

Compétences pour innover et les défis stratégiques de l'industrie pétrochimique dans les pays émergents; le cas du Brésil

Bomtempo José Vitor

Escola de Química, UFRJ; GEE, Instituto de Economia, UFRJ

Rua Delfim Moreira, 199/400 Juiz de Fora, MG, Brasil, 36010-570

Tel: 55 32 32 16 21 54

vitor@eq.ufrj.br

Bignetti Luiz Paulo

Unisinos

Alves Flávia

Escola de Química, UFRJ

Coutinho Paulo

Petroflex

Résumé

Cet article explore la notion de compétences pour innover pour analyser la capacité innovatrice de l'industrie pétrochimique brésilienne. Cette capacité est mise en relation avec les défis stratégiques auxquels l'industrie chimique doit faire face dans les années qui viennent. Initialement sont présentées les difficultés historiques de l'innovation au Brésil, les approches habituelles des études en innovation et les solutions postulées par les divers acteurs concernés. Partant d'un cadre analytique adapté de François et al (1999), on étudie le niveau de développement des compétences pour innover des firmes pétrochimiques (produits de base, résines et polymères) dans les trois complexes brésiliens. Ces compétences sont classées, selon leur nature, dans quatre types : techniques, de moyen, relationnels et organisationnels. Les résultats de l'analyse quantitative suggèrent que les compétences techniques sont les plus développées alors que les compétences organisationnelles présentent le niveau le plus bas. Il est possible d'observer qu'il a y eu une forte préoccupation avec les aspects techniques au détriment des innovations de gestion. Parmi les compétences organisationnelles, celles liées à la création de nouvelles connaissances et à l'identification et évaluation du savoir individuel et collectif sont particulièrement insuffisantes. Dans une analyse critique des stratégies suivies, on peut soulever la question de la suffisance de ces actions face au développement de l'industrie chimique mondiale et des perspectives de transformation du modèle productif actuel. Pourraient les firmes pétrochimiques brésiliennes se lancer à la nouvelle frontière de matières premières renouvelables



et énergétiques basées sur des biomasses, abondantes dans le pays et devenir des firmes innovatrices dans une nouvelle structure productive ?

Mot clés : compétences pour innover para, industrie pétrochimique brésilienne, vision basée sur les ressources, capacités.

1. INTRODUCTION

L'évolution permanente de produits et procédés est reconnue dans nos jours comme cruciale pour la performance des firmes dans la plupart des industries. Les stratégies d'innovation deviennent critiques pour la survie de la plupart des firmes. Une bonne partie des recherches sur l'innovation étudie le sujet à partir de la mensuration des résultats économiques obtenus par les entreprises, des leurs investissements financiers directs en R&D et d'autres indicateurs numériquement quantifiables qui doivent produire une «mesure» de l'innovation.

Mais l'innovation n'est pas un résultat seulement d'investissements financiers. Pour qu'elle existe, il se fait nécessaire l'existence de la capacité innovatrice qui doit être mobilisée dans toutes les étapes du processus d'innovation. Cette capacité est difficilement exprimée par de simples indicateurs statistiques. De ce fait, il devient important de comprendre les processus qui se déroulent dans les entreprises et qui permettent de construire leur capacité d'innovation. Cette capacité innovatrice semble dépendre d'un ensemble complexe de facteurs. L'effort innovateur implique naturellement une capacité technologique, mais il n'y restreint pas. Des compétences organisationnelles (dans le contexte interne des entreprises) et relationnelles (dans le contexte des relations entre des entreprises) se montrent également nécessaires.

Cette optique d'analyse nous semble susciter des réflexions d'un intérêt particulier lorsqu'on observe les études sur l'innovation au Brésil. Il est souvent affirmé que les entreprises brésiliennes sont peu innovatrices, elles sont relativement petites, leur taux de croissance est faible et leur insertion internationale est rare, contrairement aux firmes coréennes, par exemple. Il est aussi un lieu commun de dire que les firmes ne donnent pas d'importance à la technologie et que rarement elles formulent une stratégie technologique. L'investissement en R&D est faible. Très peu de brevets sont déposés puisque les firmes ne s'y intéressent pas. La recherche reste concentrée dans les universités et centres de recherche publics qui sont motivés par les publications, mais pas par l'innovation proprement dite. Ainsi, les études en innovation dressées par les académiques et aussi par les agences gouvernementales privilégient une approche qui est en général centrée sur les *inputs* et *outputs*. Le rôle du gouvernement est souvent mis en avant (Netto et al, 2001); parfois les entreprises sont considérées (Sbragia, 2000), mais rarement on cherche à étudier ce qui se passe à leur intérieur. Enfin, pour reprendre l'expression de Rosenberg, l'innovation reste au Brésil vue comme la *black box*.

Ce papier cherche à contribuer à l'étude de l'innovation au Brésil en proposant une approche centrée sur les capacités des firmes vues dans son ensemble : les aspects techniques mais également les dimensions organisationnelles et relationnelles. Cette approche nous semble particulièrement pertinente lorsqu'on observe les filières de l'industrie chimique au Brésil, en particulier dans le cas de la pétrochimie, implantée au pays depuis plus de deux décennies. Quelles sont les compétences nécessaires pour innover? Quelles sont les compétences détenues par les firmes? Dans quelle mesure, ces compétences pourraient permettre à l'industrie pétrochimique brésilienne de répondre de forme compétitive aux défis stratégiques qui sont lancés actuellement à l'industrie chimique? Jusqu'à quel point les avantages comparatifs liés aux matières premières renouvelables, l'éthanol par exemple, peuvent être appropriés par l'industrie brésilienne si l'on prend en perspective les transformations en vue de l'industrie chimique (Jenck et al, 2004, Spitz, 2003; Kamm and Kamm, 2004; Boerrigter et al, 2005) vers une nouvelle structure productive?

