

DIFFUSION DE L'INNOVATION ET GRH : POUR UN MODÈLE INTERACTIF D'ACCOMPAGNEMENT DE L'INNOVATION

*LEYMARIE STÉPHANE**

Résumé. Cet article porte sur la diffusion de l'innovation technologique, entendue au sens d'innovation du procédé de fabrication et des conditions de son appropriation par les acteurs-utilisateurs. Dans ce cadre, nous nous intéressons particulièrement au passage d'un modèle traditionnel et linéaire à un modèle interactif d'accompagnement de l'innovation. La première partie tend à souligner les limites du modèle linéaire de diffusion de l'innovation technologique en opérant, notamment, une recension des principaux dysfonctionnements occasionnés par le manque de prise en compte des utilisateurs. Dans une seconde partie, nous proposerons d'ouvrir le modèle interactif de l'innovation, qui se veut être intégrateur pour aider les acteurs à mieux coopérer et préparer l'assimilation de nouvelles technologies, à la nécessité de mettre en œuvre des investissements immatériels d'accompagnement de l'innovation.

INTRODUCTION

Tout comme pour la valeur (Bayad, Schmitt, Leymarie 2002), parler d'innovation(s) renvoie à la transversalité et à la polysémie de cette notion. Transversalité d'une part, car les théories de l'innovation émanent des différentes disciplines des sciences sociales, notamment de la sociologie qui nous offre certainement un des cadres de références des plus prolifiques, mais également de l'économie, de l'histoire, de la gestion ou encore de l'anthropologie. Polysémie d'autre part, car l'innovation, outre le fait qu'elle soit souvent assimilée, voire confondue avec d'autres notions, comme

* Maître de conférences, CEREMO, 3 Place Edouard Branly, 57070 METZ

Tél.: 03 87 56 37 86 — e.mail: leymarie@esm.univ-metz.fr

celle du changement¹ par exemple (Alter, 2000), peut être envisagée sous de multiples aspects et avec une pluralité de regards. Au-delà des différents sens attribués à cette notion d'innovation, il est convenu de retenir la distinction faite traditionnellement par les économistes de l'innovation entre innovation de consommation, qui concerne le produit et agit sur la demande, et innovation de procédé, qui porte sur le procédé de fabrication et agit sur l'offre (Real, 1990). Il apparaît par ailleurs, au regard de la littérature, que les différentes disciplines qui se sont intéressées à l'innovation ont longtemps considéré, de manière assez unanime, que la technique se développait indépendamment de la société. De récents travaux pluridisciplinaires soutiennent, au contraire, une nouvelle approche unifiée de l'action socio-technique des différents acteurs de l'innovation, notamment des concepteurs et des usagers (Flichy, 2003). Ce changement d'approche nous permet de reconsidérer la question essentielle de la diffusion de l'innovation afin de mieux comprendre les mécanismes par lesquels elle s'installe de manière durable et rentable.

Parler d'innovation nécessite donc d'explicitier clairement son propos. Ainsi, notre contribution se situe principalement dans le champ des sciences de gestion et se limite volontairement à la diffusion de l'innovation technologique, entendue au sens d'innovation du procédé de fabrication et des conditions de son appropriation par les acteurs-utilisateurs. Dans ce cadre, nous nous intéressons particulièrement au passage, au niveau de l'entreprise, d'un *modèle traditionnel et linéaire* à un modèle interactif de l'innovation. Le premier suppose qu'il y ait une succession linéaire d'événements sans retour ni rétroaction : *avancée scientifique (nouveaux produits) – nouvelles technologies – organisation du travail – faibles qualification requises*. Dans cette analyse, renforcer l'innovation passe ainsi nécessairement par une augmentation de l'effort de recherche et de développement, qui se décline ensuite en cascade sur les services études, méthodes et fabrication avec son lot de dysfonctionnements à chaque étape. Le second mobilise, quant à lui, l'environnement des firmes. Dans le modèle dit interactif, l'innovation n'est pas une succession de phases isolées mais un aller-retour permanent entre des possibilités, des moyens et des stratégies. L'innovation est donc conçue comme une interaction entre, d'une part, les possibilités offertes par le marché et, d'autre part, la base des connaissances technologiques et les moyens dont dispose l'entreprise.

Ce changement de paradigme de l'innovation a de multiples implications sur l'organisation et la gestion des ressources humaines. Dans l'innovation linéaire, encore la plus courante dans le secteur industriel car propre au modèle taylorien-fordien (Bardelli, 2002), de nombreux dysfonctionnements jalonnent les différentes étapes de l'innovation, en particulier lors de l'implantation d'une nouvelle technologie dans l'en-

1. Alter souligne que l'innovation représente une trajectoire incertaine, dans laquelle cohabitent la force des croyances et la recherche de sens, incitant simultanément à la mobilisation et au désengagement. De fait, l'innovation a peu de choses à voir avec la question du changement, qui représente, selon lui, le passage d'un état stable à un autre.

treprise. Le plus souvent, ces dysfonctionnements sont liés au manque de coopérations entre les acteurs (Bernoux, 1996) ainsi qu'au manque d'accompagnement de l'investissement industriel par des dispositifs immatériels facilitant l'acceptation du nouvel outil par les utilisateurs (Leymarie, 1999). Chaque acteur ou catégorie d'acteurs, chaque service, porte un regard différent sur un seul et même objet. Chacun d'entre eux possède une grille d'évaluation de l'outil qui diffère selon ses propres représentations. Il convient donc de traduire des enjeux particuliers au travers d'une question commune (Callon et Latour, 1991) et d'accompagner la nouvelle technologie par des investissements de formes.

Cet article a donc pour objet de montrer combien il est nécessaire d'accompagner l'innovation technologique par des dispositifs facilitant sa diffusion dans l'entreprise et son appropriation par les acteurs-utilisateurs. Dans cette perspective, nous nous emploierons dans une première partie à souligner les limites du modèle linéaire de diffusion de l'innovation technologique en opérant, notamment, une recension des principaux dysfonctionnements occasionnés par le manque de prise en compte des utilisateurs. Dans une seconde partie, nous proposerons d'ouvrir le modèle interactif de l'innovation, qui se veut être intégrateur pour aider les acteurs à mieux coopérer et préparer l'assimilation de nouvelles technologies, à la nécessité de mettre en œuvre des investissements immatériels d'accompagnement de l'innovation.

