

Prévision et évaluation technologiques : quelles statistiques ?

L'élaboration d'une politique technologique rend nécessaire la mise en oeuvre d'un dispositif statistique nouveau, capable de donner aux autorités de tutelle, aux entreprises et aux partenaires sociaux une image simplifiée, mais correcte, des processus complexes qui relient les progrès des sciences aux innovations industrielles.

Un tel projet a fait l'objet, au sein du Conseil National de l'Information Statistique, des travaux d'un groupe ad hoc « Technologie et Innovation », présidé par le Professeur Piatier, et d'un premier article publié par celui-ci dans le Courrier des Statistiques n° 32 en octobre 1984, sous le titre « La mesure statistique de l'innovation ». Les recommandations issues des travaux du groupe ont été résumées dans le numéro spécial « Moyen terme » du Courrier des Statistiques (n° 34, avril 1985) [15].*

Le texte ci-après a été présenté en juin dernier au Colloque IDT 85, organisé à Versailles par l'Association Française des Documentalistes et Bibliothécaires spécialisés et l'Association Nationale de la Recherche technique.

La technologie, au sens classique de l'utilisation systématique à des fins pratiques des possibilités nouvelles apportées par le progrès des sciences, tend à devenir la dimension principale de l'évolution des sociétés modernes. La technologie n'étant, selon un mot de M. Kranzberg cité par S. Strandh, [18], « *ni positive, ni négative, ni neutre* », le souci des décideurs politiques devient de savoir si tel projet de recherche aura des conséquences positives ou négatives.

Le rôle des instances de prévision et d'évaluation technologiques est, en principe, d'y répondre.

Peuvent-elles le faire? Le nombre des échecs passés pourrait inciter à en douter [2]. L'importance des enjeux impose une attitude plus réaliste : il faut réduire l'incertitude sur ce qui est prévisible. Les méthodes actuelles de prévision et d'évaluation sont des outils qui doivent eux-mêmes être évalués si l'on veut les améliorer [17] ; leur mise en oeuvre fait apparaître des besoins documentaires qui portent à la fois sur l'information scientifique et technique et sur l'information économique et sociale. L'identification de ces besoins, notamment en matière de statistiques sur la technologie et l'innovation a pour préalable une analyse du processus technologique et des décisions auxquelles il donne lieu.

* Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article

1. LE PROCESSUS TECHNOLOGIQUE

Parler de « la technologie » est un usage récent, et parfois un abus, lorsque le sens reste celui de « technique ». Pour les économistes, depuis Mansfield [13], il s'agit, nous l'avons dit, d'un processus de sélection des possibilités techniques nouvelles créées par les progrès scientifiques.

Ce processus se décompose en un très grand nombre de processus élémentaires liés par un réseau complexe d'interdépendances. Chacun d'eux est un fait de communication [6], plutôt que d'échange - le passage d'une information du champ du savoir à celui de la pratique industrielle - et comporte trois phases distinctes :

- la recherche du savoir,
- la genèse de l'invention,
- le développement de l'innovation.

C'est l'escompte de l'utilité finale, marchande ou sociale, de l'innovation qui permet d'assigner une valeur économique à la recherche qui l'a rendue possible. Il en est de même, bien entendu, pour les conséquences néfastes à redouter.

Ces anticipations sont, en principe, impossibles dans le cas de la recherche fondamentale. La « valeur » de celle-ci se mesure au surcroît d'intelligibilité du réel, apprécié par la communauté scientifique elle-même [17]. Il est possible cependant que l'étude méthodique des relations entre disciplines et techniques, à partir de corpus documentaires, apporte une meilleure connaissance de la structure fine du savoir et des filiations entre recherche fondamentale et progrès des techniques.

Dans le cas de la recherche finalisée, au contraire, l'innovation devrait, semble-t-il, fournir une mesure économique des résultats de la recherche. La réalité est moins simple, et le processus de développement de l'innovation suffit à poser de difficiles problèmes de prévision et d'évaluation.

L'analyse du processus d'innovation fait en effet apparaître l'intervention d'un grand nombre de décisions intermédiaires qui sont de la même nature que les choix technologiques globaux. Ces décisions ont pour effet de rendre très fortement aléatoire le développement de l'innovation. Quelle est la logique de ces choix ?

2. LA DEMARCHE DU CHOIX TECHNOLOGIQUE : LE CALCUL ET LE DEBAT

Les procédures destinées à éclairer les grandes options technologiques ont fait l'objet de multiples travaux depuis une trentaine d'années, particulièrement sous l'égide de l'OCDE. Leur principe paraît clair; elles comportent deux étapes :

- la prévision détaillée des diverses conséquences qui peuvent résulter de la nature et des caractéristiques de l'innovation étudiée, et l'estimation de leur probabilité;
- l'évaluation proprement dite de ces conséquences, qui vont être examinées de différents points de vue [1], impliquant autant d'échelles de valeur (rentabilité, emploi, conditions de travail, balance commerciale, environnement, etc.) ; la décision nécessite un arbitrage entre des impératifs, des intérêts et des soucis contradictoires; le plus souvent, cet arbitrage ne peut être obtenu que par une négociation entre les diverses parties concernées [14].