En vérité, l'industrie pétrochimique brésilienne, à l'instar de l'industrie brésilienne en général, est vue comme peu innovatrice aussi bien au niveau de l'effort entrepris en R&D (Barros, 1998) que par le positionnement technologique de la majorité des entreprises (Coutinho, 2004). Selon Coutinho (2004), il est prédominant dans la pétrochimie brésilienne une position technologique plus de réaction que d'initiative. Il n'existe pratiquement pas de firmes innovantes avec une position de pionnier au niveau mondial. Dans la typologie de capacité technologique et d'innovation, suggérée par Kim (1999) pour les pays en développement, la pétrochimie brésilienne serait, si l'on considère les études ci-dessus, plus proche de l'imitation duplicative que d'une position innovatrice.

Le présent travail prétend caractériser la capacité innovatrice de la pétrochimie brésilienne en prenant comme référence la notion de compétences pour innover. Cette notion peut être associée aux développements du courant nommé *resource-based-view* (RBV) (Barney, 1991, Collis and Montgomery, 1995, Teece, Pisano and Shuen, 1997, Barney, 2001, et d'autres) et aux efforts de caractérisation du processus de formation de capacité innovatrice au niveau des firmes comme les travaux de Nonaka et Takeuchi (1995) et Leonard-Barton (1995). En ce qui concerne la question de la capacité innovatrice de l'industrie brésilienne, le travail est complémentaire aux études de Figueiredo (2001, 2003) qui explorent en profondeur le processus de formation de capacité

technologique et innovatrice à l'intérieur des firmes. Il est adopté ici une analyse au niveau de l'industrie mais les variables sont identifiées au niveau intérieur des firmes.

Ce papier est organisé en quatre sections en plus de cette introduction. La section 2 est consacrée à la discussion des aspects théoriques et se développe autour de la vision des firmes basée sur leurs ressources et compétences. Dans cette section, il présenté également la proposition d'évaluation des compétences pour innover. La section 3 présente la méthode de l'enquête. Les résultats sont présentés et discutés dans la section 4 et les considérations finales et conclusions se trouvent dans la section 5.

2. ASPECTS THEORIQUES

2.1. LA VISION DES FIRMES FONDEE SUR LA NOTION DE RESSOURCES ET COMPETENCES

L'approche de la firme basée sur des ressources (resource based view - RBV), qui propose la valorisation des attributs internes de l'entreprise comme source d'avantage concurrentiel soutenable, a ses racines dans Penrose (1959). Son développement s'est produit à partir de divers travaux académiques, comme celui de Wernerfelt (1984), et au cours de la dernière décennie le courant RBV et ses variations ont connu un succès généralisé. La notion a fini pour s'incorporer au vocabulaire même des gestionnaires et des dirigeants, à partir de l'article de Hamel et Prahalad, dans la Harvard Business Review, 1990, et principalement à partir du livre qui s'est suivi à l'article : *Competing for the future*, 1994. La notion de compétence essentielle ou centrale est aujourd'hui largement diffusée et, dans un certain degré, banalisée.

Le premier auteur à utiliser le terme ressource, dans l'acception que nous lui donnons aujourd'hui dans la littérature de gestion, a été Edith Penrose (1959) dans son livre *The Theory of the Growth of the Firm*. Penrose souligne que, dans l'analyse de l'entreprise par les modèles établis, la croissance est seulement l'augmentation dans l'offre d'un certain produit, de la même manière que la dimension idéale de cette offre correspond au point de minimum de la courbe de coût. Cette vision de la firme ne s'est pas montrée appropriée pour son objectif de comprendre le processus de croissance des entreprises et les limites de cette croissance. Penrose a introduit, alors, un nouveau concept de firme, fondamental pour le développement postérieur de l'approche RBV :

“ Thus, a firm is more than an administrative unit; it is also a collection of productive resources the disposal of which between different uses and over time is determined by administrative decision.” (p. 24)

Chez Penrose la délimitation des ressources d'une firme est, d'une certaine façon, restreinte. Elle considère essentiellement les biens tangibles, comme les usines, les équipements, les terres, les matières premières et autres, et les ressources humaines disponibles. Néanmoins, Penrose apporte une contribution fondamentale lorsqu'elle souligne que l'élément distinctif d'une entreprise ne réside pas dans son ensemble de ressources, mais dans la façon comme celles-ci sont utilisées, c'est-à-dire, dans les services dérivés de ces ressources. Les ressources, malgré leur importance pour la croissance de la firme, sont seulement un ensemble de services en potentiel. La façon comme les services seront utilisés définira en dernier ressort l'avantage concurrentiel d'une entreprise envers les concurrents. Ces concepts ont été introduits à la fin de la décennie de 1950, mais seulement dans la moitié des années 1980 l'approche basée sur la notion de ressources a gagné de l'espace comme un courant de l'analyse stratégique. Nelson et Winter (1982) proposent alors une vision évolutionniste de la firme, qui va influencer la pensée neo-schumpéterienne, mettant en valeur la contribution de Penrose. Un des premiers travaux qui adopte explicitement la dénomination *resource-based-view* a été celui de Wernerfelt (1984). Dans son article, l'auteur fait un parallèle entre la vision traditionnelle basée sur les produits et la vision basée sur les ressources. Wernerfelt montre que, dans ce cas, de nouvelles perspectives stratégiques peuvent être envisagées, principalement par les firmes qui prétendent diversifier leurs activités sur d'autres marchés. Chez Wernerfelt il n'y a pas une définition formelle de ce qui sont les ressources, mais il devient clair que, outre les actifs tangibles déjà mentionnés par Penrose (1959), l'auteur considère aussi les actifs intangibles, principalement par la mise en valeur de la technologie comme facteur important dans la stratégie des firmes.

Dans le début des années 1990, de nouvelles études dans le contexte de la RBV ont été publiées, soulignant l'importance des ressources spécifiques pour la performance de la firme. Selon Barney (1991), pour que les ressources d'une firme puissent être source d'avantage concurrentiel soutenable, celles-ci doivent remplir quatre conditions: avoir de la valeur, dans le but d'explorer les opportunités de l'environnement dans lequel l'entreprise se trouve; être rares parmi entre les entreprises en concurrence; être difficiles à imiter où ne pas posséder des substituts stratégiquement équivalents. Ainsi, les entreprises qui retiennent des ressources avec ces

caractéristiques et mettent en oeuvre des stratégies et des structures organisationnelles qui les exploitent, peuvent atteindre une condition privilégiée concernant leurs concurrents.