I. – LA DIFFUSION DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

De l'invention à l'innovation

Comme le souligne Norbert Alter (2000), « *le langage courant, mais parfois aussi celui des sciences sociales, utilisent indistinctement le terme d'invention ou celui d'innovation pour se référer à une situation ou un objet nouveau, caractérisés par la rupture qu'ils représentent par rapport à l'état antérieur* ». Si cette remarque s'applique toujours au langage courant, elle ne concerne qu'assez peu le langage des théoriciens de l'innovation en sciences sociales, dont certains se sont précisément consacrés à distinguer invention et innovation. Bon nombre de travaux d'économistes, au premier rang desquels figurent ceux de Joseph Schumpeter, se situent au cœur de cette différenciation entre invention qui relèverait de la technique, et innovation qui tiendrait davantage du social (Flichy, 2003). Blaug (1963), par exemple, entend s'intéresser à l'innovation en précisant que les inventions et la manière dont elles s'exposent au choix de l'entrepreneur représentent autant de questions qui relèvent d'un « *traitement séparé* ». Selon Schumpeter², l'invention

2. Voir notamment: Schumpeter J.A., *Théorie de l'évolution économique*, trad. Française, Paris, Dalloz, 1912/1935; *Business Cycles*, Mac Graw Hill, 1939; *Capitalisme, socialisme et démocratie*, trad. Française, Paris, Payot, 1942/1972.

représente la conception de nouveautés d'ordre différents: biens, méthodes de production, débouchés, matières premières, structures de la firme ou technologies. L'innovation représente la mise sur le marché et/ou l'intégration dans un milieu social de ces inventions. L'auteur présente l'innovation comme la réalisation de combinaisons nouvelles entre les différentes ressources de l'entreprise qui reposent sur les «entrepreneurs» (Alter, 1995). L'innovation représente, dans cette perspective, l'articulation entre deux univers. Celui de la découverte, qui se caractérise par une certaine indépendance vis-à-vis des contraintes externes, et celui de la logique de marché et/ou d'usage social, qui représente le moyen de tirer profit des inventions. L'invention n'est donc pas assimilable à l'innovation. La première n'est jamais mécaniquement suivie de la seconde. Les historiens (White, 1962; Bloch, 1935) nous renseignent avec précision sur la difficulté représentée par le passage de l'invention à l'innovation en insistant sur le rapport étroit qui existe entre les caractéristiques sociologiques du terrain d'accueil d'une découverte et la plus ou moins grande diffusion qui en résulte. Ils insistent sur le fait qu'il n'existe pas de relation déterminée entre une découverte et son usage (Alter, 2002).

Les théories économiques de la diffusion

La question de la diffusion de l'innovation et du passage de l'invention à l'innovation, n'est donc pas nouvelle dans les sciences sociales, notamment en ce qui concerne l'innovation de procédé. Les économistes élaborent dans les années 60 (Mansfield, 1961; Griliches, 1957) un modèle de propagation qui part de l'idée d'imitation (Tarde, 1890) et s'inspire du modèle épidémiologique de propagation par le contact. Selon ce modèle, la progression d'une innovation en fonction du temps se fait selon une courbe en forme de S, dite sigmoïde. Dans le cadre de ce modèle, l'objectif recherché est en fait de construire des indicateurs de vitesse de diffusion. Il dissocie l'objet technique de sa diffusion et le fige dans ses potentialités d'évolution alors que l'amélioration technique ne s'arrête généralement pas. D'une part, la répétition de la production du nouvel objet technique génère un processus d'apprentissage par la pratique productive (*learning by doing*) (Arrow, 1962) et entraîne des gains de productivité. D'autre part, l'usage permet également l'amélioration de l'objet technique en y intégrant des pratiques d'utilisateurs (*learning by using*) (Rosenberg, 1982) pour améliorer ses performances et son ergonomie³. Les économistes sont donc passés d'un modèle standard de la diffusion centré sur la coupure entre invention et innovation à un modèle plus dynamique et interactif refusant la coupure entre invention et innovation. Le tableau ci-après, emprunté à Foray et Le Bas (1986), résume les principales évolutions des théories économiques sur la diffusion de l'innovation.

3. Sur l'ergonomie, voir Laville A., *L'ergonomie*, Paris, PUF, « Que sais-je? », 1990.

| | Modèle standard de la diffusion | Options théoriques nouvelles |
|---|--|---|
| Objet de la diffusion innovation | Entité figée, inchangée, durant tout le processus, domaine d'application stable | Continuité de l'activité inventive Conception dynamique de l'objet et de l'espace |
| Espace de la diffusion | Caractérisation réduite au degré de concurrence et à la taille des firmes | Cohérence et complémentarités Préexistence de structures industrielles et technologiques spécifiques |
| Représentation de la diffusion | Saturation d'un milieu par extension de l'innovation de firme à firme, sur la base d'un ressort unique : l'imitation | Double mouvement de saturation du milieu et d'élargissement du domaine initial d'application |
| Objectif du modèle | Vitesse de la diffusion | Explication de la double dynamique de l'objet et de l'espace de diffusion, analyse des procédures d'évaluation, impacts de l'innovation |
| Statut de la recherche technique dans la théorie économique de la diffusion | Caractère exogène, variable explicative de la vitesse de diffusion, dichotomie recherche technique/diffusion | Caractère endogène, relations enchevêtrées, intégration recherche technique-diffusion |

Sources: D. Foray et C. Le Bas, 1986.

Les sociologues et la diffusion de l'innovation

Au sujet de la diffusion de l'innovation, l'apport des sociologues a été fondamental. C'est sans doute Everett Rogers (1983) qui, parmi les premiers, va soutenir l'idée selon laquelle le réseau d'influence constitue le cœur de la théorie sociologique de la diffusion de l'innovation. Selon lui, cinq caractéristiques déterminent l'adoption éventuelle d'une nouvelle technique :

- l'avantage relatif qui peut être mesuré en termes économiques, mais également en termes de prestige social ou de satisfaction ;
- la compatibilité avec les valeurs du groupe d'appartenance ;
- la complexité de l'innovation ;
- la possibilité de la tester (les premiers utilisateurs du maïs hybride l'ont expérimenté sur quelques parcelles) ;
- la visibilité de l'innovation.

