résultats commerciaux dans 10 catégories de produits sur 14, ce qui peut paraître surprenant dans le cas d'une économie britannique en pleine restructuration et pour laquelle on observe de profonds bouleversements de la spécialisation.

Au contraire de la RFA, mais dans une configuration assez proche de celle de la France, on remarque que de bons résultats commerciaux du Royaume-Uni accompagnent un effort relatif d'innovation supérieur à la moyenne dans 5 catégories de produits de haute technologie, dont 3 appartiennent à la filière chimique – chimie organique de base (GC), produits de toilette (GE) et pharmacie (GF) –, les autres étant la construction aéronautique (FW) et les instruments de mesure et de précision (FI). Cependant, dans 5 autres catégories d'avenir, appartenant aux filières chimique et

GRAPHIQUE 5

Positions relatives des produits de haute technologie dans l'Industrie manufacturière du Royaume-Uni

moyenne 1985-1989

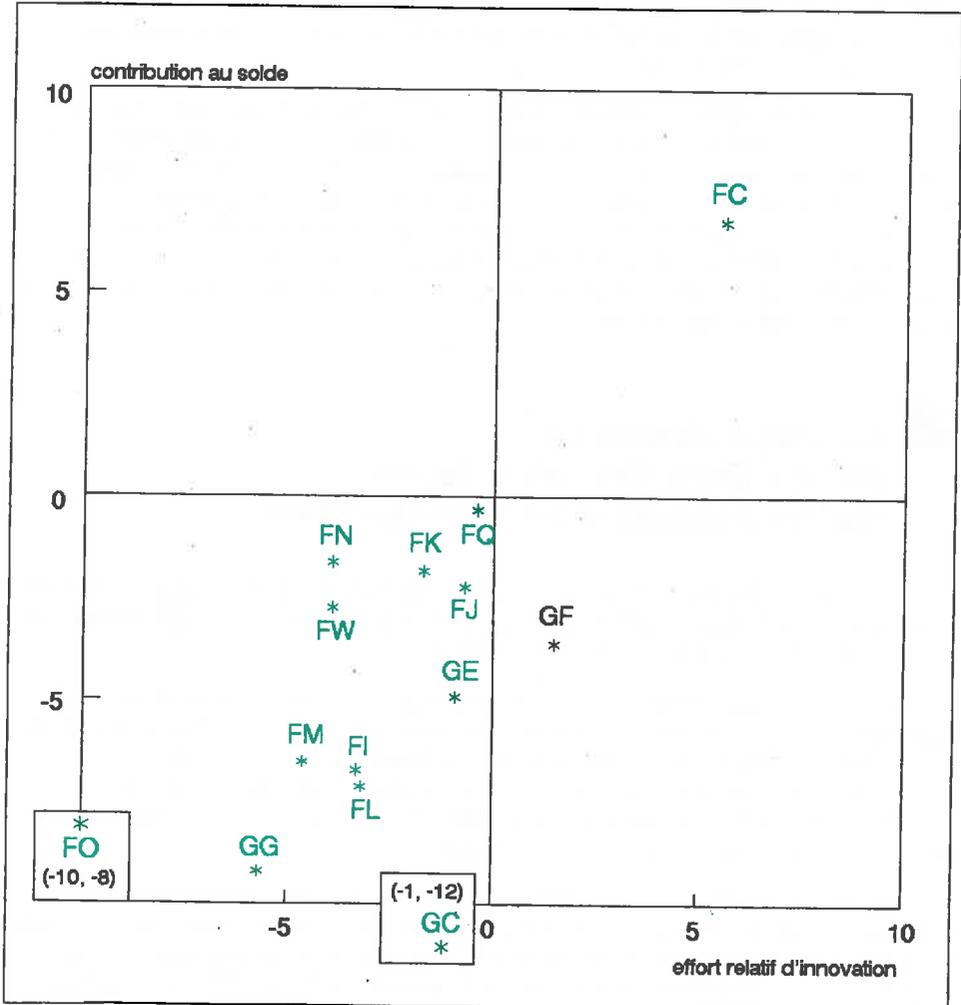


Sources : CEPII-Base CHELEM, INPI-Base EPAT

GRAPHIQUE 6

Positions relatives des produits de haute technologie dans l'industrie manufacturière de l'Italie

moyenne 1985-1989



Sources : CEPII-Base CHELEM, INPI-Base EPAT

électronique, les résultats sont défavorables pour les deux indicateurs. Quatre catégories de produits présentent de faibles anomalies ; les moteurs (FC) et le gros matériel électrique (FQ) allient de bons résultats commerciaux à un faible effort d'innovation, tandis que l'on observe le résultat inverse pour les produits de l'optique-photo (FK) et les télécommunications (FN).

