

Petite histoire des modèles d'innovation

Pour citer cet article : Forest Joëlle [2014], Petite histoire des modèles d'innovation, in Boutillier S., Gallaud D., Forest J., Laperche B., Tanguy C. and Temri L. (coords.), *Principes d'économie de l'innovation*, Peter Lang, pp.45-57.

Joëlle Forest
Université de Lyon
INSA de Lyon, Laboratoire ITUS
1, rue des Humanités
69621 Villeurbanne cedex (F)
Tel +33 (0)4 72 43 62 38
Fax +33 (0)4 72 43 72 66
joelle.forest@insa-lyon.fr

Introduction

Un bref survol de l'analyse économique montre que la question de l'innovation est récurrente. Citons quelques moments clefs.

Suite à des enquêtes approfondies menées dans les années 1830 au sein des manufactures anglaises, C. Babbage expliquait leur développement par un flot continu d'innovations organisationnelles qui permettaient une division accrue du travail matériel, comme l'avait déjà noté A. Smith, mais aussi intellectuel, et d'innovations techniques, notamment mécaniques, qui garantissaient une plus grande intensité, une plus grande régularité des opérations de production et une meilleure qualité du produit fini.

La période qui fit suite à la crise de 1929 et s'étendit jusqu'à la seconde guerre mondiale alimenta des contributions relatives à l'innovation aujourd'hui reconnues comme fondamentales par les économistes. Ceci est particulièrement vrai des travaux de J. Schumpeter qui à l'époque suscitèrent un faible intérêt de la part de ses contemporains.

Après-guerre, les “ trente glorieuses ”, caractérisées par une croissance d'une durée et d'une ampleur exceptionnelles, ainsi que par des bouleversements scientifiques et techniques présents dans tous les secteurs économiques, connurent une foison d'écrits tentant d'expliquer le rôle, ou de mesurer l'effet, de l'innovation sur la croissance et le développement économique. Nombre d'économistes étaient alors persuadés de “ l'irréversibilité du mouvement de croissance”, du caractère continu du progrès technique et des innovations qui

la soutenaient. La crise des années soixante-dix mit fin à un tel optimisme. Le retour de la crise s'accompagna d'un foisonnement de contributions qui en expliquaient les raisons par l'épuisement des effets des innovations d'après-guerre et montraient que les différentiels de compétitivité entre firmes, voire entre nations, résidaient dans leur plus ou moins forte capacité à innover, donc à pénétrer ou à créer de nouveaux marchés. Soulignant le rôle déterminant de l'innovation en phase de crise et dans la compétitivité, nombre d'économistes contemporains contribuèrent à redonner ses lettres de noblesse aux écrits de J. Schumpeter.

Dans la présente contribution nous montrerons que si la multiplicité des travaux consacrés à l'innovation se traduit par des points de vue variés, il est toutefois possible de discerner deux façons d'appréhender l'innovation, selon que cette dernière est envisagée comme un résultat dont on cherche à mesurer les effets sur un système économique donné ou, au contraire, comme un processus. Dans un deuxième temps, nous montrerons comment le déplacement de l'analyse économique de l'innovation comme résultat à celle de l'innovation comme processus a ouvert la voie au modèle¹ d'innovation linéaire et hiérarchique. Nous verrons que ce sont précisément les critiques adressées à ce modèle qui sont à l'origine de l'élaboration du modèle de la chaîne interconnectée de S. Kline et N. Rosenberg qui fait de la conception l'épine dorsale du processus d'innovation. Dans une dernière partie nous soulignerons cependant que le modèle S. Kline et N. Rosenberg n'est pas exempt de critiques et comment il peut être « étendu » en vue d'offrir une compréhension plus large du processus d'innovation.

1. Analyse économique de l'innovation : un bref aperçu

1.1. De l'innovation résultat...

Dans son ouvrage de 1912 *The Theory of Economic Development*, J. Schumpeter affirme que l'innovation est le moteur de la dynamique du capitalisme. Il place au cœur de l'évolution économique l'entrepreneur qui selon lui met en œuvre l'innovation et déstabilise de ce fait les routines et les positions établies.

L'économiste autrichien insiste sur la distinction qui existe entre la fonction d'inventeur et celle d'entrepreneur². Le premier produit des inventions. Le second saisit, dans un stock donné d'inventions, autrement dit de nouveautés scientifiques et techniques, des opportunités

¹ Par modèle nous entendons une représentation simplifiée de la réalité.