Le processus de décision suit, par ailleurs, cinq étapes (la connaissance, la persuasion, la décision, la mise œuvre et la confirmation) et les utilisateurs sont également segmentés en cinq groupes (les innovateurs, les premiers utilisateurs, la première majorité, la seconde majorité, et les retardataires). Dans cette vision «diffusionniste» l'évolution du taux d'adoption d'une innovation décrit, comme chez les économistes, une courbe en S. Après ce bref rappel emprunté à Flichy (2003), constatons avec lui que peu de choses opposent, à ce stade, économistes et sociologues: « *Tous deux privilégient l'étude des courbes de diffusion. Tous deux ont une conception unidirectionnelle de la diffusion. Les adoptants sont passifs face à l'offre technologique. Ils acceptent ou non l'innovation. L'objet technique est considéré comme une boîte noire qui ne peut être modifiée. Du point de vue*

de l'économiste, le producteur transforme son système de production pour l'adapter aux nouvelles machines. Du point de vue du sociologue, le milieu d'accueil se transforme pour adopter l'innovation. Toutefois, si le décalage est trop grand entre les valeurs culturelles du groupe d'accueil et la nouvelle technique, celle-ci est refusée en bloc».

Les séquences du processus de diffusion

Certains travaux ont porté sur l'identification des différentes séquences qui jalonnent le processus de diffusion de l'innovation trois étapes pour Schumpeter (1912), trois également pour Becker (1982) et Alter (1985), quatre pour Mendras et Forcé (1983) ou encore cinq pour Callon (1986). Il est sans grand intérêt de savoir s'il est préférable de retenir, trois, quatre ou cinq séquences. Il est bien plus intéressant, comme le note Alter (Alter, 2000), de souligner que ces séquences sont sociales: incitation – appropriation - institutionnalisation pour Alter, problématisation – intéressement – enrôlement – porte-parole – controverse, pour Callon, par exemple. Il est également bien plus intéressant de noter que ces travaux soulignent la place centrale qu'occupent, certes les concepteurs en amont, mais surtout celle des utilisateurs en aval. L'apport principal de ces divers courants de recherches est de montrer que la séparation entre le social et le technique est souvent la cause de l'échec de l'innovation (Groupe CSI, Callon et Latour) par non appropriation de l'objet technique par les acteurs-utilisateurs.

II. – D'UN MODÈLE LINÉAIRE ET DYSFONCTIONNEL DE DIFFUSION...

Présentation

Le modèle linéaire de diffusion de l'innovation technologique suppose qu'il y ait une succession linéaire d'événements sans retour ni rétroaction : *avancée scientifique (nouveaux produits) – nouvelles technologies – organisation du travail – faibles qualifications requises*. Dans cette analyse, renforcer l'innovation passe ainsi nécessairement par une augmentation de l'effort de recherche et de développement, qui se décline ensuite en cascade sur les services études, méthodes et enfin fabrication.

Dans l'innovation linéaire, encore la plus courante dans le secteur industriel car propre au modèle taylorien-fordien (Bardelli, 2002), de nombreux dysfonctionnements jalonnent les différentes étapes de l'innovation, en particulier lors de l'implantation d'une nouvelle technologie dans l'entreprise. Le plus souvent, ces dysfonctionnements sont liés au manque de coopérations entre les acteurs (Bernoux, 1996) ainsi qu'au manque d'accompagnement de l'investissement industriel par des dispositifs immatériels facilitant l'acceptation du nouvel outil par les utilisateurs (Leymarie, 1999).

Au-delà de la seule question de l'appropriation de l'innovation technologique par les utilisateurs, et donc, comme nous venons de le voir, du passage de l'objet technique du

stade d'invention à celui d'innovation, se pose au gestionnaire la question de la rentabilité économique du projet d'innovation. La réussite de l'innovation au sens de la réussite de sa diffusion dans l'organisation ne suffit pas. Faut-il encore que cette diffusion s'opère dans des délais raisonnables afin que l'organisation fonctionne efficacement. Il nous paraît donc capital de bien comprendre, non seulement les raisons des échecs, mais également d'identifier les principales causes de dysfonctionnements qui peuvent entacher le processus de diffusion de l'innovation technologique. Malgré le soin et le professionnalisme apportés dans la préparation des innovations technologiques et, par ailleurs, des budgets d'investissements qui s'y rapportent, d'importantes dérives sont souvent observées sur le terrain :

- Le budget de départ est largement dépassé, en raison d'aléas ou de difficultés de mise au point.
- La mise en œuvre de l'innovation est plus longue que prévu, avec de grosses difficultés au démarrage.
- Une fois mise en œuvre, l'innovation technologique ne donne pas satisfaction et/ou n'apporte pas les résultats et revenus espérés.

La conjonction de ces trois phénomènes peut entraîner une forte baisse de la rentabilité par rapport aux prévisions et transformer de très beaux projets technologiques en véritables désastres financiers.

Méthodologie

Nous allons examiner six principales causes de ces phénomènes de perte de rentabilité, à partir de deux cas d'entreprises industrielles que nous avons pu observer dans leurs pratiques. La méthode utilisée peut être qualifiée « d'observation participante » aux étapes clés du processus de préparation et de diffusion d'innovations technologiques. Le cas « A » est celui d'une entreprise agro-alimentaire de 2 000 personnes comportant deux usines principales, dont l'une connaît d'importants investissements d'automatisation (Bonnet et Leymarie, 1995a). Le cas « B » est une entreprise de métallurgie de 400 personnes qui modernise certains de ses équipements et qui met au point de nouveaux procédés de conception (Bonnet et Leymarie, 1995b). Les principales phases de cette intervention comprenaient :

- Des séances d'assistances personnalisées auprès de certains responsables sur les modalités de développement et d'adaptation d'outils au contexte des dossiers d'investissements de l'entreprise.
- La participation à des groupes de projet avec pour objectif d'observer le fonctionnement du groupe et les méthodes.
- Le suivi et la formalisation des procédures de deux cas d'investissements, en liaison avec les chefs de projet concernés, afin de définir les critères à prendre en compte dans les différentes étapes de sélection.