Enfin la position relative des produits de haute technologie dans l'industrie manufacturière de l'Italie (graphique 6) confirme le caractère traditionnel de la spécialisation italienne, de façon encore plus frappante que dans le cas de la RFA. En effet, à l'exception des moteurs (FC) qui se trouvent dans une position favorable et de la pharmacie (GF) qui allie un effort d'innovation supérieur à la moyenne à de mauvais résultats commerciaux, tous les autres produits sont dans une position défavorable, soit 12 catégories sur 14. La spécialisation italienne n'est pas du tout orientée vers les produits de haute technologie.

Il ressort de la comparaison entre les pays, qu'au Japon et aux Etats-Unis, les produits de haute technologie ont une position favorable, les deux indicateurs donnant dans la majorité des cas des résultats supérieurs à la moyenne. La France et le Royaume-Uni ont des positions plus diversifiées, mais qui restent néanmoins favorables, tandis que la RFA et l'Italie comportent surtout des produits placés négativement dans le quart inférieur gauche du graphique, les moteurs constituant l'exception la plus notable. Les points forts de ces deux pays se trouvent en effet dans des activités de moyenne ou de basse technologie.

L'Europe distancée par les Etats-Unis et le Japon sur les produits à croissance rapide

Les résultats obtenus à l'aide du baromètre de l'activité technologique sont corroborés par les indicateurs synthétiques qui mesurent la qualité de la spécialisation des six pays au sein de l'industrie manufacturière ².

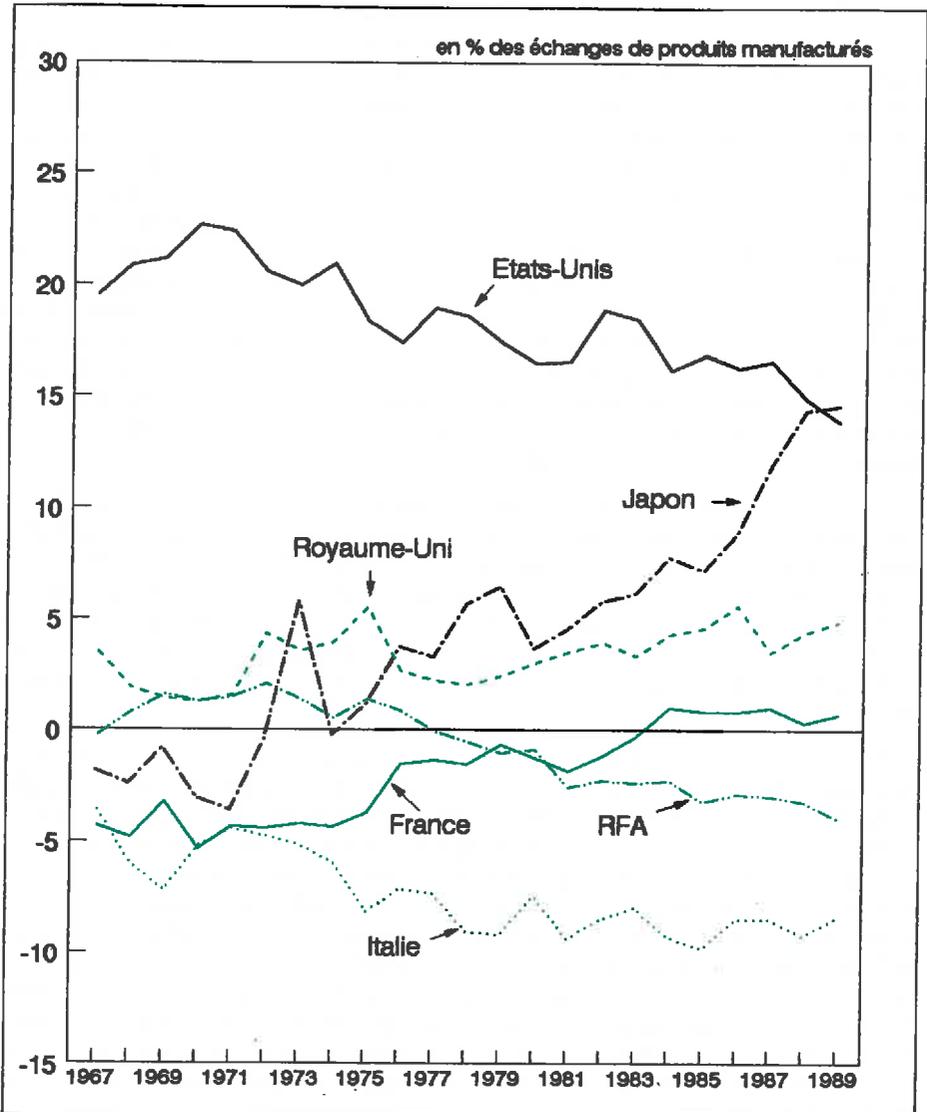
Les résultats que l'on peut lire sur le graphique 7 illustrent le rôle des produits de haute technologie dans la formation du solde manufacturier. Pour chacun des six pays concernés, cet indicateur est obtenu en faisant la somme des contributions de chacune des 14 catégories de produits au solde manufacturier, c'est-à-dire en faisant la somme des ordonnées des six graphiques précédents. Ceci permet de situer les pays européens par rapport aux Etats-Unis et au Japon.