² Soulignons que l'intérêt porté par J. Schumpeter à l'entrepreneur est centré sur la fonction d'entrepreneur et non l'étude de la personnalité desdits entrepreneurs (Mackenzie, Courvisanos, 2012). Notons également que l'introduction de cet agent permet à Schumpeter d'expliquer le processus d'évolution économique contrairement à l'analyse marginaliste.

d'innover en vue de dégager des profits. La dynamique de l'invention n'est donc pas, pour J. Schumpeter, une question relevant du champ de l'Économie. J. Schumpeter affirmait que « l'invention [...] n'est pas un facteur externe de l'entreprise de son époque. C'est tout simplement pas un facteur du tout » (Schumpeter, 1939 : 15) et de poursuivre que définir l'innovation par l'invention reviendrait à mettre le focus sur un élément sans intérêt pour l'analyse économique (Schumpeter, 1939 : 81).

L'innovation, au contraire, est une question qui relève de l'analyse économique dans la mesure où elle participe à la dynamique du système économique « Dès qu'on la sépare de l'invention, l'innovation (...) peut être considérée comme un facteur interne parce que la combinaison de facteurs de production en de nouvelles possibilités techniques³ est un processus résolument économique » (Schumpeter, 1939 : 83).

Comme l'on souligné J.J. Salomon et G. Schméder à suivre J. Schumpeter l'invention est réputée " exogène " contrairement à l'innovation car « c'est en fonction de considérations d'ordre économique que l'entrepreneur sélectionne, dans le flux d'inventions spontanément issues du développement automatique de la science et de la technologie, celles dont il va faire des innovations » (Salomon, Schméder, 1986 :23).

Cette vision d'une séparation stricte entre le domaine scientifique et technique et le domaine économique n'est pas spécifique à J. Schumpeter. Cela semble même avoir été le mode de représentation dominant chez les économistes, de la fin du dix-neuvième siècle au milieu du vingtième siècle. Par exemple, les théories économiques "standard" de la croissance admettent l'existence de progrès technique, mais elles considèrent que celui-ci est un produit exogène, aléatoire, qui dépend des avancées scientifiques, techniques, dont l'introduction vient modifier la rareté relative des différents biens. Ces théories paraissent ainsi se fonder sur les six axiomes suivants.

[1] Axiome d'antériorité. L'acte technique précède l'acte économique. Ce premier axiome a deux corollaires :

[1.1] Si l'on se situe d'un point de vue temporel, l'acte technique se produit en premier.

[1.2] Il ne peut y avoir d'acte économique sans acte technique préalable.

³ Par possibilité technique il faut entendre les cinq formes de « nouvelle combinaison » identifiées par Schumpeter : bien nouveau, nouvelle méthode de production, nouveau débouché, nouvelle source de matières premières ou de produits semi-ouvrés, nouvelle organisation de marché.

[2] Axiome de sélectivité. L'acte technique modifie la rareté des biens : il crée de nouvelles combinaisons de facteurs. L'acte économique consiste à choisir parmi les différentes combinaisons techniques possibles, la meilleure qui soit.

[3] Axiome de prévisibilité. L'acte technique est imprévisible quant à ses effets. L'acte économique est prévisible puisque basé sur le coût des facteurs de production et l'obligation de choisir la combinaison productive la plus économique possible pour un volume de production donné.

[4] Axiome de créativité. L'acte technique produit l'invention. L'acte économique crée l'innovation⁴.

[5] Axiome d'artificialité. L'invention est une donnée du système économique. L'innovation en est le produit.

[6] Axiome de gratuité. L'acte technique est obtenu à titre gratuit et indépendamment de préoccupations d'ordre économique. On ne voit pas, par conséquent, pourquoi le producteur investirait dans la création scientifique et technique, ce qui situe d'emblée l'invention en dehors du champ de l'économie, donc de l'analyse économique.

On peut représenter l'approche de l'innovation des analyses "standard" et schumpéterienne par ce que nous nommerons le modèle de la boîte noire⁵ (Figure 1).



Figure 1 : Le modèle de la boîte noire

En entrée se trouvent des inventions qui, sous l'action d'un acteur particulier, le producteur chez les théoriciens néoclassiques de la croissance, l'entrepreneur chez J. Schumpeter, sont transformées en innovation.

L'innovation se définit comme le résultat d'un choix. Il s'agit du produit de l'acte économique.

⁴ L'innovation pensée à travers le prisme de l'application de nouvelles découvertes converge avec la définition de la technologie proposée par J. Bigelow et n'est sans doute pas étrangère à la difficulté de faire entrer la technique dans le périmètre de la science (Faucheux, Forest, 2012).

⁵ Le concept de boîte noire étant emprunté au titre d'un ouvrage de S. Kline et N. Rosenberg.

La fonction de transformation est comprise dans la boîte noire. De ce fait, elle n'est pas spécifiée par le modèle. Les théories économiques "standard" se limitent de fait à envisager et à analyser les conséquences du progrès technique sur la dynamique économique (Gaffard, 1990). Or, s'intéresser aux « conséquences du changement technologique sans réfléchir sur son origine et son contenu, comme le fait l'analyse économique traditionnelle, ce n'est pas seulement limiter sérieusement la portée de la réflexion, c'est surtout s'interdire à l'avance les moyens d'une politique, qu'elle soit économique ou technologique » (Salomon, Schméder, 1986:21).