Le travail de Collis et Montgomery (1995) se présente comme une synthèse de l'approche RBV. Les auteurs présentent la RBV non comme une approche fermée seulement sur les ressources de la firme, mais aussi tournée sur l'importance de l'influence de l'environnement concurrentiel pour le succès de la firme:

“The RBV combines the internal analysis of phenomena within companies (...) with the external analysis of the industry and the competitive environment (the central focus of earlier strategy approaches). (...)Resources can not be evaluated in isolation, because their value is determined in the interplay with market forces.” (p. 119, 120)

Il devient alors clair que la RBV ne se limite pas à analyser les ressources internes de la firme comme insistaient certains auteurs, ce point étant vu comme une faiblesse de l'approche RBV. Malgré une large acceptation de l'approche RBV, il y a encore aujourd'hui un débat presque interminable autour des termes et des concepts introduits par de différents auteurs. Il n'y a pas un consensus sur ce qui est considéré une ressource de la firme. Certains auteurs se basent sur une vision plus restreinte, comme Penrose (1959) et Wernerfelt (1984), tandis que d'autres considèrent un critère plus large, comme Barney (1996):

“ In general, firm resources are all assets, capabilities, competencies, organizational processes, firm attributes, information, knowledge, and so forth that are controlled by a firm and that enable the firm to conceive of and implement strategies that improve its efficiency and effectiveness” . (p.144)

Même si l'on accepte la conceptualisation large de Barney, l'identification des ressources qui serviront comme source d'avantage concurrentiel, n'est pas tâche simple, puisque beaucoup des caractéristiques qui lui sont attribués ne peuvent être perçues qu'intuitivement. Comme définition générale, une ressource, s'il a de la valeur concurrentielle, doit contribuer à la production de ce que les clients désirent et cela à des prix qu'ils soient disposés à payer (Collis et Montgomery, 1995).

Teece et al. (1997), en considérant le problème de la soutenabilité des avantages concurrentiels basés sur les ressources de l'entreprise, ont proposé le concept de capacités dynamiques (*dynamic capabilities*). Le terme dynamique se rapporte à l'habilité de la firme de renouveler ses compétences pour faire face aux changements de l'environnement. Les "capacités dynamiques" sont d'une certaine façon des "capacités motrices", puisqu'elles sont capables de renouveler les avantages concurrentiels des firmes dans les environnements concurrentiels dynamiques. Le point focal des *capacités dynamiques* comprend les *processus organisationnels*, conditionnés par les *positions* en actifs et par les *trajectoires* parcourues par la firme. C'est à ce point que les considérations autour du processus de création de connaissance, comme établi par exemple dans Nonaka et Takeuchi (1995) et Leonard-Barton (1995) deviennent centrales. Les compétences pour innover dépendent finalement de l'existence de mécanismes et de procédures développées par les entreprises qui puissent assurer la sustentation de leur capacité innovatrice, dans une perspective de création de nouvelles connaissances (Nonaka et Takeuchi, 1995) ou d'aptitudes stratégiques (Leonard-Barton, 1995).

Les aptitudes stratégiques sont au centre de la capacité des firmes qui réussissent à dépasser leur rôle initiale de reproduction et imitation dans les pays en développement. Ce point est crucial pour analyser les perspectives de la pétrochimie brésilienne face à l'avenir de l'industrie mondiale. Dutrénit (2004) propose une caractérisation de ce processus stratégique.

Selon Dutrénit (2004), le débat concernant le processus de construction de capacité technologique et d'innovation, au cours des dernières vingt années, présente deux pôles. D'un côté, la littérature de la gestion stratégique (*strategic management*), tournée vers les entreprises le plus innovatrices des pays développés, analyse la construction de compétences distinctives, en particulier les difficultés organisationnelles liées à cette construction, qui permettent la création d'un avantage concurrentiel durable dans un environnement dynamique. De l'autre côté, la littérature qui étudie le comportement des firmes dans les pays en développement centre son attention sur les processus d'apprentissage qui sont suivis par les entreprises de façon à rattraper leur retard technologique. Le point central ici est la construction d'une connaissance technologique minimale qui permette la réalisation d'activités innovatrices, les plus souvent des innovations incrémentales. Ils existent, néanmoins, quelques situations où les entreprises ont déjà construit une capacité technique de base innovatrice, mais elles présentent encore des insuffisances qui ne les permettent pas d'adopter une approche stratégique semblable aux entreprises innovatrices des

pays développés. Il leur manque encore dans ce cas les aptitudes stratégiques. Il se produit, ainsi, un stage de transition pour ces entreprises, avec des caractéristiques particulières dans le processus d'accumulation de capacités stratégiques, qui peut mieux être compris par l'approche des compétences pour innover.

2.2. UNE PROPOSITION D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES POUR INNOVER

Si la notion de compétences est suffisamment riche et appropriée pour comprendre la dynamique de l'innovation dans un environnement d'apprentissage et de création de connaissance, il nous semble que l'identification précise des compétences dans les firmes et l'utilisation de cet outil par les gestionnaires présentent encore des problèmes. Ces problèmes ont comme origine, en premier lieu, comme l'indique Durand (2000), de l'absence de définitions claires et opérationnelles qui permettent l'application concrète du concept.

La présente proposition d'analyse des compétences pour innover prend comme point de départ l'analyse et les propositions de François et al. (1999). Pour ces auteurs, les compétences sont vues comme appartenant à la firme. L'approche privilégiée ici est celle de l'innovation comme finalité. Le point central est de demander sur les aptitudes que a priori une entreprise doit retenir pour que l'innovation se produise et soit rentable. Cette conception est cohérente avec la proposition de Nelson et Winter (1982) qui postule l'existence de routines pour innover comme base de performance des firmes dans les environnements dynamiques. Ainsi, il doit être souligné que le point central de l'approche n'est pas celui d'étudier la création de compétences au cours du processus d'innovation ni celui d'identifier des compétences de réaction ou de confrontation qui permettent aux firmes «d'affronter» mieux que d'autres concurrents l'introduction d'une innovation particulière dans l'industrie.