Les Etats-Unis figurent au premier rang jusqu'en 1988. Au sein d'une industrie manufacturière qui recule globalement, les industries de haute technologie y conservent une position moins défavorable que la moyenne. Ceci signifie qu'elles apportent toujours une contribution positive au solde manufacturier américain, ce qui pourra

2. *Commerce international : la fin des avantages acquis*, Lafay, Herzog et Alii, 1989.

GRAPHIQUE 7

Contribution des produits de haute technologie au solde manufacturier



permettre aux Etats-Unis de retrouver des excédents lorsque leur situation macro-économique sera modifiée. En 1989, les Etats-Unis doivent cependant céder la première place au Japon.

Dans le cas du Japon, les produits de haute technologie étaient en début de période relativement moins excédentaires que la moyenne des produits manufacturés, de sorte que leur contribution était négative. La progression du solde japonais sur ces produits est si vive qu'en 1989 la qualité de la spécialisation de ce pays dépasse celle de la première puissance économique mondiale.

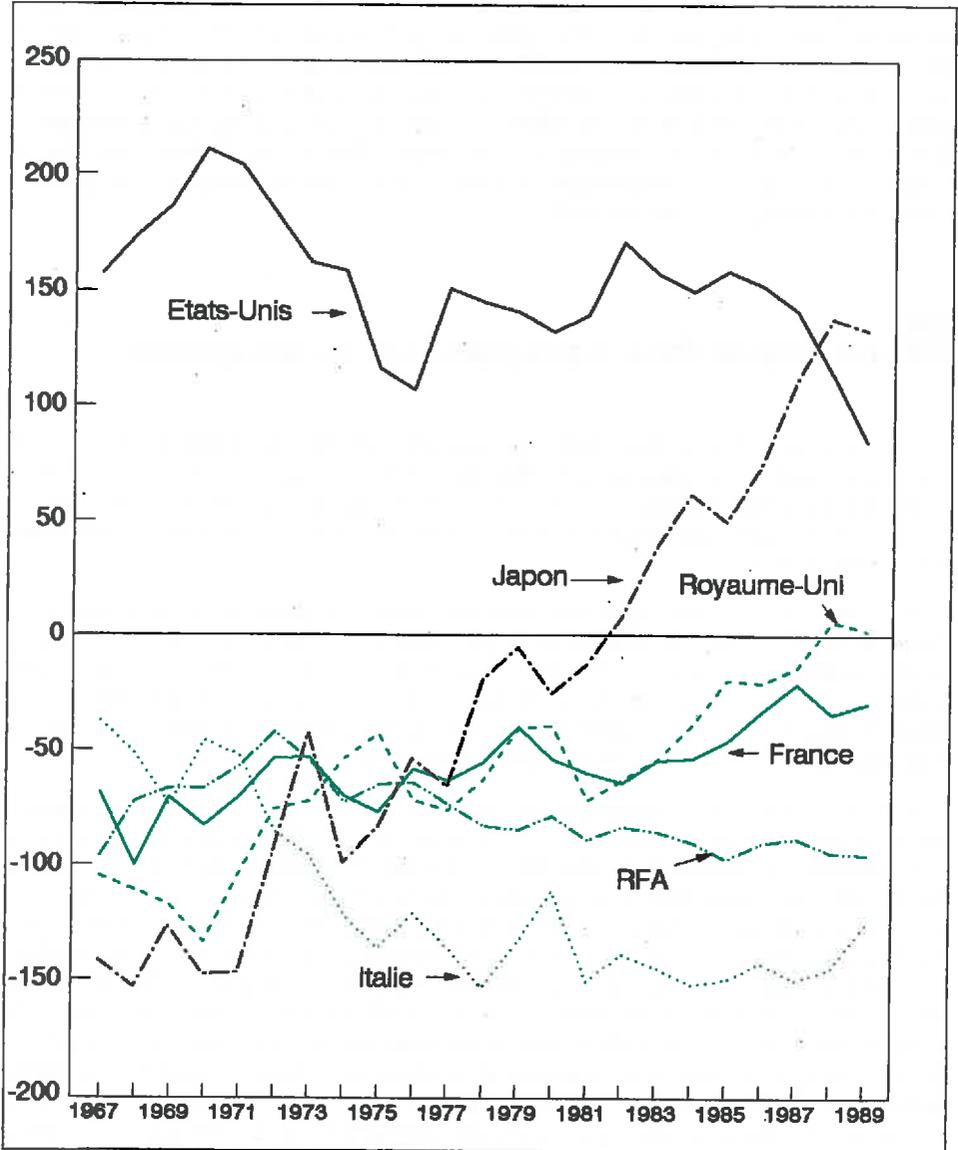
Parmi les pays européens, les résultats confirment également ceux du baromètre. Dans une industrie en pleine restructuration, les points forts du Royaume-Uni ont eu tendance à se concentrer sur les produits de haute technologie dont la contribution s'est maintenue aux alentours de 5 %, plaçant à cet égard le Royaume-Uni en tête des pays européens. Cependant, pas