Ce fut d'ailleurs sur ce dernier point que portèrent les principales critiques. En effet, peut-on considérer comme suffisamment explicite un modèle qui envisage les répercussions d'un phénomène donné, l'innovation en l'occurrence, sur la dynamique économique sans même avoir abordé la question de sa genèse ?

1.2. ... à l'innovation comme processus

À l'approche de l'innovation comme résultat s'est progressivement substituée, un peu avant le début de la seconde moitié de ce siècle, celle de l'innovation comme processus. À la suite d'A.C Cole (Maunoury, 1968 : 15) et de J.L. Maunoury (1968), C. Le Bas explique ce déplacement par des changements majeurs dans les structures industrielles (Le Bas, 1991). D'autres économistes, comme E. Penrose (1959), mirent l'accent sur l'évolution des conditions de concurrence. Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, on serait passé d'une concurrence fondée sur les prix à une concurrence fondée sur la créativité (Penrose, 1959:106). Celle-ci se traduirait par une ère nouvelle pour les firmes : une ère de “ créativité provoquée ” pour reprendre le qualificatif de F. Russo (Maunoury, 1968 : 120).

Si l'évolution de l'environnement industriel et concurrentiel de la firme semble avoir largement contribué à l'élaboration d'une nouvelle approche de l'innovation, il faut néanmoins se garder d'en faire le seul facteur explicatif dans la mesure où le modèle de la boîte noire semble avoir été également remis en cause par la confrontation aux faits, et en particulier à l'accélération des investissements de recherche et développement : « Peut-on trouver une meilleure preuve de la force avec laquelle ces changements s'imposent aux observateurs que chez J. Schumpeter lui-même qui, trois ans seulement après avoir terminé *Business Cycles*, notait dans *Capitalism, Socialism and Democracy*, non pas l'arrêt du progrès économique, mais le “ crépuscule ” de la fonction de son promoteur traditionnel ? » (Maunoury, 1968 : 14).

Dès 1942, soit huit ans avant sa mort, J. Schumpeter affirmait avec insistance que le changement technique est de moins en moins le fait de l'entrepreneur individuel, mais le fruit d'un travail organisé mené au sein de départements de l'entreprise qu'on appelle aujourd'hui des services de Recherche et Développement. La conséquence qu'en tirait l'économiste autrichien était double :

— l'invention et l'innovation sont désormais des activités courantes de la plupart des firmes.

— À l'entrepreneur de génie succède la thèse de la fonction créative de la firme.

Il y a donc un renversement radical de perspective par rapport au modèle d'innovation de type boîte noire, car admettre l'innovation comme une activité courante de la firme conduit à remettre en cause le rôle de l'entrepreneur Schumpétérien de génie, ce qui revient à contester le caractère aléatoire prêté à l'innovation et permet d'engager une réflexion sur la façon dont se déroule le processus d'innovation et de l'améliorer.

2. L'innovation comme processus

Si jusqu'à présent nous nous sommes attachés à montrer comment l'analyse économique de l'innovation s'est déplacée d'une analyse en termes de résultat à celle de l'innovation comme processus force est cependant de constater que la modélisation de ce processus s'est modifiée au cours du temps.

2.1. Nature du modèle d'innovation linéaire et hiérarchique

Dès le début des années 1950, la R&D fut introduite dans un modèle du processus d'innovation : le modèle linéaire et hiérarchique⁶.

Ce modèle est dit linéaire dans la mesure où le processus d'innovation est représenté comme une succession d'étapes, qui constituent autant de points de passage obligés. À l'origine du processus d'innovation se situe l'activité de recherche, à laquelle fait suite le développement, la production puis la mise sur le marché d'un produit nouveau.

Ce modèle est dit hiérarchique car on suppose que les sorties d'une étape considérée constituent les entrées de l'étape suivante, ce qui revient à dire qu'il faut nécessairement attendre que l'étape considérée soit terminée pour que l'étape suivante puisse être activée. Dans cette optique, les tâches sont effectuées de façon séquentielle et ne peuvent être menées

⁶ Le modèle linéaire et hiérarchique est également appelé modèle de la big science dans la littérature par certains auteurs.

en parallèle (contrainte d'antériorité). Un tel mode de fonctionnement s'accommode d'une organisation cloisonnée et d'une spécialisation des individus ou des activités.

Décrit à l'aide d'un modèle linéaire et hiérarchique, le processus d'innovation apparaît donc comme un processus séquentiel, à l'enchaînement parfaitement prévisible.

Par rapport à celui de la boîte noire, ce modèle souligne que l'innovation en tant que processus intègre l'invention, sans toutefois remettre en cause l'idée que l'innovation appréciée en termes de résultat se distingue de l'invention.