Par ailleurs, un travail d'évaluation a été mené avec le directeur industriel trois années après la mise en œuvre de ces innovations.

Sur la base de nos observations, nous avons pu recenser six principales causes de perte de rentabilité dans la mise en œuvre d'une douzaine de projets d'innovations technologiques :

Principaux dysfonctionnements recensés

Réactions de rejet des nouvelles technologies par le personnel

Ces réactions de rejet entraînent des coûts particulièrement élevés car l'ensemble de l'équipement est parfois abandonné ou revendu dans de mauvaises conditions. Dans le cas A, la mise en place d'une nouvelle ligne de production s'est traduite par un fonctionnement en manuel pendant un an et demi des machines d'emballage automatique. Les fabricants jugeaient que l'équipement n'était pas au point, et en outre, que cette ligne « n'était pas leur bébé », mais plutôt celui du service ingénierie. Cela s'est traduit par des surcoûts évalués à 1,6 millions d'euros, représentant un dépassement de 28 % du budget de l'investissement prévu au départ pour un montant de 4,2 millions d'euros. Finalement, l'entreprise a été obligée de relancer une dynamique permettant d'impliquer davantage les fabricants. Il aura fallu deux années supplémentaires pour que la ligne fonctionne presque normalement.

Ces réactions de rejet revêtent dans ce cas des formes peu visibles. Nous avons, par exemple, noté dans cette entreprise agro-alimentaire que les fabricants observaient parfois passivement les déboires des nouvelles technologies, en s'abstenant de formuler des suggestions pour y remédier. Leur comportement semblait signifier implicitement une logique que l'on pourrait formuler ainsi : « laissons l'ingénierie échouer dans ce projet pour montrer que ça ne peut pas marcher si nous ne sommes pas associés ». A ce phénomène d'ordre sociologique, on peut ajouter des raisons plus techniques. En effet, les utilisateurs disposaient d'informations, souvent peu formalisées, sur les conditions de bon fonctionnement de l'investissement. Omettre de prendre en compte ces informations constituait ainsi une erreur par excès de rapidité dans la modélisation des procédés des technologies à mettre en œuvre.

Difficultés d'apprentissage et d'assimilation des technologies par le personnel

Dans le cas de l'entreprise de métallurgie (Cas B), la direction était confrontée à une régression de ses marchés traditionnels dans un domaine de production. Cela l'avait conduit à une démarche stratégique de lancement de nouveaux produits plus élaborés et technologiquement plus complexes correspondant à des marchés très porteurs. Cette innovation portant sur des produits s'est traduite par deux exigences nouvelles pour le personnel :

- Savoir mettre en œuvre les équipements actuels avec davantage de précision (respect de paramètres très stricts de températures, de dosages, etc.).
- Maîtriser quelques nouveaux équipements nécessitant un recours à la connaissance de la programmation informatique.

Les lacunes de compétences de l'entreprise sur ces deux aspects ont entraîné un demi-échec de ce lancement. En effet, le manque de maîtrise des technologies a induit des taux de retouches supérieurs à 45 %, ainsi que des retards de plus de trois mois sur la livraison des premières séries. Les coûts de dysfonctionnements liés à ces phénomènes ont été évalués à 3,5 millions de francs par an, auxquels il fallait ajouter un préjudice commercial important (perte de crédibilité sur le marché, exploitation par les concurrents des retards de l'entreprise, etc.). L'observation a révélé dans ce cas deux principales difficultés d'assimilation des nouvelles technologies :

– Un manque de cartographie des compétences de l'entreprise, qui aurait pu lui permettre de mieux cibler sa stratégie d'innovation-produit en adéquation avec les compétences existantes. Une plus grande lucidité sur ce point aurait sans doute conduit à une décision de sous-traitance des opérations correspondant aux compétences les plus difficiles à acquérir, et à la mise en œuvre d'actions de formation adaptées.

– Un manque de compétences de l'entreprise pour l'industrialisation des produits : ce qui apparaissait réalisable dans les laboratoires du centre de recherche rencontrait des difficultés d'application au stade de la production. Ce dysfonctionnement révélait plus particulièrement un manque de savoir-faire de l'entreprise dans le domaine de la concertation des différents services à l'occasion d'un projet nouveau. Dans ce cas d'investissement évalué à 400 000 euros, personne ne s'était vraiment posé la question de savoir s'il suffirait ou non de rajouter 75 000 euros pour acquérir les savoir-faire nécessaires et éviter des coûts de dysfonctionnements beaucoup plus élevés.

Inadaptation de l'investissement aux besoins

Normalement, la procédure de sélection et de préparation d'innovations est conçue pour éviter les risques d'inadaptation des projets industriels, ainsi que les erreurs relatives à la capacité de ces investissements. Toutefois, nous avons observé que ces procédures présentent des lacunes. Trois principaux dysfonctionnements ont ainsi été relevés :

– Manque d'évaluation a posteriori de la rentabilité des investissements.

Cette lacune a été presque systématiquement observée même lorsque les entreprises disposent d'un contrôle budgétaire rigoureux. Ce phénomène pouvait s'expliquer en partie par la crainte de devoir avouer que l'on s'était trompé dans les prévisions. Dans plusieurs cas, l'entreprise préférait adopter un « comportement d'autruche » plutôt que de se poser chaque année la question de la conservation ou non de certaines immobilisations. Cela était d'autant plus préjudiciable que les équipements devenaient rapidement obsolètes. L'entreprise supportait alors des immobilisations amorties très partiellement, mais invendables pour avoir attendu une année de trop le désinvestissement. Les coûts de dysfonctionnements ont été particulièrement élevés dans ces cas parce qu'ils génèrent des phénomènes de plusieurs ordres :

- dépréciation accélérée des équipements ;
- charges d'entretien ;
- coûts liés à l'encombrement des locaux ;
- coût d'opportunité lié au fait que l'on aurait pu investir dans des équipements plus utiles si l'on avait su désinvestir préalablement.
- Manque d'adaptabilité des équipements.