François et al. (1999) présentent diverses propositions de questionnaires qui pourraient servir à identifier les compétences des sociétés et à évaluer dans quel degré elles sont effectivement implantées comme des "routines pour innover". Le présent travail adopte la version que François et al. (1999) appellent «questionnaire compétences»¹

¹ Un questionnaire de ce type a été utilisé dans une enquête, en France, 1997, par le SESSI/Ministère de l'Industrie.

Le questionnaire proposé par François et al (1999) a été modifié pour rendre compte de la dynamique d'innovation de l'industrie pétrochimique (Arora et al, 1998; Bomtempo, 1994). Ainsi, la gestion des relations avec les possibles sources de l'innovation, dans le sens proposé par von Hippel (1998) a été incorporée dans les compétences pour innover de façon à mettre en valeur les relations de coopération avec les participants de la filière pétrochimique. La construction du questionnaire est présentée avec plus de détails dans la section qui se suit.

3. LA METHODE

L'enquête a été réalisée sous la forme d'une survey en raison principalement de la non disponibilité dans les sources connues d'informations concernant les compétences pour innover dans l'industrie pétrochimique brésilienne.

Les entreprises ont été sélectionnées selon leur degré d'importance dans l'industrie pétrochimique brésilienne. La pétrochimie brésilienne englobe une vingtaine de entreprises, avec un chiffre d'affaires d'environ US\$ 20 milliards et quelque 120.000 employés directs. Les questionnaires ont été envoyés aux 11 plus grandes entreprises pétrochimiques de capital national. Nous avons obtenues 9 réponses, ce qui représente environ 90% du chiffre d'affaires de l'échantillon et 75% de l'ensemble de l'industrie pétrochimique au Brésil, toutes les entreprises confondues, contrôle brésilien et étranger.

Comme expliqué dans la section précédente, l'enquête a été basée sur un questionnaire, adapté d'une proposition générale de François et al. (1999), ayant comme l'objectif d'identifier et mesurer le niveau de développement des compétences pour innover dans l'industrie pétrochimique brésilienne. La structure du questionnaire est décrite à suivre.

On considère initialement 10 groupes de compétences dites «complexes» qui englobent l'ensemble idéalisé de compétences pour innover. Ce sont les suivantes : insérer l'innovation dans la stratégie d'ensemble de l'entreprise; suivre; prévoir et agir sur l'évolution des marchés; développer les innovations; organiser et diriger la production de connaissance; s'approprier les technologies extérieures; gérer et défendre la propriété intellectuelle; gérer les ressources humaines dans une perspective d'innovation; financer l'innovation; vendre l'innovation; coopérer pour innover. Pour l'élaboration du questionnaire, chacune des compétences complexes mentionnées a été décomposée dans des compétences opérationnelles ou élémentaires, qui, dans son ensemble, traduiraient le niveau de développement de la compétence complexe en analyse.

Nous avons considéré 68 compétences opérationnelles. À titre d'illustration, le tableau 1 présente la structure hiérarchique décrite pour la compétence «Suivre, prévoir et agir sur l'évolution des marchés». Dans ce cas, sept questions objectives ont été utilisées, en d'autres termes sept compétences opérationnelles, qui doivent permettre l'évaluation de la compétence complexe concernée. Cette procédure se répète pour chacune des dix compétences examinées.

La validation du questionnaire pour l'industrie pétrochimique a été basée sur des études qui analysent la dynamique de concurrence et d'innovation dans l'industrie. Ces études couvrent pour la dernière décennie aussi bien la dynamique de l'industrie brésilienne et celle de l'industrie au niveau international. (Coutinho, 2004, Bomtempo, 1994; Arora, Landau et Rosenberg, 1998). Les répondants ont évalué le degré de consolidation de chaque compétence dans leurs entreprises, en y attribuant un degré de zéro à cinq. Naturellement, le degré de subjectivité du jugement de chaque responsable est un problème à considérer. Il est possible que la propre fonction du répondant puisse représenter une polarisation dans les réponses. La forme de soumission de l'enquête a cherché à surmonter ces problèmes.

Tableau 1 - Structure du questionnaire "Compétences pour innover"
(Illustration pour une compétence)

III) Suivre; prévoir et agir sur l'évolution des marchés

Suivre les produits concurrents

Connaître la demande latente non satisfaite et les réactions du client à l'introduction d'innovations

Compétences opérationnelles étudiées:

- 1 – Analysez-vous les produits concurrents?
- 2 – Analysez-vous les brevets déposés par les concurrents?
- 3 - Analysez-vous les publications des ingénieurs des concurrents?
- 4 - Analysez-vous la segmentation et les besoins de la clientèle?
- 5- Recueillez-vous auprès du service après-vente ou des distributeurs les réactions de la clientèle?
- 6- Identifiez-vous les comportements émergents ou les comportements de consommation pionniers?
- 7 - Analysez-vous les besoins des clients de vos clients?

Source: Élaboration de l'auteur.

Nous avons choisi comme des répondants les responsables directs de la mise en oeuvre de la politique de R&D et d'innovation des entreprises. Compte tenu des caractéristiques technologiques des entreprises étudiées, on a considéré que la direction de R&D retiendrait une vision générale de l'innovation dans chaque cas. Néanmoins, dû à la diversité de culture et de structures organisationnelles trouvées, l'enquête a impliqué des personnes de différents niveaux hiérarchiques, y compris Directeurs, Dirigeants et Coordinateurs de Secteur.

L'envoi du questionnaire et la réception des réponses ont été personnalisés. Initialement, le questionnaire était envoyé après un premier contact, dans lequel les objectifs de l'enquête et les principaux concepts utilisés étaient présentés et discutés. Une fois reçu le questionnaire et analysées les réponses, un nouveau contact était établi de façon à corriger des éventuelles contradictions et à garantir que les réponses soient effectivement la situation des entreprises.