Le modèle d'innovation linéaire et hiérarchique peut être représenté par la figure 2.

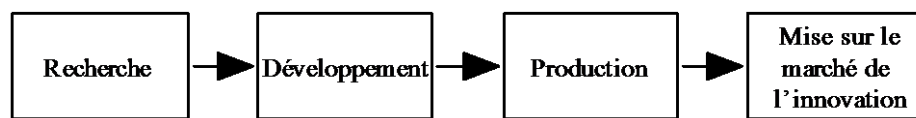


Figure 2 : Le modèle d'innovation linéaire et hiérarchique (adapté de Kline et Rosenberg, 1986)

Le modèle linéaire et hiérarchique aida, dès le milieu des années cinquante, à définir les orientations des premières politiques de la recherche et de l'innovation « Pendant les années 1960, les dépenses de RD ont été multipliées par trois et la part de la recherche dans le PIB a doublé. 70% de la dépense totale de recherche étaient financés par l'État. Les années 1970 ont marqué un ralentissement... L'État a diminué son effort, mais les entreprises ont augmenté considérablement le leur, qui passe de 29% en 1967 à 44% en 1979. Les années 1980 ont été celles du retour de la croissance des activités de RD qui, en francs courants, ont été multipliées par 3,7 entre 1979 et 1991. Le ratio DIRD/PIB est passé de 1,8% à 2,4%, marquant un effort important tant de l'État que des entreprises en faveur de la recherche » (OST, 1998:20).

Plus près de nous ce modèle s'illustre dans l'objectif énoncé dans le cadre de la stratégie de Lisbonne, impulsée par le Conseil européen en mars 2000, d'investir 3% du PIB communautaire dans le domaine de la recherche et du développement.

2.2. Critiques adressées au modèle linéaire et hiérarchique

Si le modèle d'innovation linéaire et hiérarchique introduit une rupture avec le modèle de la boîte noire, il n'est cependant pas exempt de critiques.

La première critique a trait à l'importance et la place accordées à la R&D « l'évolution technique (...) est présentée ainsi comme parfaitement sous contrôle, en vertu de l'idée simpliste qu'il suffit d'investir du talent et de l'argent pour obtenir l'innovation désirée » (Salomon, Schméder, 1986:22). Plusieurs études ont cependant montré qu'il n'existait pas de relation causale simple entre le nombre de chercheurs, ou les montants investis en R&D, et le taux d'innovation, la croissance économique ou, plus simplement, la compétitivité d'une entreprise (Dertouzos, Lester, Solow, 1989 ; Bonnaure, Barré, 1995), conduisant un certain nombre d'observateur à souligner le décalage entre la conception théorique de l'innovation et la réalité des entreprises (Morand, Manceau 2009 :13).

Par ailleurs et comme l'a souligné R. Boschma les politiques de la science et de la technologie en Europe sont focalisées sur le développement de la R&D adossée sur la croyance selon laquelle la politique de R&D sera profitable à nombre de régions. Or, la plupart des connaissances nouvelles créées ne sont pas exploitées économiquement en Europe mais le sont dans des pays tels que les Etats Unis. Cela signifie que « la politique de R&D européenne nourrit l'exploitation des connaissances ailleurs » (Boschma, 2008).

La confrontation de ce modèle à de nombreux cas d'innovations conduit à relativiser l'importance accordée à la Science dans le fait innovatif. L'histoire des sciences et techniques montre effectivement qu'il existe des d'innovations qui ne possèdent pas d'origine scientifique. On peut citer à titre d'illustration la construction de la machine à vapeur. C'est elle qui a permis des avancées en thermodynamique et non pas l'inverse ce qui a conduit P. Verley à souligner que « paradoxalement, la science apprend sans doute plus de la technique, que la technique de la science. » (Verley, 1997 : 452).

La seconde critique adressée au modèle d'innovation linéaire et hiérarchique tient précisément à sa linéarité et à la non prise en compte des rétroactions ("*feed-back*") qui viennent ponctuer le déroulement de tout processus d'innovation (Héraud, 1995). La vision du processus d'innovation linéaire initié par la R&D fut également contestée par la prise en compte des besoins dans la dynamique d'innovation (Gruber, Marquis, 1969) ce qui a progressivement conduit à opposer le modèle d'innovation « science push » au modèle d'innovation « demand/market pull »⁷ et à considérer le rôle des utilisateurs dans le processus d'innovation (Von Hippel, 2005).

⁷ Pour en savoir plus sur l'histoire du modèle « demand pull » voir Godin, Lane, 2013.

La troisième critique adressée au modèle d'innovation linéaire et hiérarchique tient au fait qu'il restreint l'innovation à ce qu'on peut appeler l'innovation technologique⁸. C'est cependant oublier que l'innovation est polymorphe « une innovation est la mise en œuvre (*the implementation*) — la commercialisation ou l'implantation — par une entreprise, et pour la première fois, d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé (de production) nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques d'une entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations avec l'extérieur » (Manuel Oslo, 2005 : 54) et que toutes les innovations ne requièrent pas obligatoirement un recours à la recherche.