plus le Royaume-Uni que, a fortiori, les autres grands pays européens, ne semblent devoir représenter une menace pour les Etats-Unis ou le Japon. La France arrive à peine à résorber sa contribution négative pour les produits de haute technologie : si elle bénéficie des succès de la coopération européenne dans l'industrie aéronautique, les efforts solitaires et insuffisants menés dans les autres activités ne lui ont pas permis d'y obtenir des résultats probants, de sorte que la contribution de l'ensemble à la formation du solde industriel est restée très proche de zéro. Pour l'Allemagne fédérale, on ne peut que constater le recul tout au long de la période des produits de haute technologie, le résultat étant en fin de période le symétrique de celui obtenu pour le Royaume-Uni. Quant à l'Italie, elle n'a cessé de régresser tout au long de la période.

Les industries de haute technologie coïncident le plus souvent avec celles dont la croissance est la plus élevée sur le plan mondial. La base de données CHELEM permet de classer les industries manufacturières en fonction du taux de croissance de la production dans l'ensemble des pays à économie de marché. A ce niveau, et si l'on néglige les échanges avec les pays de l'Est, la production est égale à la demande. Des tendances très significatives apparaissent, car les taux de croissance dépendent de la façon dont les entreprises répondent aux besoins en innovant tant sur les produits que sur les procédés.