4. L'ANALYSE ET LA DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats obtenus seront analysés selon deux optiques. Initialement, nous discuterons les compétences regroupées selon les dix groupes de compétences complexes. Ensuite, dans une autre optique d'analyse, les soixante et huit compétences opérationnelles seront classées selon leur nature, de façon à distinguer les compétences techniques, organisationnelles, relationnelles et de moyens. Comme l'étude des compétences selon leur nature montre l'importance critique des compétences organisationnelles, ces compétences seront analysés finalement en particulier.

4.1. L'ANALYSE DES RESULTATS SELON LES GROUPES DE COMPETENCES COMPLEXES

Il faut souligner avant tout que toutes les entreprises ont déclaré qu'elles avaient innové au cours des trois dernières années, aussi bien des innovations produit que des innovations procédé.

Le tableau 2 présente les notes moyennes obtenues par les entreprises pour chacune des compétences analysées. Les valeurs représentent les moyennes des compétences opérationnelles qui composent chacun des dix groupes de compétences complexes. Il est possible d'observer que l'effort d'insérer l'innovation dans la stratégie de l'entreprise est remarquable, quoique les mécanismes qui pourraient traduire cet effort dans des innovations effectives semblent moins développés, en particulier ceux liés à la production de connaissance et à la gestion de ressources humaines et de la propriété intellectuelle. Nous présentons ensuite une vision générale des points forts et faibles des compétences pour innover de la pétrochimie brésilienne.

La compétence «Insérer l'innovation dans la stratégie d'ensemble de l'entreprise» a été identifiée comme la plus développée dans la pétrochimie brésilienne. Cela dénote que les entreprises possèdent en général capacité pour se transformer ou s'adapter. Elles possèdent toutes un bon niveau de contrôle sur la qualité et l'efficacité de leurs produits (4.7/5.0) et ont l'habitude d'évaluer périodiquement leurs processus productifs (3.8/5.0). Il est possible d'identifier, à partir des entretiens, la quête de *benchmarkings*, souvent au niveau international. On constate, néanmoins, une certaine insuffisance dans l'évaluation et mise en oeuvre de nouvelles structures organisationnelles (2.7/5.0), ce qui peut compromettre la capacité à innover, face à la permanente évolution des marchés. De la même manière, les réponses semblent indiquer que la connaissance des compétences du personnel (2.7/5.0) et la diffusion d'une vision globale des activités au sein des employés (2.7/5.0) doivent être améliorées. Les entretiens avec les répondants confirment la dernière constatation. En effet, les stratégies des entreprises, quand elles existent de forme explicite, sont peu diffusées entre les niveaux hiérarchiques.

Les compétences de valeurs moyennes plus élevées qui viennent à suivre sont celles du groupe «Financer l'innovation». Elles peuvent être considérées, dans la moyenne, acceptables dans l'industrie (2.9/5.0). Toutes les entreprises connaissent et sont en contact avec les sources de financement public et privé pour l'innovation (4.3/5.0). Les entreprises évaluent d'avance (2.7/5.0), de forme systématique, l'ensemble de coûts liés à l'innovation, malgré trois des entreprises qui ignorent cette préoccupation. L'évaluation a posteriori des coûts d'une innovation n'est une préoccupation importante que pour deux entreprises (1.1/5.0).

Tableau 2 - Compétences pour innover dans l'industrie pétrochimique brésilienne
(Moyennes sur 5)

Compétence	Moyenne
1- Insérer l'innovation dans la stratégie d'ensemble de l'entreprise	3,3
2- Suivre, prévoir et agir sur l'évolution des marchés	2,7
3- Développer les innovations	2,7
4- Organiser et diriger la production de connaissance	1,9
5- S'approprier les technologies extérieures	2,4
6- Gérer et défendre la propriété intellectuelle	2,0
7- Gérer les ressources humaines dans une perspective d'innovation	2,2
8- Financer l'innovation	2,9
9- Vendre l'innovation	2,4
10- Coopérer pour innover	2,6

Source: Élaboration de l'auteur.

Parmi les compétences les moins développées on peut remarquer les groupes «Organiser et diriger la production de connaissance» et «Gérer et défendre la propriété intellectuelle». Le niveau de développement des compétences pour «**organiser et diriger la production de connaissance**» est particulièrement bas dans l'industrie pétrochimique brésilienne (1.9/5.0). Les réponses obtenues indiquent des structures et des cultures organisationnelles avec basse capacité d'organisation et direction de la production de connaissance, ce qui risque de produire un environnement avec peu d'incitation à l'innovation. La contribution individuelle à la production de connaissance (0.0/5.0) et la production collective de connaissance concernant les concurrents (0.0/5.0) ne sont pas évaluées. Seulement deux entreprises incitent de façon systématique la génération de nouvelles idées et le partage de connaissance. Le degré d'autonomie pour innover est élevé (3.4/5.0), néanmoins l'acceptation de comportements créatifs, non directement productifs, (2.2/5.0) et la valorisation de l'originalité et de la créativité dans l'évaluation individuelle (2.3/5.0) sont remarquablement réduites. D'une façon générale, les entreprises ne récompensent pas les idées originales lorsqu'elles sont adoptées (1.6/5.0).

Les compétences qui constituent la capacité de «**Gérer et défendre la propriété intellectuelle**» se montrent également au dessous de la moyenne (2.0/5.0). En général, il y a une basse préoccupation avec l'existence et la diffusion de copies (1.6/5.0) et avec le combat en justice des copies et des imitations (1.3/5.0). Les entreprises ne veillent pas à dévaloriser les copies et les imitations auprès des clients (1.0/5.0). Il faut s'améliorer dans l'identification et la motivation des personnes qui retiennent les connaissances stratégiques (2.8/5.0) et aussi dans l'identification (2.4/5.0), dans la protection (2.6/5.0) et dans la conservation (1.8/5.0) de ces connaissances. Il convient rappeler que si l'on donne peu d'importance à ces compétences on risque de laisser échapper en faveur de concurrents d'avantages concurrentiels arduement obtenus.