La dernière critique adressée par Kline et Rosenberg réside dans le fait que le modèle linéaire et hiérarchique présente chaque étape du processus d'innovation comme une boîte noire « les économistes ont globalement analysé l'innovation technologique comme une boîte noire (...). De ce fait, ils ont accordé très peu d'attention à ce qui se passe réellement à l'intérieur de la boîte » (Kline, Rosenberg, 1986:278). Il subsiste donc une ambiguïté dans la mesure où on ne traite pas à proprement parler du processus de production de l'innovation, autrement dit de sa genèse. Entendons par là que si le progrès technique est endogénéisé au regard d'une finalité économique, on ne sait pas comment on passe effectivement de l'invention à l'innovation.

2.3. Le processus de conception au cœur du processus d'innovation

On doit à S. Kline et N. Rosenberg d'avoir proposé un modèle alternatif “ *the Chain-Linked Model* ” (figure 3) qui place la conception au cœur du processus d'innovation.

⁸ C'est précisément partant de ce constat que l'OCDE propose désormais la définition suivante de l'innovation : « mise en œuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures » (OCDE, 2005, 54).

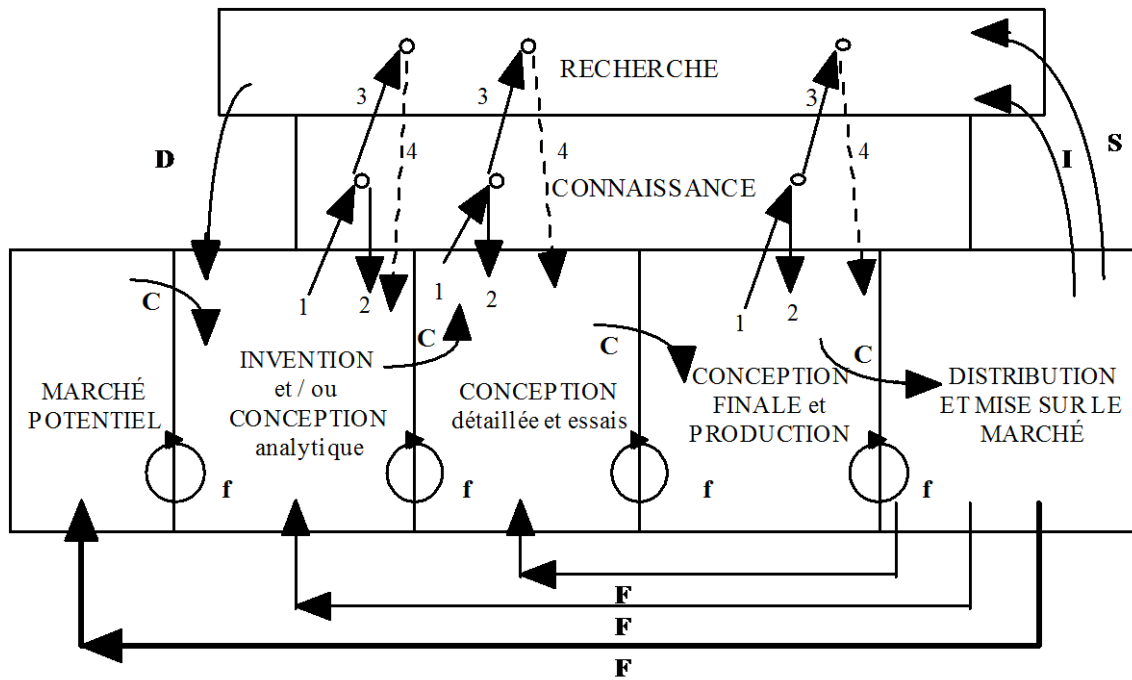


Figure 3 : Le modèle de la chaîne interconnectée (adapté de Kline, Rosenberg, 1986)

A suivre S. Kline et N. Rosenberg, le processus d'innovation ne peut pas être représenté à partir d'un axe unique. Cinq chemins peuvent être identifiés.

[1] Le premier chemin, l'axe central, place le processus de conception au cœur du modèle, donc au cœur du processus d'innovation. Il s'agit là, au regard du modèle d'innovation linéaire, d'un point de rupture fondamental dans la mesure où les auteurs, en faisant du processus de conception l'épine dorsale de leur modèle, rejettent la vision largement répandue de la toute puissance de la Science dans le fait innovatif : « le processus central de l'innovation n'est pas la science mais la conception » (Kline, Rosenberg, 1986:286).