Les observations des entreprises étudiées ont révélé de nombreux cas d'erreurs de prévision des dossiers d'investissements. Ces erreurs étaient parfois liées à un manque d'investissement immatériel dans un système d'information sur l'environnement, ce qui conduisait à surinvestir en raison de prévisions d'activité ou de rentabilité trop optimistes, ou à sous-estimer les évolutions technologiques. Les effets du manque de fiabilité des prévisions ont été amplifiés lorsque les équipements n'étaient pas assez adaptables, notamment dans les cas suivants :

- Les équipements étaient parfois trop spécialisés et insuffisamment polyvalents, ce qui les rendait périmés dès que se produisait une petite évolution des produits ou des procédés.

- Les équipements et les investissements étaient parfois insuffisamment modulaires, ce qui présentait des difficultés de compatibilité ou d'extension lorsqu'il s'agissait de les compléter pour accroître les capacités de production. Dans de nombreux cas, cette difficulté provenait d'un manque de réflexion au stade de l'avant-projet sur la définition par l'entreprise de normes de compatibilité des équipements, et de normes de modularité. Cette définition des normes aurait représenté un micro-investissement immatériel susceptible de prolonger la rentabilité d'un investissement matériel pendant plusieurs années.

- Choix d'une technologie immature

Un autre cas d'inadaptation aux besoins a été observé dans le cas A, lorsque l'entreprise a choisi une technologie trop récente ou pas encore stabilisée, en croyant que cela lui apporterait une avance sur ses concurrents. Cela a constitué un handicap car le coût d'investissement est non seulement plus élevé, mais qu'il a été en outre nécessaire de réinvestir dans l'année qui suivait pour se mettre à jour et obtenir une fiabilité convenable. Cela était particulièrement le cas pour des installations automatisées de pétrissage où l'entreprise a dû réinvestir plus de 1,22 millions d'euros d'investissements complémentaires au bout de 2 ans, alors que l'investissement initial était de 850 000 euros. Cet exemple illustre en particulier l'importance des tests des équipements au cours du processus de préparation du projet. En l'espèce, il aurait sans doute suffi de demander au fournisseur de la technologie de donner plus de références et d'aller visiter les entreprises déjà équipées. Cela aurait permis de se rendre compte de la nécessité d'attendre une année que la technologie mûrisse tout en améliorant la maintenance des équipements actuels pour prolonger un peu leur durée de vie.

Perfectionnisme technologique et difficultés de mise au point des technologies

Si certains secteurs des entreprises étudiées souffraient d'un retard technologique, d'autres secteurs subissaient des surcoûts en raison de la mise en œuvre de technologies trop avancées. Cela entraînait notamment des difficultés de mise en œuvre des technologies se traduisant par des surcoûts de mise au point, soit sous la forme d'un surcroît d'assistance extérieure, soit en raison de surtemps du personnel de l'entreprise. A la racine de ce type de dysfonctionnements, les observations réalisées ont mis à jour un double défaut :

– Le cloisonnement entre le service l'ingénierie et la production, associé à un manque d'écoute des ingénieurs afin de satisfaire raisonnablement les besoins de perfectionnements technologiques juste nécessaires (Berry, 1987).

– Le souci de prestige lié à la mise en place de technologies sophistiquées. Bien sûr cette volonté pouvait être légitime de la part d'ingénieurs ou de techniciens dont la formation technique était très poussée. Elle aurait toutefois dû être tempérée par la mise en évidence des surcoûts de mise au point et à la prise en compte des besoins des clients finaux. Ce type d'analyse de coût aurait permis de doser le niveau raisonnable de perfectionnisme technique, apportant ainsi aux décideurs un outil de gestion de l'innovation technologique.

Amplification de certains dysfonctionnements

Les nouvelles technologies de production représentent le plus souvent un coût d'investissement élevé dans l'entreprise A, on observait une part croissante de dotations aux amortissements dans la composition des coûts de revient. Cela entraînait en particulier qu'une heure d'arrêt de production sur un équipement très automatisé était généralement beaucoup plus coûteuse que sur une installation plus classique. Ainsi, le coût d'arrêt d'une ligne était évalué à 825 euros par heure, alors que seulement quelques personnes suffisaient pour piloter cette installation.

Nous avons observé un phénomène similaire dans une entreprise de chimie, où les défauts de réglage du *process* entraînaient 230 000 euros de surconsommations d'énergie, soit quatre fois plus que dans des unités plus anciennes.

Ce phénomène d'amplification des coûts est lié à la sous estimation du risque d'importation de dysfonctionnements présents en germe dans le système de production antérieur. Cette importation de dysfonctionnements était d'autant plus pernicieuse qu'il existait un mythe de renouveau complet lorsque l'entreprise a créé cette nouvelle unité: les locaux, les équipements et les technologies étaient neufs, le personnel était en partie renouvelé et l'on se croyait débarrassé de tous les problèmes antérieurs. La réalité s'est avérée bien décevante après la mise en œuvre de l'investissement lorsqu'on s'aperçut que la nouvelle unité avait été pour ainsi dire «contaminée» par d'anciens dysfonctionnements. L'entreprise sans s'en rendre compte, avait en effet transposé de vieilles conceptions d'organisation du travail ou des modes de communication inadaptés qui ont insidieusement accompagné le projet technologique.

Désordre induit dans l'entreprise

A la différence des cinq précédents cas de coûts de dysfonctionnements liés directement aux investissements, ce type de surcoût est indirectement induit par la mise en œuvre de l'investissement et à sa diffusion dans l'organisation. Il s'agit en outre d'effets qui ne se manifestent pas au niveau même des équipements ou des produits, mais dans l'ensemble du reste de l'entreprise.

Dans le cas de l'entreprise A, la mise en œuvre des projets d'investissement s'est accompagnée de retards et de déprogrammations en cascade, malgré l'utilisation d'outils informatisés de gestion de projet. Cela était dû à trois types d'aléas :

- Des difficultés de mise au point de certains procédés.
- Des retards de livraison de fournisseurs, le plus souvent annexes par rapport aux équipements achetés, mais avec un effet de blocage de l'ensemble du projet.
- Des indécisions de l'entreprise quant aux choix techniques ou de taille de l'investissement, obligeant à reprendre entièrement le travail de consultation des fournisseurs.