L'indicateur d'adaptation à la demande mondiale (graphique 8) est construit selon la même logique que l'indicateur de contribution des produits de haute technologie présenté dans le graphique 7. Toutefois, au lieu de ne sélectionner que les produits de haute technologie en ajoutant leurs résultats, on retient ici toutes les catégories de produits manufacturés, en les pondérant par les taux de croissance de la demande mondiale dans les années quatre-vingt. Un tel calcul évite par conséquent le caractère arbitraire qui résulte fatalement de toute délimitation entre les types de produits. Un indicateur élevé indique une spécialisation favorable : dans ce cas, les contributions positives s'appliquent aux produits dont la croissance est la plus forte, les contributions négatives s'appliquant symétriquement aux produits à croissance faible. Inversement, l'indicateur est bas lorsque la spécialisation est défavorable, avec des contributions positives pour les produits à croissance faible et des contributions négatives pour les produits à croissance forte.

GRAPHIQUE 8

Adaptation à la demande mondiale des années 80



Source : CEPII - Base CHELEM

Les résultats que l'on peut lire sur le graphique 8 accentuent encore les tendances observées précédemment. Les Etats-Unis restent dans une position dominante jusqu'en 1988, mais, comme pour l'indicateur de contribution des produits de haute technologie, doivent céder la première place au Japon. L'ascension du Japon est encore plus spectaculaire que sur le graphique 7. Leur position initiale les plaçait au dernier rang en 1967, en raison du rôle qu'y jouaient alors des produits à faible croissance (en particulier ceux de la filière textile qui étaient à la fin des années soixante les points forts du Japon). En 1988, grâce aux produits de la filière électronique où elle construit des avantages comparatifs au détriment de ses concurrents, l'économie nipponne parvient à surclasser les Etats-Unis. Là encore, les pays européens sont largement distancés. On retrouve le même message que sur le graphique précédent et avec le même classement. Toutefois, les résultats obtenus par le Royaume-Uni, la France, la RFA et l'Italie sont encore plus médiocres et seul le Royaume-Uni parvient à franchir la barre des zéros en 1988.

La France face à ses partenaires européens

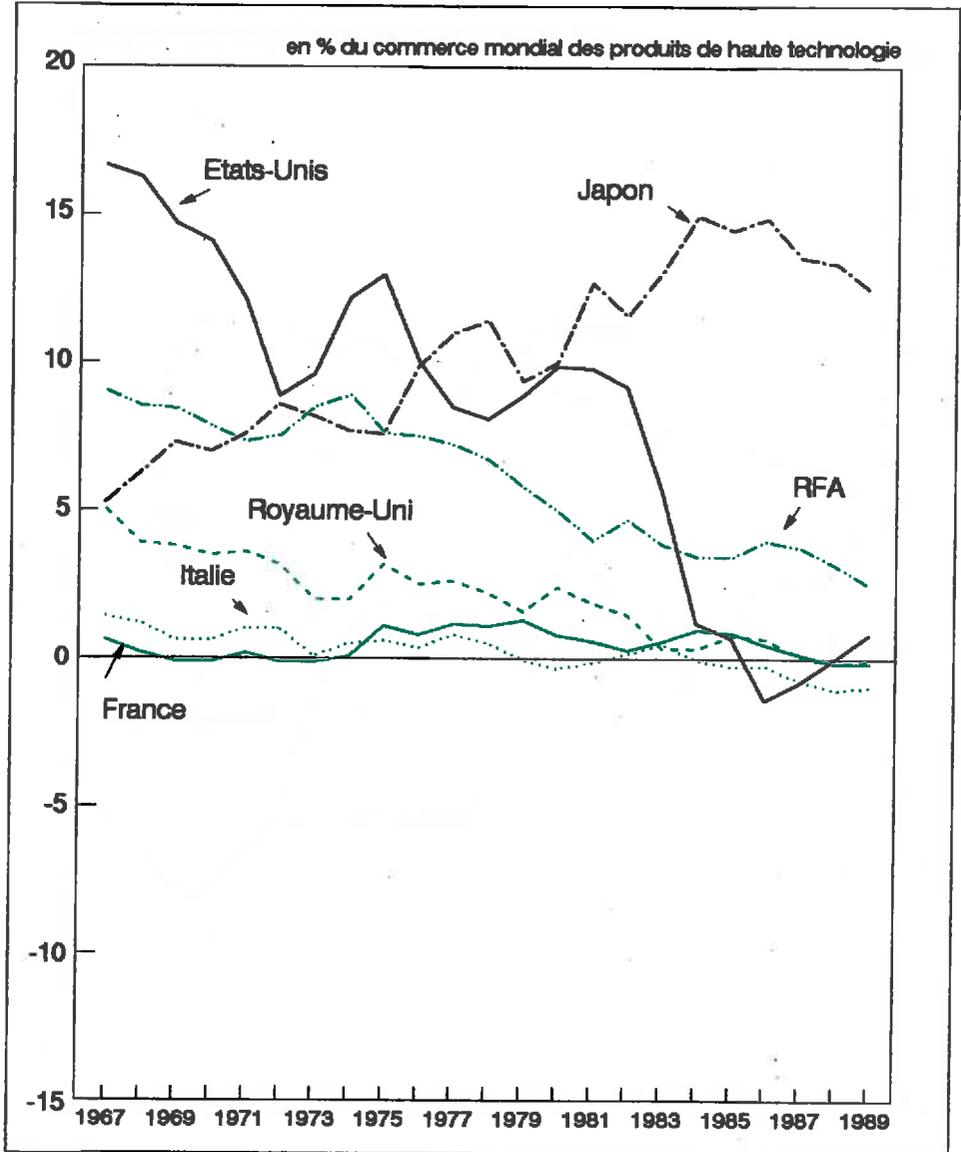
Il ressort de l'analyse précédente qu'en termes relatifs, les productions de haute technologie sont mieux placées en France qu'en RFA, et l'on peut dire que l'effort de recherche français est plutôt bien orienté. Pour compléter cette vision pour le moins paradoxale, les deux graphiques 9 et 10 offrent un éclairage différent qui est fondé sur la compétitivité.