[2] Sur ce premier axe se juxtapose un deuxième chemin qui représente l'ensemble des rétroactions qui peuvent :

- avoir lieu entre deux étapes successives de la chaîne centrale,
- remonter plusieurs étapes en arrière,
- rétroagir sur le processus d'innovation dans sa globalité, par la création d'un nouveau besoin par exemple.

Ces rétroactions constituent le lot commun de tout processus d'innovation. Elles sont signalées, selon leur effets, par les lettres f et F.

Notons que ces deux premiers axes précisent deux choses :

— le processus de conception est nécessaire pour amorcer une innovation technique, autrement dit il n'y a pas d'innovation sans conception,

— la reconception est indispensable pour obtenir, après de nombreuses itérations, une innovation effective.

[3] Nous avons vu dans ce qui précède que l'approche du processus d'innovation initié par la Science n'est pas robuste. C'est à partir d'un tel constat que S. Kline et N. Rosenberg ont choisi de faire figurer dans leur modèle l'intervention scientifique de façon parallèle à la chaîne centrale, afin de souligner le fait qu'elle est présente tout au long du processus. Les auteurs précisent néanmoins deux points :

— Le recours à la science peut prendre deux formes, selon que le processus initié par l'axe central nécessite de venir puiser dans un stock de connaissances disponibles (liaison K), ou sollicite, lorsque ce stock ne permet pas de résoudre le problème posé, la remise à jour ou la création de nouvelles connaissances (liaison R).

— La nature des connaissances scientifiques sollicitées varie selon l'étape de la chaîne centrale à laquelle on se situe. Si, durant la phase d'invention, on fait plutôt appel aux résultats de la recherche fondamentale, il apparaît que pendant le développement, on s'intéresse davantage aux recherches qui concernent la façon dont les composants d'un système interagissent (recherche expérimentale à base d'essais et tests). Enfin, à l'étape de production, ce sont le plus souvent les recherches consacrées au processus de production qui sont sollicitées.

Ces multiples relations avec la science sont exprimées par les liaisons K et R.

[4] La liaison D illustre, quant à elle, les innovations radicales, certes beaucoup plus rares, qui émanent directement du développement de sciences nouvelles. C'est ainsi le cas des semi-conducteurs.

[5] Enfin, le dernier chemin du modèle, représenté par les liaisons I et S, représente les rétroactions qui peuvent émaner de l'innovation en tant que résultat sur la dynamique scientifique : « Sans le microscope nous n'aurions pas eu les travaux de Paster et sans ces derniers il n'y aurait pas eu la médecine moderne » (Kline, Rosenberg, 1986:293).

3. Vers un nécessaire élargissement du modèle de S. Kline et N. Rosenberg

De ce qui précède, il ressort que le modèle de S. Kline et N. Rosenberg souligne que l'amélioration du processus d'innovation ne sera pas uniquement fonction du nombre de

chercheurs employés et du budget alloué à la R&D, mais aussi fonction des interactions entre les différents acteurs du processus, de l'efficacité de la coopération et de la façon dont aura été mené le processus de conception.

Ce dernier point est particulièrement important car le modèle de S. Kline et N. Rosenberg est le premier modèle à avoir souligné le rôle de la conception dans le processus global d'innovation⁹. Le point de vue de S. Kline et N. Rosenberg n'est pas un point de vue isolé. Il a été confirmé par des théoriciens d'envergure tels que H. Simon (1969, 1995) ou C. Argyris (1995) et les conclusions du rapport *Made in America* (Dertouzos, Lester, Solow, 1990).

Plus près de nous des études ont démontré que les entreprises qui accordent une attention particulière à la conception ont cinq fois plus de chance d'innover que les autres (European Commission, 2009) et développent des innovations plus « novatrices » (Irish Center for Design Innovation, 2007 ; Tether, 2009)¹⁰.

Loin de vouloir minimiser la contribution du modèle de S. Kline et N. Rosenberg à la compréhension du processus d'innovation soulignons cependant qu'il demeure dans le modèle de la chaîne interconnectée des zones d'ombre. Qui sont les acteurs impliqués dans les différentes étapes de la chaîne centrale ? Comment interagissent-ils ? Quelles formes de proximité mobilisent-ils (Forest, Serrate, 2011).

Le modèle de S. Kline et N. Rosenberg se présente par ailleurs comme un modèle clôt, contrairement à l'approche en termes de système national d'innovation (SNI)¹¹ qui réintègre l'innovation dans la société (Amable, 2001). En effet, les tenants de l'approche en termes de système national d'innovation soulignent que pour comprendre l'innovation il faut considérer l'environnement dans lequel elle se déploie, et en particulier considérer le rôle des institutions. De la sorte, elle offre une vision plus large des déterminants de la capacité à

⁹ Bien que le premier programme de recherche relatif à la science de la conception fut lancé dans les années soixante par des théoriciens d'envergure comme H. Simon, les programmes de recherche prenant comme objet de recherche le processus de conception demeurent minoritaires, voire inexistantes en économie. Il est indispensable que les économistes développent des connaissances sur la conception car cela permet d'éclairer d'un jour nouveau les politiques territoriales de l'innovation à l'instar de la politique des pôles de compétitivité (Forest, 2009, 2010).