Ces aléas ont bouleversé la programmation initialement prévue et ont entraîné deux types de surcoûts :

- Des surcoûts de pilotage du projet, avec un recours accru à des sociétés d'ingénierie.
- Un manque à gagner lié au retard de démarrage du projet.

III. – VERS UN MODÈLE INTERACTIF D'ACCOMPAGNEMENT DE L'INNOVATION

La plupart des dysfonctionnements décrits précédemment surviennent du fait de la mauvaise intégration des acteurs-utilisateurs à la préparation et à la mise en œuvre des projets d'innovation. Il ne suffit pas d'analyser les intentions des concepteurs pour comprendre le développement d'une technique car il n'est pas rare que ce développement ne corresponde pas au projet initial. C'est donc la recherche des raisons de cet écart qu'il convient d'explorer (Flichy, 2003). C'est, par exemple, en étudiant les projets des concepteurs à la lumière de leurs systèmes de représentations et de celui des utilisateurs que Freyssenet (1990) explique le développement d'une technique de fabrication, de sa conception à son usage. C'est également cette articulation entre technologie et usage sur laquelle repose les travaux de Alsène (1990) lorsqu'il estime que les concepteurs définissent un design organisationnel et qu'à l'occasion de l'introduction de la nouvelle technique dans un site de production, les responsables peuvent effectuer un ***redesign*** organisationnel. ***Design*** et ***redesign*** organisationnels constituent donc les terrains sur lesquels technique et organisation peuvent s'harmoniser de la conception jusqu'à l'usage.

Nécessité d'un cadre commun concepteurs-utilisateurs

Ce qui est aujourd'hui unanimement reconnu du point de vue de la diffusion de l'innovation technologique, c'est qu'il est impératif de favoriser les coopérations entre acteurs concepteurs et utilisateurs. Chaque acteur ou catégorie d'acteurs, chaque service, porte un regard différent sur un seul et même objet. Chacun d'entre eux possède une grille d'évaluation de l'outil qui diffère selon ses propres représentations. Il convient donc de traduire des enjeux particuliers au travers d'une question commune (Callon et Latour, 1991) et de faciliter l'intelligibilité et la compréhension des projets d'innovation par les différents acteurs en les aidant à se forger une représentation commune (Schmitt et Leymarie, 2003). Dans cet esprit, Latour (1992) oppose deux modèles de l'innovation: le modèle linéaire, où l'inventeur réalise petit à petit son idée initiale, et le modèle tourbillonnaire, où l'idée de départ ne compte pas, où elle n'a aucune force autonome, et n'est pas davantage propulsée par un inventeur. Le projet ne chemine alors que s'il est repris par tel ou tel groupe qui en l'adoptant va l'adapter, le modifier. Mais au-delà de cette vision déjà largement débattue dans le cadre de la nouvelle sociologie de l'innovation, c'est l'idée d'un modèle interactif que nous souhaitons retenir par opposition au modèle linéaire de diffusion de l'innovation. Aujourd'hui, tant au niveau macro que micro-économique, la sociologie interactionniste nous éclaire davantage sur la diffusion de l'innovation. Dès qu'il faut prévoir des interactions entre acteurs appartenant à des mondes sociaux différents, s'établit alors un forum pour tenter d'élaborer un cadre de référence commun. La définition d'un cadre commun serait celui d'un cadre socio-technique unissant le cadre de fonctionnement et le cadre d'usage (Flichy, 2003).

Utilité des investissements immatériels d'accompagnement de l'innovation

La recherche récente montre donc que l'innovation se fait par l'interaction d'acteurs à l'intérieur des entreprises et des réseaux organisationnels. Elle dégage les compétences, les stratégies et les réseaux d'interaction et de diffusion qui distinguent les entreprises innovatrices. Même si l'analyse de l'innovation amène à dissocier les résultats qu'elle obtient, qui sont de type économique, des raisons pour lesquelles les individus y souscrivent, qui sont de type social, affectif ou symbolique (Alter, 2000), il n'en demeure pas moins que pour le gestionnaire, l'innovation est aussi un investissement, et, à ce titre, se pose la question de sa rentabilité. L'observation des pratiques d'entreprises montre que la création de dispositifs facilitant l'intégration et la coopération des acteurs dans le cadre, par exemple, de groupes de projet (Midler, 1998) ne suffit pas à garantir la rentabilité des projets. Bien sûr, une technologie sera plus facilement diffusée et assimilée dans l'organisation grâce à ce genre de dispositifs et à la possibilité de constituer un cadre de référence commun aux concepteurs et aux utilisateurs. La théorie des conventions postule que «l'accord entre des individus, même lorsqu'il se limite au contrat d'un échange marchand, n'est pas possible sans un cadre commun, sans une

convention constitutive (Dupuy *et al.*, 1989). On pourrait donc postuler que la diffusion de l'innovation n'est pratiquement pas possible en l'absence d'un minimum de cadre socio-technique commun. Donc pour assurer le plus de chances possibles, à la fois à la diffusion et à la rentabilité d'un projet d'innovation, il convient d'accompagner la nouvelle technologie par des investissements immatériels (Leymarie, 1999).

Comme le rappelle Afriat (1992a), l'investissement physique continue à commander le progrès technique, de la compétitivité et donc la croissance économique. Mais, d'un autre côté, le contenu de l'investissement a sensiblement changé au cours des dix dernières années: à côté de l'investissement physique croissent des dépenses immatérielles consacrées à préparer l'avenir; elles commandent, de plus en plus, le maintien ou la croissance de l'activité économique. C'est la capacité de mobilisation et de valorisation des ressources humaines par les entreprises qui devient l'élément premier, conditionnant les performances économiques et les conditions d'utilisation des investissements matériels consentis.