La compétitivité d'une économie peut être mesurée à partir de ses échanges extérieurs. Pour déterminer la position d'un pays dans une branche donnée, il faut calculer son solde, c'est-à-dire la différence entre les exportations et les importations correspondantes. Puis pour obtenir un indicateur qui soit comparable à la fois dans le temps (entre les années) et dans l'espace (entre les produits), le plus simple est de rapporter ce solde au montant du commerce mondial.

Dans les échanges internationaux de produits de haute technologie, le graphique 9 présente les positions compétitives des six pays. Les résultats sont très différents de ceux obtenus précédemment. En 1967, les Etats-Unis disposaient d'un excédent confortable sur l'ensemble de ces produits, suivis d'assez loin par la RFA, alors que le Japon et le Royaume-Uni se disputaient la troisième place, l'excédent de la France étant le plus réduit. En deux décennies, le classement a été radicalement modifié. L'économie américaine a perdu son excédent et parvient tout juste à rétablir l'équilibre en fin de période. A un moindre degré, l'Allemagne fédérale enregistre, elle aussi, un recul sévère, mais elle conserve toutefois un excédent relatif d'environ 3 % en 1989, ce qui lui confère la deuxième place derrière le Japon. Pendant cette même période, la France voit son excédent fluctuer à un faible niveau, l'excédent du Royaume-Uni disparaît alors que l'Italie devient déficitaire. Seul le Japon progresse de façon spectaculaire et creuse un écart considérable avec ses concurrents.