¹⁰ La reconnaissance du rôle joué par la conception dans le phénomène innovatif s'est traduite, en Europe, par l'élaboration et la mise en œuvre de politiques publiques visant la recherche de l'excellence en conception à l'instar des politiques design de la Finlande, de l'Irlande, de l'Espagne, du Danemark et du Royaume Uni (Forest, 2011).

¹¹ L'approche en terme de système national d'innovation postule que la mise en relation des acteurs de l'innovation permet de stimuler la diffusion des connaissances (Freeman, 1987 ; Lundvall, 1992), entendons par là l'accessibilité et l'appropriation à des connaissances réparties, nécessaire à l'innovation. Cette approche étant discutée dans la partie dédiée aux SNI nous ne la développerons pas davantage dans le présent chapitre. Notons cependant que si la diffusion des connaissances apparaît une condition nécessaire de l'innovation, elle est non suffisante (Forest, 2009 ; Forest, Serrate, 2011).

innover et invite à considérer les facteurs de contingence, ce qui conduit à s'émanciper de l'idée simpliste selon laquelle il suffirait de transférer un élément clé de la performance d'un système dans un autre système pour obtenir les mêmes résultats (Lundvall, 2005). On retrouve ici l'idée selon laquelle c'est précisément la prise en compte des facteurs de contingence des systèmes qui explique la variété des instruments financiers, fiscaux, réglementaires et institutionnels mis en œuvre dans le cadre des politiques nationales d'innovation (cf. chapitre de B. Madeuf et G. Lefebvre).

Sans doute parce qu'elle est largement fondée sur des études de cas, l'approche en termes de SNI offre cependant l'image d'une « galaxie d'approches différenciées » (Soete et al., 2009) ce qui conduit certains à s'interroger sur sa portée opératoire.

La modélisation systémique de l'innovation offre néanmoins une perspective prometteuse à même de balayer ce type de craintes. En effet, l'application des principes de la modélisation systémique à l'innovation conduit à penser le système d'innovation comme une entité dont il convient d'identifier les frontières et la structure (Micaelli et al. 2013). Par là même, elle permet d'étendre notre compréhension de la façon dont émerge l'innovation et notre façon de décrire ce phénomène. Elle offre enfin un support à partir duquel nous pouvons imaginer différents scénarios, ce qui intéresse plus particulièrement le décideur.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu que l'analyse économique de l'innovation a donné lieu à une succession de modèles. Au modèle de l'innovation comme résultat, succèdent les modèles en termes de processus. Apparaît ainsi le modèle linéaire et hiérarchique qui ouvre sur une représentation mécanique de l'innovation impulsée par la R&D, puis le modèle de la chaîne interconnectée de S. Kline et N. Rosenberg qui fait de la conception l'épine dorsale du processus d'innovation. Aujourd'hui la modélisation systémique de l'innovation propose de rassembler des points de vue parfois présentés comme distincts bien que nécessaires à l'élaboration d'un modèle de compréhension du processus d'innovation.

Si ce bref aperçu historique permet de rendre compte de l'évolution de la pensée économique il nous invite aussi à revenir sur l'activité de modélisation.

La modélisation est une activité intentionnelle qui produit une représentation simplifiée d'une réalité complexe destinée à mieux la comprendre tant du point de vue du chercheur, qui souhaite une certaine stylisation et généralité, que du décideur qui souhaite agir sur la capacité à innover d'une région ou de son pays.

Ainsi conçus, les modèles d'innovation sont à la fois porteurs de connaissances et support d'activités pratiques. C'est en effet sur la base de ces modèles d'innovation que l'on est passé d'une politique de la recherche à une politique de l'innovation dont la politique des pôles de compétitivité est emblématique (Forest, 2009, 2010).

C'est également sur la base desdits modèles qu'on en est venu à penser la politique de la science à travers le prisme de l'incitation à innover et, ce faisant, la question du brevet comme dispositif privilégié de valorisation économique des résultats de la recherche scientifique.

Bibliographie

Amable B., « Les systèmes d'innovation », Encyclopédie de l'innovation, 2001.

Argyris C., *Savoir pour agir. Surmonter les obstacles à l'apprentissage organisationnel*, Paris, InterEditions, 1995.

Bonnaure P., Barré R., « Politique scientifique et technologique », *Futuribles*, n° 204, 1995, p. 51-63.

Boschma, R.A., *Constructing Regional Advantage: Related Variety and Regional Innovation Policy. Report for the Dutch Scientific Council Government Policy*, 2008.

Dertouzos M., Lester R., Solow R., *Made in America*, traduit de l'américain par P. Chemia, InterEditions, Paris, 1990.