Choisir le jeu de la technologie moderne sans la préparer par la sensibilisation progressive de tous les acteurs de l'entreprise, par une formation dépassant celle de la simple maîtrise du poste de travail et par un effort conséquent de marketing interne est la source, comme nous l'avons vu dans la précédente partie, de bien des déconvenues. Les travaux de Christine Afriat (1992b) sur l'investissement intellectuel montrent que les dépenses supplémentaires à consentir ne se situent pas seulement au moment de l'introduction de l'innovation technique, mais bien en amont; qu'elles ne se situent pas seulement dans le palpable, le visible, l'immédiatement utilitaire et rentable, mais aussi dans la préparation des esprits, la création de potentiels, l'assimilation de nouvelles logiques par les personnes concernées, ainsi que par le développement de leur autonomie et de leur intelligence des situations. Vouloir appliquer les modes de calcul réservés aux investissements matériels à toutes les composantes de l'immatériel en les traitant comme une démarche séparée des autres décisions économiques, c'est s'engager dans une impasse. Ce qui compte aujourd'hui c'est la combinaison de l'investissement immatériel avec d'autres types d'investissements. Les investissements immatériels sont de plus en plus, articulés à des objectifs économiques précis.

Ils visent, par des politiques adéquates, à démultiplier les effets d'investissement matériels (innovations) et à en améliorer les résultats sur le plan de la productivité et sur le plan des modalités d'organisation. Notons que la réussite d'un projet d'investissement est largement dépendante du traitement de ces différentes composantes.

Pour l'heure, cette part immatérielle, inhérente à tout projet d'innovation et comptabilisée en charges dans les systèmes d'information traditionnels des entreprises, n'est pas intégrée aux méthodes usuelles de choix d'investissements. La prise de conscience croissante de l'importance des investissements immatériels se traduit, malgré la prégnance indéniable des systèmes d'informations comptables en vigueur, par la reconnaissance de certaines composantes de l'investissement immatériel. Dans leur

ensemble, ces investissements (R&D, formation et conseil, informatique et robotique, marketing) sont considérés comme les supports de toute politique d'innovation, et ils occupent une place centrale dans la gestion des entreprises puisque ces investissements sont aujourd'hui majoritaires, par rapport aux investissements matériels traditionnels (Caspar et Afriat, 1988).

CONCLUSION

Le concept d'innovation est aujourd'hui assez bien maîtrisé pour le distinguer de l'acte inventif, lui situé plus en amont dans la recherche et en lien avec la science appliquée ou l'empirisme des prototypes. L'innovation peut être l'introduction sur le marché d'un objet ou d'un service nouveau; elle peut aussi, comme nous l'avons vu, être interne à l'entreprise, visant les procédés industriels ou l'organisation de la fabrication. Au regard des recherches les plus récentes, notamment dans le champ de la sociologie, la nécessité de développer un cadre de références commun aux différents acteurs de l'innovation pour faciliter la diffusion de l'objet technique, ne fait sans doute plus débat. Il convient désormais d'aider les acteurs à partager une même représentation du projet d'innovation afin de faire en sorte que les utilisateurs se l'approprient sans encombre. Pour cela, l'on peut recourir à toute action et tout support qui aide à rendre intelligible des situations complexes comme celles induites par l'introduction et la diffusion d'une nouvelle technologie (Schmitt et Leymarie, 2003).

Bien que beaucoup moins abordée dans la littérature, l'idée de développer les investissements immatériels dans l'entreprise afin d'une part, de permettre le développement de la recherche et la conception, puis, d'autre part, d'accompagner la diffusion de l'innovation, commence à être largement répandue. Pour Morin par exemple (Morin, 1985), le renforcement de l'excellence de l'entreprise dans ses métiers requiert non seulement une acquisition externe de compétences, mais aussi un investissement immatériel d'adaptation et de perfectionnement des savoir-faire. Quant à eux, Urban et Vendemini (Urban et Vendemini, 1994) jugent que la nouvelle organisation des marchés rend nécessaire une plus grande part d'investissement immatériel, notamment dans le domaine des systèmes d'information et de décision. Perez (Perez, 1988) montre également à partir d'études de cas que la complexité des investissements productiques s'accompagne de plus en plus d'investissements immatériels, par exemple dans le domaine de l'adaptation et du perfectionnement des équipements. Les recherches effectuées sur le thème de l'investissement immatériel montrent, par ailleurs, qu'ils sont devenus très importants pour les entreprises et qu'ils auraient même largement dépassé les investissements matériels (Bounfour, 1998).

L'analyse des terrains d'observations présentés dans la première partie fait ressortir deux principaux résultats substantiels quant à l'accompagnement des projets d'innovation par des investissements immatériels complémentaires.

Premièrement, les actions qui visent à accompagner les projets d'innovation et à faciliter leur diffusion représentent généralement un faible surcoût par rapport à l'investissement matériel (6 % par exemple dans le cas de l'acquisition d'une nouvelle presse dans l'entreprise de métallurgie). Pourtant, ils constituent un ingrédient indispensable de la rentabilité du projet d'innovation global. Par ailleurs, la prise en compte de ces investissements d'accompagnement peut permettre d'éviter certains écueils et d'améliorer la prise de décision dans la conduite des projets d'investissements industriels :

- Le fait de ne pas investir de manière appropriée, c'est-à-dire sans accompagner les investissements productifs d'une part d'immatériel peut accroître fortement le risque des investissements, ce qui à terme tend à faire augmenter le coût du capital.
- Si l'on peut réduire les coûts cachés (Savall et Zardet, 1987) liés aux investissements eux-mêmes, on peut soit réduire les besoins de financement, soit financer davantage d'investissements avec le même volume d'endettement. Dans les deux cas, la rentabilité des capitaux propres peut s'en trouver améliorée.
- Les coûts cachés liés à la non prise en compte de la part immatérielle des investissements industriels peuvent entraîner un accroissement du risque sur le financement des actifs et remettre en cause le projet d'investissement dans sa globalité.

Deuxièmement, les investissements immatériels d'accompagnement réalisés par les entreprises étudiées ont contribué non seulement à leur compétitivité à long terme, mais ils ont souvent été autofinancés dans des délais très courts (une année en moyenne dans l'entreprise de métallurgie). Il aurait été par conséquent illusoire d'en faire l'économie sous le prétexte d'augmenter les résultats immédiats.