La prévision apparaît ainsi comme un calcul, portant sur des données techniques, tandis que l'évaluation relève d'un débat, que l'on peut souhaiter démocratique. Mais divers problèmes se posent :

- la prévision des effets est d'autant plus incertaine qu'elle est (et doit être) plus précoce, et que l'innovation est plus originale; elle est en outre plus précise pour les coûts que pour les résultats, et pour les effets directs que pour les effets indirects; même lorsque les données scientifiques, techniques, économiques et sociales nécessaires à l'étude des conséquences possibles d'un projet donné existent, les systèmes documentaires actuels doivent être adaptés pour permettre leur utilisation commode [7] ;

- l'issue d'un débat peut être un accord ou un conflit; elle dépend non seulement des intentions des partenaires, mais aussi de l'idée que chacun se fait des intentions de l'autre, et de leur confiance ou de leur défiance à l'égard des fins poursuivies et des informations fournies ; ce résultat classique en théorie des jeux [3] fait dépendre le choix technologique à la fois de l'existence d'une information intelligible et crédible pour tous, et de la culture scientifique et technique ou des préjugés de chacun, notamment en raison des écarts entre les estimations subjectives des chances de réussite ou des risques d'échec ;

- l'évaluation d'une innovation dépend, quel que soit le point de vue retenu, de multiples paramètres, les uns propres: à l'innovation elle-même, les autres décrivant son environnement; le plus souvent, le jugement pourra être favorable ou défavorable selon la combinaison rencontrée; cela signifie, par exemple, que poser la question des « effets de la robotique sur l'emploi », ou « sur la rentabilité du capital investi », n'est qu'une commodité de langage et qu'une réponse ne peut être donnée que pour tel robot industriel, à installer dans tel atelier, et seulement si un ensemble précis d'informations techniques, économiques et sociales peut être obtenu.

.Cette dernière notion de « niveau de pertinence » de l'évaluation est essentielle. Elle explique en effet, pour de nombreuses innovations, une large décentralisation des décisions, prises pour la plupart dans les entreprises.

3. QUI DECIDE DES CHOIX TECHNOLOGIQUES ?

Dans le cas le plus fréquent, celui de l'innovation marchande, la réussite ou l'échec de celle-ci sont l'issue d'un dialogue, banal, mais d'une extrême importance, entre le vendeur et l'acheteur. Ce dialogue a la même structure formelle que le débat qu'implique l'évaluation technologique. Il fait en effet intervenir à la fois un choix économique spécifique [12] , dans un espace « prix-performances », et les facteurs de la confiance ou de la défiance de l'acheteur quant à la réalité des performances annoncées par le vendeur. Dans une étude antérieure [8], nous avons montré que, selon la rationalité de l'acheteur et la « distance technologique» entre lui et le vendeur, il était possible aussi bien qu'une innovation opportune ne trouve pas de clientèle ou qu'une fausse innovation soit un succès commercial, même dans le cas d'échanges entre industriels.

Or le même type de dialogue critique apparaît lors des étapes antérieures du développement de l'innovation:

- entre l'inventeur et l' entrepreneur,
- entre le chef d'entreprise et le banquier.

Dans chaque cas, la discussion porte sur la comparaison des résultats espérés et des coûts à consentir, mais chacun des partenaires est tenté de soupçonner l'autre d'incompréhension, d'erreur ou de parti pris.

En amont et en aval de l'innovation technologique, d'autres discussions encore sont du même type : par exemple entre un chercheur et son chef de laboratoire, ou entre un directeur d'usine et les représentants du personnel dans un comité d'entreprise.

Cette décentralisation des décisions technologiques est d'une très grande importance. Elle implique en effet que la séparation entre prévision et évaluation soit en fait très théorique. Dans la pratique, la prévision porte sur des innovations dont le développement résulte de multiples décisions reposant elles-mêmes sur d'autres évaluations. L'évaluation technologique apparaît ainsi comme un processus complexe, pour une large part interne au processus technologique lui-même, et qui doit être suivi dans le temps et faire l'objet d'une étude systémique [17].