Dans la discussion ci-dessus, les compétences ont été regroupées selon les dix groupes de compétences complexes. L'analyse des groupes, néanmoins, montre qu'un même groupe comprend des compétences opérationnelles de nature diverse. «**Développer les innovations**», par exemple, dépend aussi bien des compétences liées au travail en équipe que de la capacité d'acquérir rapidement des équipements et des inputs technologiquement nouveaux. On propose alors, à suivre, une analyse des soixante et huit compétences élémentaires, selon leur nature.

4.2. L'ANALYSE SELON LA NATURE DES COMPETENCES

Munier (1999) a travaillé sur la base de données de l'enquête SESSI, menée en 1997, selon une approche économétrique. On reprend ici le regroupement des compétences, proposé par Munier (1999), dans quatre groupes distincts: compétences techniques, organisationnelles, relationnelles et de moyens.

Les compétences organisationnelles sont celles qui favorisent la création de nouvelles connaissances, selon le modèle de Nonaka et Takeuchi (1995). Ce groupe englobe celles liées à la gestion des ressources humaines et celles liées à l'innovation dans une dimension transversale à l'intérieur de l'entreprise. Les compétences relationnelles sont les compétences qui agissent sur les marchés (relations avec l'environnement concurrentiel et avec la demande) et celles liées à la capacité de l'entreprise de coopérer, de former des alliances et de s'approprier les technologies extérieures. Les compétences techniques, à leur tour, sont les compétences liées à la gestion de la production et des technologies, essentiellement à l'intérieur de l'entreprise. Les compétences dites «de moyens» sont celles qui permettent à la firme de faire de la R&D, d'obtenir des financements et/ou de vendre l'innovation. Ces sont les compétences qui permettent la mobilisation des ressources de l'entreprise pour développer une innovation et faire face aux coûts qui résultent de ce développement.

Nous avons d'abord réalisé l'analyse de Shapiro-Wilk pour montrer que chacun des groupes des compétences suivait une distribution normale. Cette analyse, ainsi que toutes les autres présentées à suivre, ont été réalisées en utilisant le logiciel Statistica.

Le tableau 3 présente les résultats statistiques descriptifs pour chacun des groupes de compétences mentionnés ci-dessus. Il y est possible d'observer que les compétences techniques, les seules à dépasser le seuil de 3, montrent des notes moyennes supérieures aux autres groupes de compétences.

Tableau 3: Statistiques descriptives selon les groupes de compétences pour innover.

	Moyenne	Minimum	Maximum	Quartile inférieur	Quartile supérieur	Écart type
Compétences techniques	3,33	1,90	4,60	2,70	4,30	0,954580
Compétences Organisationnelles	2,35	0,60	3,60	1,20	3,10	1,042699
Compétences Relationnelles	2,72	0,90	4,30	2,10	3,70	1,090158
Compétences de moyens	2,48	1,50	3,90	1,80	2,80	0,784290

Source: Élaboration de l'auteur à partir de résultats du logiciel *Statistica*.

Si l'on prend les percentiles montrés dans le tableau 3, il est possible d'observer que la distribution des réponses est assez différente entre les compétences techniques et les autres groupes de compétences.

En ce qui concerne les compétences techniques, plus de 75% de l'échantillon serait au-dessus de la valeur 2 de réponse, ce qui veut dire que moins de 25% des entreprises auraient des compétences techniques à des niveaux très bas. Au contraire, dans les autres groupes de compétences, moins de 25% des entreprises posséderaient les compétences à des niveaux élevés, au-dessus de 4, ce qui suggère une différence entre le niveau des compétences de nature technique et les autres. Ces résultats semblent indiquer une significative différence entre le niveau des compétences techniques et des autres groupes (compétences organisationnelles, relationnelles et de moyens) dans l'industrie pétrochimique brésilienne. Des tests d'hypothèse entre les groupes de compétences ont été alors menés. L'hypothèse nulle serait que tous les groupes possèdent moyenne statistiquement égale, c'est-à-dire, il n'y a pas de différences de niveau entre les compétences des quatre groupes. Le rejet de l'hypothèse nulle montrerait qu'il existe une différence statistiquement significative entre les groupes de compétences. Le tableau 4 présente les résultats des tests d'hypothèse.

Tableau 4: Tests d'hypothèses selon les groupes de compétences pour innover.

Les valeurs en rouge sont significatives pour $p < 0,05000$				
Variables	Compétences Techniques	Compétences Organisationnelles	Compétences Relationnelles	Compétences de moyens
Compétences Techniques	1,000000	0,029748	0,100335	0,017131
Compétences Organisationnelles	0,029748	1,000000	0,028683	0,611717
Compétences Relationnelles	0,100335	0,028683	1,000000	0,293422
Compétences de moyens	0,017131	0,611717	0,293422	1,000000

Source: Élaboration de l'auteur

Conformément aux résultats dans le tableau 4, l'hypothèse nulle est rejetée à 5% quand on compare les compétences techniques avec les compétences organisationnelles et avec celles de moyens. Ceci signifie que les différences sont statistiquement significatives. Dans le cas de la comparaison entre les compétences techniques et relationnelles, le test montre qu'à 5% il n'y a pas de différence statistique entre les moyennes des groupes. Les résultats indiquent néanmoins que cette différence est statistiquement significative à 10%.

En ce qui concerne les compétences de moyens, l'hypothèse nulle est acceptée par rapport aux compétences relationnelles et organisationnelles et rejetée par rapport aux compétences techniques.

Finalement, les insuffisances de la pétrochimie brésilienne sont remarquables dans le champ des compétences organisationnelles. Les résultats montrent que les compétences organisationnelles possèdent un degré de développement statistiquement inférieur à ceux des compétences techniques et relationnelles. Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les compétences organisationnelles et les compétences de moyens. Dans la section à suivre, les compétences organisationnelles sont étudiées en particulier.