BIBLIOGRAPHIE

- Afriat C. (1992a), «Pour une reconnaissance de l'investissement intellectuel», in *Revue Française de Gestion*, janvier-février 1992.
- Afriat C. (1992b), *L'investissement dans l'intelligence*, Paris, PUF, Que sais-je ?
- Alsène E. (1990), «Les impacts de la technologie sur l'organisation», in *Sociologie du travail*, n° 3.
- Alter A. (1995), «Peut-on programmer l'innovation? », in *Revue Française de Gestion*, n° 103, Mars-Avril.
- Alter N. (1985), *La bureautique dans l'entreprise. Les acteurs de l'innovation*, Paris, Les Editions Ouvrières.
- Alter N. (2000), *L'innovation ordinaire*, PUF, collection Quadrige.

- Alter N., (2002), «L'innovation: un processus collectif ambigu», in *Les logiques de l'innovation, Approche pluridisciplinaire*, sous la direction Norbert Alter, Paris, La Découverte.
- Amblard H, Bernoux P., Herreros G., Livian Y.-F. (1996), *Les Nouvelles Approches sociologiques des organisations*, Paris, Editions du Seuil.
- Arrow K. (1962), «The Economic Implications of Learning by Doing», in *Review of Economics Studies*, vol. 29, juin.
- Bardelli P. (2003), *Production, organisation et ressources humaines* in Encyclopédie de GRH, (à paraître).
- Bayad M., Leymarie S., Schmitt C. (2002), «Contribution de la GRH à la création de valeur», in *Gestion des compétences et knowledge management*, coordonné par F. Dupuich-Rabasse, Paris, Editions Liaisons.
- Becker H.S. (1982), *Les mondes de l'art, trad. Française*, Paris, Flammarion.
- Berry M. (1987), «Pour une automatisation raisonnable de l'industrie», in *Revue Gérer et comprendre*.
- Blaug M. (1963), «A survey of the theory of process innovations», Paris, Economica.
- Bloch M. (1935), «Avènement et conquêtes du moulin à eau», in *Les Annales d'histoire économique et sociale*, n° 36.
- Bonnet M., Leymarie S. (1995a), «Prévention des coûts de dysfonctionnements liés aux investissements matériels – Cas d'une entreprise agro-alimentaire», rapport de recherche réalisé sous la direction de Savall H., ISEOR, Lyon.
- Bonnet M., Leymarie S. (1995b), «Contribution de la méthode socio-économique à la gestion des investissements immatériels – Cas d'une usine de métallurgie», rapport de recherche réalisé sous la direction de Savall H., ISEOR, Lyon.
- Bounfour A. (1998), *Le management des ressources immatérielles – Maîtriser les nouveaux leviers de l'avantage compétitif*, Paris, Dunod.
- Callon M. (1986), «Eléments pour une sociologie de la traduction», *l'Année sociologique*, n° 36.
- Callon M., Latour B. (1991), *La Science telle qu'elle se fait*, Editions La Découverte.
- Caspar P., Afriat C. (1988), *L'investissement intellectuel: Essai sur l'économie de l'immatériel*, Paris, Economica.
- Dupuy J.-P., Eymard-Duvernay F., Favereau O., Orléan A., Salais R., Thévenot L. (1989), «L'économie des conventions», in *Revue économique*, vol. 40, n° 2, mars.
- Flichy P. (2003), *L'innovation technique, Récents développement en sciences sociales, Vers une nouvelle théorie de l'innovation*, Sciences et Société, Paris, La Découverte.
- Foray D., Le Bas C. (1986), «Diffusion de l'innovation dans l'industrie et fonction de recherche technique: dichotomie ou intégration», in *Economie appliquée*, n° 3.
- Freyssenet M. (1990), *Les formes sociales d'automatisation*, Cahiers du GIP Mutations industrielles, Paris.

- Griliches Z. (1957), «Hybrid Corn: an exploration in the Economics of Technological Change», *Econometrica*, octobre.
- Latour B. (1992), *Aramis ou l'amour des techniques*, Paris, La Découverte.
- Laville A. (1990), *L'ergonomie*, Paris, PUF, collection «Que sais-je ? ».
- Leymarie S. (1999), *La gestion des investissements immatériels – cas d'expérimentations dans des entreprises industrielles*, Thèse pour le Doctorat de Sciences de Gestion, soutenue le 9 décembre 1999, Université Lumière Lyon II, 616 p.
- Mansfield E. (1961), «Technical change and the rate of imitation», *Econometrica*, octobre.
- Mendras H., Forcé M. (1983), *Le changement social*, Paris, Armand Colin.
- Midler C. (1993), *L'auto qui n'existait pas. Management des projets et transformation de l'entreprise*, Préface de Raymond H. Lévy, Paris, InterEditions.
- Morin J. (1985), *L'excellence technologique*, Paris, Publi-Union.
- Perez R. (1988), in *Cas et solutions de stratégie*, coordonnée par Marchesnay M., Chotard et Associés.
- Real B. (1990), *La Puce et le Chômage. Essai sur la relation entre le progrès technique, la croissance et l'emploi*, Paris, Le Seuil.
- Rogers E. (1983), *Diffusion of innovations*, 3^e édition, New York, The Free Press.
- Rosenberg N. (1982), «Learning by using», in Nathan Rosenberg, *Inside the Black Box, Technology and Economics*, Cambridge University Press (Mass.).
- Savall H., Zardet V. (1987), *Maîtriser les coûts et performances cachés - Le contrat d'activité périodiquement négociable*, Paris, Economica.
- Schmitt C., Leymarie S., (2003), «Pratiques managériales et représentations de la complexité: présentation d'une recherche ingénierique dans le domaine de l'investissement industriel», in *Direction et Gestion, Revue des Sciences de Gestion*, n° 199, janvier-février.
- Schumpeter J.A. (1912), *Théorie de l'évolution économique*, traduction française, Paris, Dalloz.
- Schumpeter J.A. (1939), *Business Cycles*, Mac Graw Hill.
- Schumpeter J.A. (1942), *Capitalisme, socialisme et démocratie*, trad. Française, Paris, Payot, 1942/1972.
- Tarde G. (1890/1979), *Les Lois de l'imitation. Etude sociologique*, Paris/Genève (Alcan, Paris, 1890), Slatkine.
- Urban S., Vendemini S. (1994), *Alliances stratégiques coopératives européennes*, Bruxelles, De Boeck Université.
- White L. (1962), *Medieval Technology and Social Change*, Oxford, Clarendon Press.