Deux sortes de sous-systèmes peuvent ainsi être distinguées:

- les « grands projets », tels que l'énergie nucléaire ou l'espace, qui répondent à un objectif précis, demandant la concentration de moyens puissants, possèdent une forte cohérence technique interne; ils obéissent -à un maître d'oeuvre qui dispose de larges moyens d'information scientifique, technique et économique, donc de possibilités de prévision et d'évaluation; ce sont par nature des « affaires d'Etat » et le débat, lorsqu'il a lieu, est politique;

- les « choix collectifs », au contraire, tels que ceux qui concernent l'informatique ou la robotique ; ils portent sur les résultantes de nombreuses décisions décentralisées, plus ou moins fortement interdépendantes. La prévision et l'évaluation de ces résultantes nécessitent le recours à un dispositif statistique adapté. Existe-t-il ?

4. LES STATISTIQUES TECHNOLOGIQUES : BILAN ET PROJETS

Le bilan des statistiques existantes est paradoxal : ce sont des travaux d'économétrie qui ont montré que la technologie est le principal facteur du développement, mais ce facteur reste le plus mal connu, le moins observé et le moins étudié [19] .

L'effort de recherche est mesuré par ses coûts, non par ses résultats. Les seules statistiques sur la technologie, qui concernent les brevets et les échanges technologiques, sont difficilement comparables aux autres statistiques industrielles et l'innovation ne fait l'objet d'aucune information statistique.

Comme on l'a dit plus haut, un ensemble de recommandations, visant à pallier cette carence, a été élaboré par un groupe de travail au sein du Conseil National de la Statistique [15].

Le groupe de travail a insisté sur l'urgence et l'ampleur des travaux nécessaires, qui impliquent la réalisation progressive d'un programme à long terme.

L'observation et la description statistique de l'innovation en constituent l'objectif principal. L'innovation joue en effet un rôle crucial: les résultats de la recherche ne sont observables que s'il existe des données sur elle ; c'est à travers elle que les progrès scientifiques prennent une réalité industrielle et une dimension économique. Or l'entreprise est l'agent de l'innovation, le lieu de l'utilisation de nouveaux procédés ou l'origine de nouveaux produits.

Le groupe de travail a donc recommandé que soit améliorée l'information sur les entreprises

innovatrices, notamment grâce à des enquêtes spécifiques, aux sous-produits statistiques de diverses opérations administratives ou financières et à la multiplication d'études de cas.

Il a, d'autre part, insisté sur la nécessité d'indicateurs sur l'environnement de l'innovation et sa conjoncture, pour rendre moins aléatoires pour les décideurs (entreprises, banques ou instances de tutelle) l'estimation des chances de réussite technique et l'escompte de la réussite commerciale.

De tels indicateurs sont déjà ou peuvent être expérimentés dans deux directions :

- vers l'amont de l'innovation et les sources scientifiques et . techniques du savoir et du savoir-faire qui la rendent réalisable;

- vers l'aval et les marchés qui peuvent la rendre rentable. Le groupe de travail a, d'autre part, insisté sur l'importance des problèmes de méthode statistique que pose la description de l'environnement de l'innovation.

Ce sont d'abord des problèmes de langage. En particulier, l'interprétation des statistiques de brevets et des « clignotants technologiques » élaborés par l'INPI rend urgente la mise en correspondance de la Classification Internationale des Brevets avec les nomenclatures de produits utilisées en statistique industrielle, ainsi que l'établissement d'une nomenclature des techniques.

Ce sont ensuite des problèmes de collecte et de traitement statistique de données nouvelles : l'information industrielle et commerciale est une source jusqu'ici inexploitée [16], qui permet la saisie simultanée des prix des produits et de leurs performances, saisie nécessaire à l'étude des marchés de l'innovation [12]. Mais ces données, comme les résultats des études de cas, se situent au niveau microéconomique des produits eux-mêmes [4]. Leur transformation en résultats macroéconomiques, nécessaire à l'élaboration des politiques industrielles, présente des difficultés théoriques d'agrégation encore mal surmontées [1] .

Le groupe de travail recommande de procéder par étapes: la mise au point d'une typologie de l'innovation devrait permettre la quantification progressive des diverses formes et des multiples aspects du processus d'innovation, par l'étude séparée de sous-ensembles relativement homogènes et l'observation en priorité des systèmes techniques nouveaux en cours de développement. Ce sont ceux-ci, en effet, qui posent les problèmes les plus urgents d'évaluation, qui ont déjà atteint une dimension économique significative et qui préfigurent certaines des structures du futur système productif.

5. CONCLUSION : VERS UN SYSTEME D'INFORMATION TECHNOLOGIQUE?

Transformation du savoir en pratique industrielle, la technologie est faite, nous l'avons dit, d'un grand nombre de processus élémentaires d'acquisition et de transmission d'information. Elle se développe donc au niveau même de l'information scientifique et technique et de l'information industrielle et commerciale, niveau qui est celui de la pratique des laboratoires et des entreprises [10]

La mise en oeuvre d'un dispositif de statistiques technologiques doit permettre de donner une image résumée de ces processus élémentaires de base, mais à un niveau différent, celui de résultats agrégés, de même que les statistiques économiques donnent une image résumée des productions industrielles et des transactions commerciales; un tel dispositif statistique ne peut être construit sans qu'ait été tracée la « carte » des relations entre les sciences et les techniques, relations qui sont justement des flux d'information [11].