4.3. L'ANALYSE DES COMPETENCES ORGANISATIONNELLES

Parmi les 68 compétences opérationnelles qui composent le questionnaire appliqué, 32 présentent un contenu majoritairement organisationnel. Ces compétences sont étudiées à suivre. On y cherche à identifier les dimensions organisationnelles particulièrement insuffisantes.

Les compétences organisationnelles, selon Munier (1999), peuvent être divisées en trois groupes. Le premier (groupe I) serait formé par les compétences qui favorisent la création de nouvelles connaissances. Ces compétences mettent en relief les interactions entre les personnes et leur autonomie. Le deuxième (groupe II) engloberait les compétences qui favorisent la dimension transversale de l'innovation et, le troisième (groupe III) serait formé par les compétences d'identification et d'évaluation du savoir individuel et collectif.

Cette division permet une analogie au modèle de création de la connaissance de Nonaka et Takeuchi (1995). Selon ces auteurs, la création de la connaissance est basée sur la mobilisation et la conversion de connaissance tacite. La connaissance est créée initialement au niveau individuel. L'entreprise soutient les personnes créatives et leur donne des conditions pour la création de connaissance. Dans une étape suivante, la connaissance tacite se transforme en connaissance explicite qui combinée à d'autres connaissances explicites produit la nouvelle connaissance. Cette connaissance est transmissible dans une façon formelle et systématique. Elle peut être internalisée et de ce fait contribuer à l'augmentation du propre niveau de connaissance tacite dans la firme. À partir de ces étapes, au fur et à mesure que l'interaction entre connaissance tacite et connaissance explicite s'élève dynamiquement d'un niveau individuel à un niveau organisationnel, il se forme la spirale de la connaissance proposée par Nonaka et Takeuchi (1995).

Ainsi, le groupe I des compétences organisationnelles est formé essentiellement par des compétences élémentaires rapportées à la création de la connaissance au niveau individuel, comme, par exemple, l'incitation à de nouvelles idées, l'autonomie pour innover et la garantie de la protection par l'entreprise de la connaissance stratégique dans le cas de sortie d'un employé. Les compétences du groupe I se rapportent majoritairement aux dimensions tacites de la connaissance. Le groupe II est lié aux dimensions de la connaissance explicite, comme la structuration de l'entreprise autour des projets d'innovation, l'implication de tous les services dans les projets depuis le début et le contrôle de la propriété intellectuelle.

Finalement, le groupe III est formé par les compétences qui rendent possible l'identification et l'évaluation du savoir aussi bien individuel que collectif.

Le tableau 5 présente les résultats statistiques descriptifs trouvés pour les groupes de compétences organisationnelles. Le groupe II est celui qui présente la moyenne la plus élevée. La valeur moyenne est plus élevée même en comparaison avec les compétences relationnelles et des

moyens, montrées précédemment dans le tableau 3. Les valeurs moyennes des compétences organisationnelles du groupe II sont inférieures seulement à celles des compétences techniques, ce qui suggère, de certaine façon, que les questions rapportées à la connaissance explicite ne sont pas à l'origine des insuffisances organisationnelles des entreprises.

Néanmoins, il est possible de remarquer que le groupe II est celui qui présente le plus grand écart de distribution (de 0,00 à 4,50; écart type 1,30). Cela correspond à une remarquable hétérogénéité dans les compétences du groupe II. Si l'on y trouve des entreprises qui considèrent ces compétences très bien développées, il y a néanmoins d'autres qui sont toujours à des niveaux très bas.

Le groupe I présente une moyenne qui est proche de celle de l'ensemble des compétences organisationnelles. En ce qui concerne la connaissance tacite, les entreprises présentent un niveau de compétences peu développé, mais non éloigné de ceux des autres groupes de compétences, si l'on ne considère pas les compétences techniques.

Le groupe III est celui qui présente les notes plus faibles, ce qui peut suggérer des insuffisances remarquables dans la gestion des ressources humaines. Dans l'ensemble des entreprises étudiées, la note moyenne pour le groupe III de compétences organisationnelles se trouve au-dessous de 2. En outre, si l'on observe l'écart type de la distribution (le plus faible parmi les trois groupes), on peut identifier un probable niveau homogène en ce qui concerne les compétences du groupe III dans la pétrochimie brésilienne.

Tableau 5: Statistiques descriptives pour les groupes de compétences organisationnelles

	Moyenne	Minimum	Maximum	Quartile inférieur	Quartile supérieur	Écart type
Compétences Organisationnelles	2,35	0,60	3,60	1,20	3,10	1,042699
Groupe I	2,46	0,50	4,00	1,10	3,40	1,220382
Groupe II	2,95	0,00	4,50	2,30	3,80	1,309156
Groupe III	1,94	0,40	3,60	0,70	2,60	1,069995

Source: Élaboration de l'auteur

Nous menons ensuite des tests d'hypothèse pour identifier si les différences mentionnées ci-dessus à partir des statistiques descriptives sont en effet statistiquement significatives. L'hypothèse nulle est, donc, que les moyennes des groupes sont statistiquement égales. Les résultats des tests d'hypothèse sont présentés dans le tableau 6. Il est possible donc d'affirmer que

les groupes I et II ont des moyennes statistiquement égales, tandis que le groupe III présente une moyenne statistiquement inférieure à celle des groupes I et II. L'hypothèse nulle est alors rejetée pour le groupe III des compétences organisationnelles.

Tableau 6: Tests d'hypothèse pour les groupes de compétences organisationnelles

Variable	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Groupe 1	1,000000	0,116997	0,013792
Groupe 2	0,116997	1,000000	0,008271
Groupe 3	0,013792	0,008271	1,000000

Les valeurs en rouge sont significatives pour $p < 0,05000$

Source: Élaboration de l'auteur

Ces compétences peuvent être identifiées alors comme le point le plus faible des compétences pour innover dans la pétrochimie brésilienne. On y observe des niveaux assez faibles dans les compétences qui rendent possible l'identification et l'évaluation du savoir, aussi bien au niveau individuel que collectif. Il semble ne pas exister chez les entreprises la préoccupation à développer des procédures organisationnelles pour réaliser l'identification et l'évaluation de la connaissance retenue. Cette constatation est corroborée par les faibles valeurs attribuées par les entreprises aux compétences élémentaires qui font partie de ce groupe comme, par exemple, évaluer la contribution de chacun dans la production de la connaissance; évaluer à l'occasion du recrutement l'aptitude à innover; identifier les personnes qui retiennent les connaissances stratégiques; évaluer la nécessité de formation de chacun pour l'innovation. Ces compétences élémentaires ont eu toutes une valeur moyenne de réponse proche à zéro. Cela devient, dans la perspective de Nonaka et de Takeuchi (1995), une limitation critique pour la création de nouvelles connaissances organisationnelles ce qui peut compromettre le processus d'innovation au niveau des entreprises.