European Commission., *Design as a driver of user-centered innovation*, SEC(2009)501, 2009.

Faucheux M., Forest J., « Reflections on technology: A science of creative rationality? », in M. Faucheux, J. Forest (dir), *New Elements of Technology*, UTBM Editions, 2012], p. 49-62.

Forest J., Serrate B., « Diffusion et production des connaissances : les deux faces d'une action territoriale réussie », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°2, 2011, p. 295-312.

Forest J., « La production de connaissances à l'ère des pôles de compétitivité », *Innovations, Cahiers d'Economie de l'Innovation*, vol 2, n°32, 2010, p. 129-146.

Forest J., « Penser la production de connaissances pour repenser la politique des clusters », *Revue d'économie Industrielle*, numéro spécial La problématique des clusters : éclairages analytiques et empiriques, J. Forest, A. Hamdouch (dir.), n° 128, 4^{ème} trimestre 2009, p. 101-120.

Freeman C., *Technology and economics performance: Lessons from Japan*, London, Pinter 1987.

Gaffard J.L., « Innovations et changements structurels : revue critique de l'analyse économique moderne de l'innovation et des changements structurels », *Revue d'Économie Politique*, n°3, 1990, p. 325-382.

Gruber, W. H., and D. G. Marquis (eds.), *Factors in the Transfer of Technology*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1969.

- Godin B., Lane J.P., « Pushes and Pulls: The Hi(story) of the Demand Pull Model of Innovation », *Working Paper No. 13, Project on the Intellectual History of Innovation*, Montréal : INRS. (2013), 39 p. Forthcoming in *Science, Technology and Human Values*.
- Héraud J.A., « Brevets et contexte institutionnel de la création technologique », pp. 91-117, in *Changements institutionnel et changement technologique*, M. Baslé et al. (dir.), CNRS Éditions, 1995.
- Irish Center for Design innovation, *The design difference. A survey and design and innovation amongst Ireland's SME's*, 2007.
- Kline S., Rosenberg N., « An overview of innovation », in Landau R., Rosenberg N. (eds.), *The Positive Sum strategy*, 1986, p. 275-305.
- Le Bas C., *Économie du changement technique*, L'Interdisciplinaire, Lyon, 1991, 244 p.
- Lundvall B-A., « National Innovation Systems - Analytical Concept and Development Tool », *DRUID-conference*, Second version of paper, Copenhagen June 27-29, 2005.
- Lundvall B-A., *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter, 1992.
- Mackenzie S., Courvisanos J., « Analysing Discontinuous Innovation: Some Implications of Schumpeter's The Theory of Economic Development », *25th Conference of the History of Economic Thought Society of Australia*, 1-9 Victoria Street, Melbourne, 2012.
- Maunoury J.L., *La genèse des innovations : la création technique dans l'activité de la firme*, Paris, Presses Universitaires de France, 1968.
- Micaelli J.P, Forest J., Coatanea E., Galina M., « How to improve Kline and Rosenberg's chain-linked model of innovation? », *Journal of Innovation Economics*, Special Issue: On the relationship between science and innovation, 2013, à paraître.
- Morand P., Manceau D., *Pour une nouvelle vision de l'innovation*, Paris, La documentation française, 2009.
- OCDE, *Manuel Oslo : Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique*, OCDE, 3^{ème} édition, 2005, 164 p.
- OST, *The dynamics of S&T activities in the EU regions*, TSER project 1093, 1998.
- Penrose E., *The Theory of the Growth of the firm*, Oxford, 1959.
- Perrin J., *Concevoir l'innovation industrielle : Méthodologie de conception de l'innovation*, CNRS Éditions, 2001.
- Salomon J.J., Schméder G., *Les enjeux du changement technologique*, Paris, Économica, 1986.
- Schumpeter, J. A., *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York, McGraw-Hill, 1939.
- Schumpeter, J A., *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle* (2nd ed.), Cambridge, Harvard University Press, 1912.

- Simon, H. A., « Problem Forming, Problem Finding and Problem Solving in Design », in A. Collen, W. W. Gasparski (eds), *Design and system: Praxiology. The International Annual of practical philosophy & methodology*, 3, New Brunswick, Transaction Publishers, 1995, p. 245-257.
- Simon, H. A., *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, MIT Press, 1969.
- INNO METRICS, *Innovation Union Scoreboard 2011 : The Innovation Union's performance scoreboard for Research and Innovation*, 7 February 2012.
- Tether, B., *Design in Innovation Coming out from the Shadow of R&D An Analysis of the UK Innovation Survey of 2005*, Department for Innovation, Universities and Skills Research Report 09-12, London, 2009.
- Verley P., *La révolution industrielle*, Collection Folio/Histoire, Paris, Gallimard, 1997, 544 p.
- Von Hippel, E., *Democratizing Innovation*, MIT Press, 2005.