Le dispositif statistique à l'étude est donc complémentaire d'autres réalisations en cours à partir des systèmes d'information scientifique et technique; graphes de citations, programme LEXIMAPP du CNRS, « bonzaï » japonais de propagation de technologies [5].

Ces différents travaux, en cours ou en projet, apparaissent comme les composants d'un futur « Système d'information technologique », à deux niveaux: celui de la pratique scientifique et industrielle et celui des choix stratégiques. Le premier niveau correspondrait aux réseaux d'information scientifique et technique et d'information industrielle et commerciale [9] , tandis que le second niveau serait celui d'une information statistique économique et sociale prenant en compte la technologie.

Un tel projet peut sembler trop ambitieux. Mais son enjeu est l'avantage que constituerait, dans la compétition internationale, un outil permettant d' observer, analyser, prévoir et orienter le développement technologique.

Henri DUPRAT
Département de la Coordination
statistique et comptable
INSEE

*
* *

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ARKHIPOFF Oleg «An introduction to the Axiomatics of Procedures of Aggregation». Mathematical Social Sciences 1/1980 (pp. 69-83).
- [2] AYRES Robert U. «Technological forecasting and long range planning», Mc Graw Hill Book Company, New-York, 1969.
- [3] BOUZITAT J. article « Théorie des jeux » de l'« Encyclopaedia Universalis » vol. IX, Paris.
- [4] Centre de Prospective et d'Evaluation «Évaluation économique et sociale des PMI automatisées» (synthèse par branche de 73 monographies). Etude CPE n° 34, juin 1984. Ministère de la Recherche.
- [5] (id) « Les bonzaï de l'industrie japonaise» (éléments de réflexion sur l'intégration de la technologie dans la stratégie des entreprises japonaises). Etude CPE n° 40, juillet 1984. Ministère de la Recherche.
- [6] DUPRAT Henri «Conditions linguistiques du transfert technologique». Revue Automatismes, tome XVII n° 11, novembre 1972 (pp. 337-346) Dunod, Paris. Extraits repris dans «Le dialogue Recherche - Industrie» in «Problèmes politiques et Sociaux », n° 489, (pp. 33-35), le 1^{er} juin 1984. Documentation Française, Paris.
- [7] (id) « Un projet de base de données technologiques », in « Courrier des Statistiques», n° 4, octobre 1977. Paris.
- [8] (id) « La segmentation des. marchés de l'information industrielle» in « Courrier des Statistiques », n° 22, avril 1982. Paris.
- [9] (id) « L'information industrielle et commerciale» communication faite au Colloque «Savoir

Produire», organisé à Paris par la MIDIST en février 1983.

[10] ERGAS Henry « The Inter-Industry Flow of Technology, Some Explanatory Hypotheses ». Réunion de travail sur les indicateurs technologiques, OCDE, septembre 1983.

[11] GARFIELD Eugène « Citation Indexing - Its theory and application in science, technology and humanities », John Wiley and Sons, Inc. New York, 1979.

[12] LANCASTER Kelvin J. « Variety, equity and efficiency - Product variety in an Industrial Society », Columbia University Press, New York, 1979.

[13] MANSFIELD Edwin « The economics of Technical Change» W. W. Norton and Company, New York, 1968.

[14] OCDE « Science, Technologie et Maîtrise des Problèmes Complexes », OCDE Paris, 1976.

[15] PIATIER André, DUPRAT Henri et MINDER Jean-François « Innovation et technologie » (Rapport de groupe de travail) in Courrier des Statistiques «Spécial Moyen terme», n° 34, avril 1985. Paris.

[16] ROSEN S. « Advertising, Information and Product Differentiation » in DG Tuerck (ed.) « Issues in Advertising » Washington DC American Enterprise Institute, 1978.

[17] ROUBAN Anne « L'évaluation de la recherche : un processus économique» in « Revue Internationale de gestion des établissements d'enseignement supérieur» vol. 9, n° 1, mars 1985.

[18] STRANDH Sigvard «Histoire illustrée des Machines» Ed. Nordbok, Copenhague 1979 et Draeger, Paris.

[19] WILLIAMS B.R. et alii «Science and Technology in Economic growth.» Proceedings of a Conference hold by the International Economic Association. The Mac Millan Press, Londres, 1973.

Les textes de la « Tribune » sont présentés sous la responsabilité de leurs auteurs

Fermer cette fenêtre pour revenir au Sommaire