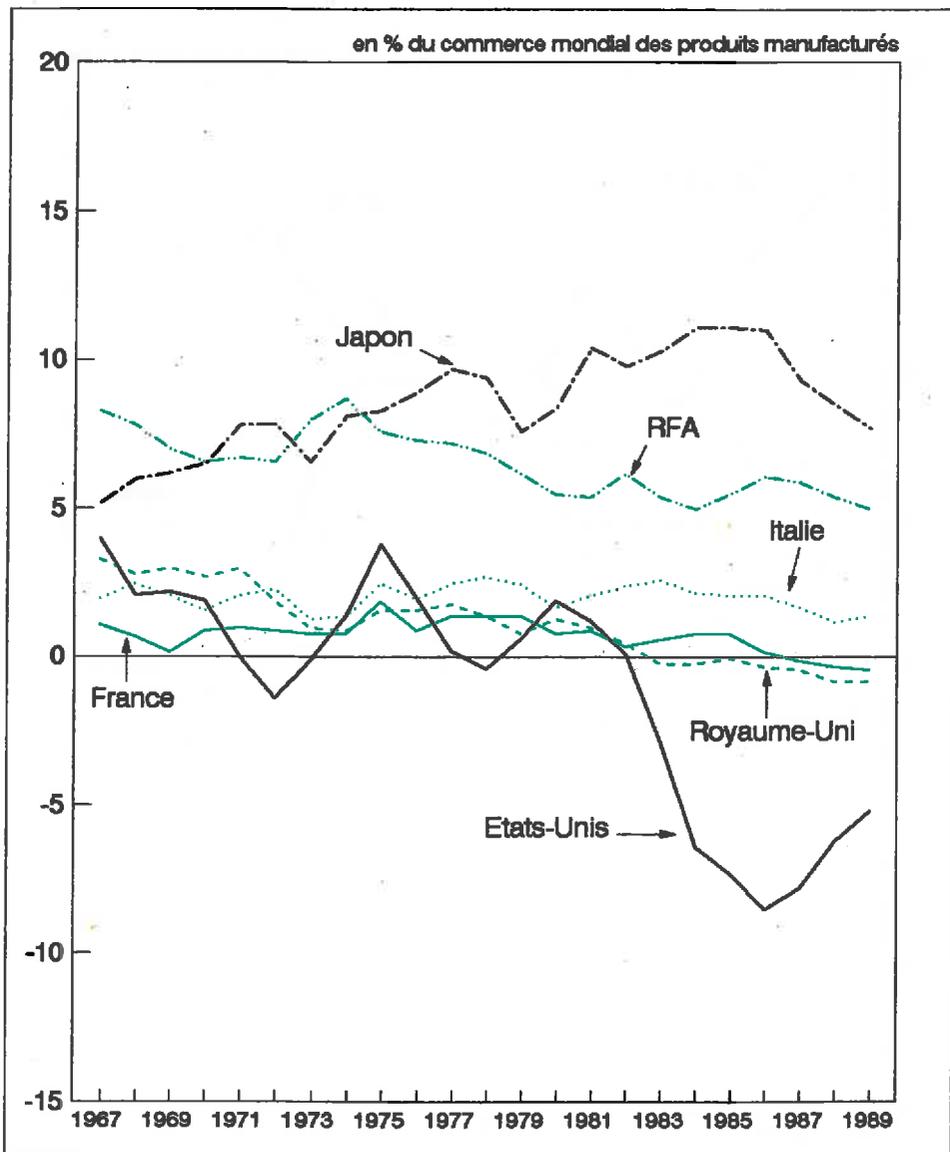
GRAPHIQUE 9

Soldes obtenus sur les produits de haute technologie



GRAPHIQUE 10

Soldes obtenus sur l'ensemble des produits manufacturés



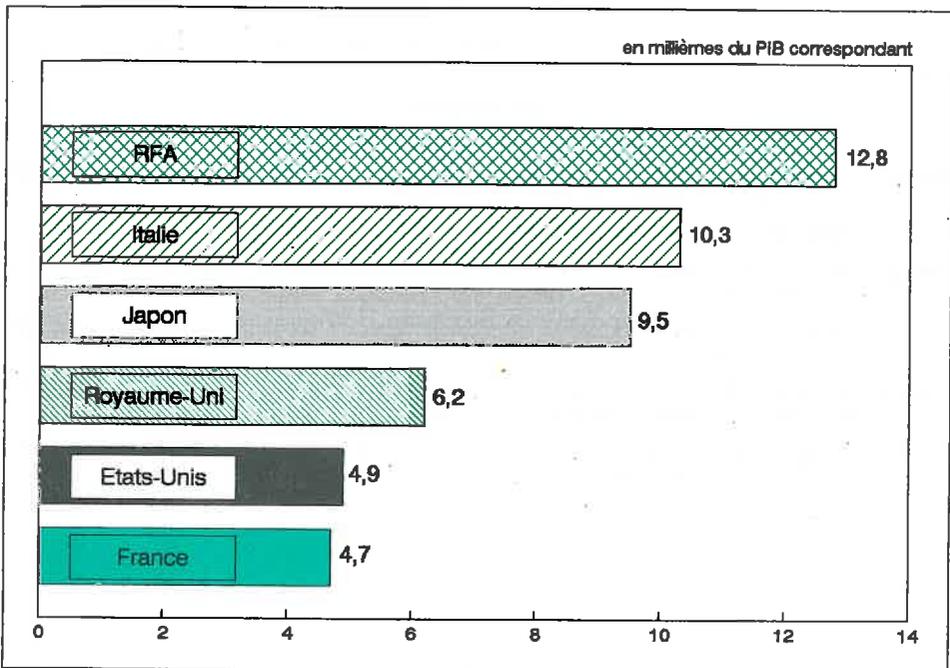
Source : CEPII - Base CHELEM

La permutation des positions respectives de plusieurs pays, selon que l'on considère l'orientation de la spécialisation (graphiques 7 et 8) ou les soldes obtenus sur les produits de haute technologie (graphique 9) s'explique par l'évolution globale des produits manufacturés (graphique 10).

Aux Etats-Unis, la contribution des produits de haute technologie reste largement positive, car la dégradation du solde américain est bien moins accentuée pour ces produits que pour l'ensemble du secteur manufacturier. A un degré bien moindre, la France connaît une évolution de même nature : le solde des produits de haute technologie y reste légèrement excédentaire tandis que le solde global devient déficitaire. En sens inverse, la contribution des produits de haute technologie est négative en Allemagne, car leur excédent diminue fortement alors que le solde global demeure très excédentaire. Ceci signifie que l'industrie allemande repose surtout sur ses points forts traditionnels que sont la mécanique et l'automobile, deux filières proches de la moyenne par leur niveau technologique comme par leur rythme de croissance.

GRAPHIQUE 11

Intensité de la spécialisation en 1989



Si la *qualité* de la spécialisation dans le secteur industriel est plutôt meilleure en France qu'en Allemagne, ce fait ne doit pas masquer les graves faiblesses de l'économie française. Car la qualité ne suffit pas, encore faut-il que les efforts soient suffisamment concentrés. Or l'*intensité* de la spécialisation française est beaucoup trop faible, comme le montre le dernier indicateur (graphique 11). Cette intensité est définie par l'écart-type des avantages comparatifs mesurés au niveau des filières (hors énergie), en intégrant dans le calcul à la fois les exportations et les importations, en pondérant les produits, et en rapportant le résultat de chaque pays à son Produit Intérieur Brut (Lafay, 1990).

Le classement est présenté pour l'année 1989. La France est trois fois moins spécialisée que l'Allemagne, pays comparable par la dimension de son marché intérieur. Elle est même devancée dans ce classement par les Etats-Unis alors que ceux-ci sont naturellement peu spécialisés en raison de leur grande taille. Dans la compétition internationale, cette dispersion des efforts compromet l'efficacité et engendre des réflexes protectionnistes. Reflétant un comportement profondément ancré dans les esprits, elle ajoute un handicap supplémentaire à l'insuffisance de l'effort global de recherche : sur le marché européen, les dépôts de brevets d'origine française sont deux fois et demi moins élevés que ceux d'origine allemande. Au delà de quelques brillantes réussites technologiques, l'analyse des faiblesses économiques de la France conduit par conséquent à poser tout le problème des relations entre son industrie et l'ensemble de son système éducatif.

Bibliographie

- Kremp E., Larroumets V. (1985) : « Les échanges internationaux de produits de haute technologie », *Economie prospective internationale*, n° 23, 3^e trimestre.
- Lafay G. (1979) : *Dynamique de la spécialisation internationale*, Economica, Paris.
- Lafay G., Herzog C., Stemitsiotis L., Unal D. (1989) : *Commerce international : la fin des avantages acquis*, Economica, Paris.
- Lafay G. (1990) : « La mesure des avantages comparatifs révélés », *Economie prospective internationale*, n° 41, 1^{er} trimestre.
- Lafay G., Herzog C., (1991) : « La création des avantages comparatifs dans les activités de haute technologie », *Revue d'économie industrielle*, n°55, 1^{er} trimestre.
- Pavitt K. et Patel P. (1988) : « The international distribution and determinants of technological activities », in *Oxford Review and Economic Policy*.