5. CONSIDERATIONS FINALES

Ce travail a présenté une proposition d'évaluation des compétences pour innover dont l'objectif est d'identifier et de mesurer le degré de développement des compétences détenues par les entreprises, en vue de leur capacité innovatrice. Le questionnaire proposé se limite à interroger les entreprises sur le développement d'un certain nombre de compétences que l'on suppose être requis pour l'innovation dans l'industrie étudiée, en l'occurrence la pétrochimie brésilienne. La

formulation du questionnaire peut être perfectionnée, mais les résultats initiaux suggèrent qu'il permet de dresser un tableau suffisamment clair de la capacité innovatrice au sein d'une industrie. Le questionnaire a été appliqué dans l'industrie pétrochimique brésilienne, entreprises sous contrôle de capital étranger exclues. L'analyse des réponses a permis en particulier d'identifier de probables points faibles dans la capacité d'innovation des entreprises brésiennes en termes de compétences pour innover. D'abord tout, le niveau de compétences techniques ne semble pas insuffisant. L'industrie présente des niveaux de compétence que l'on peut considérer acceptables au niveau de ces compétences complexes. Les compétences techniques acquises et consolidées chez les pétrochimistes brésiliens suggèrent que l'industrie a déjà accompli le processus d'apprentissage technologique de base, qui serait, d'après la littérature sur l'industrialisation dans les pays en développement, le stage initial dans la construction des capacités innovatrices. Néanmoins, les compétences organisationnelles se révèlent en lignes générales nettement plus faibles. Les entreprises semblent être particulièrement déficientes dans leur capacité d'identifier et d'évaluer le savoir individuel et collectif, ce qui rend fragile le processus de création de connaissance. Conformément aux résultats trouvés, les entreprises de l'industrie pétrochimique brésilienne auraient besoin de concentrer des efforts sur l'amélioration de leurs compétences organisationnelles, en particulier dans les dimensions liées à la gestion des ressources humaines pour l'identification et l'évaluation de la connaissance. Dans ce sens, on doit bien reconnaître les efforts de la majorité des entreprises dans l'introduction d'innovations de gestion, en particulier de systèmes de gestion de l'innovation. Il nous reste à attendre les résultats à moyen terme de ces efforts.

Habituellement, on attribue la limitation de la capacité innovatrice de la pétrochimie brésilienne à une insuffisance d'investissements en technologie. Les faibles montants de dépenses en R&D et la dépendance de technologies extérieures, même dans des projets relativement classiques, certifieraient, selon la vision courante des études et rapports sur l'industrie, les insuffisances fondamentales de l'industrie. Les résultats de ce travail, néanmoins, suggèrent une perspective plus nuancée dans la perception de la capacité innovatrice de l'industrie. Même si les entreprises décident d'augmenter les ressources en R&D et de donner à la technologie une place de prééminence dans leur gestion, les résultats en termes d'innovation peuvent ne pas être obtenus, face principalement aux insuffisances constatées dans certaines compétences organisationnelles critiques dans la création de nouvelles connaissances. En d'autres termes, dans le stage

technologique actuel de l'industrie, il semblerait que des efforts dans les dimensions organisationnelles pourraient augmenter de forme significative la capacité innovatrice de la pétrochimie brésilienne.

En synthèse, la vision qui émerge de l'industrie pétrochimique brésilienne, à partir de cette étude, est celle d'une industrie qui ne peut pas être considérée déstituée de compétences pour innover, mais ces compétences semblent excessivement axées sur le présent. Si l'on s'interroge sur l'avenir de l'industrie pétrochimique brésilienne on trouve un certain nombre de difficultés qui peuvent compromettre son positionnement futur. En fait, il s'agit d'une industrie fondée sur la base d'une technologie acquise sur le marché dans la traditionnelle voie d'industrialisation des pays en développement. Quelques décennies après, cette industrie n'a pas toujours réussi à rattraper entièrement les leaders de la pétrochimie mondiale mais la consolidation d'un nombre expressif de compétences a été développé chez la plupart des entreprises brésiennes, comme l'atteste les résultats de cette enquête, en particulier en ce qui concerne les compétences techniques. Néanmoins, l'industrie chimique et pétrochimique se trouve d'après certains (Spitz, 2003, Kamm and Kamm, 2004) à la veille de transformations de fond qui toucheraient les principes d'organisation de la production autour des matières premières fossiles au profit des matières premières renouvelables (Boerrigter et al, 2005) et d'une technologie que l'on veut plus «verte» (Jenck et al, 2004). Cette nouvelle base productive pourrait représenter une opportunité pour que l'industrie brésilienne prenne le devant de la scène et se place au niveau des nouveaux leaders de l'industrie. Est-ce que les compétences pour innover des entreprises brésiennes sont en mesure de répondre à ces défis stratégiques?

Les résultats issus de cette étude ne sont pas très optimistes. D'une certaine façon, il manque à l'industrie exactement de compétences nécessaires pour construire son avenir, c'est à dire, les compétences organisationnelles liées à la construction de la connaissance, ou, pour reprendre Dutrénit, 2004, dans une perspective plus large, la capacité de construire des capacités stratégiques. Les efforts de l'industrie, à présent axés sur les systèmes de gestion et en particulier sur la gestion de l'innovation, peuvent s'avérer insuffisants face au défi stratégique qui se présente.

Cette perspective suggère qu'il serait intéressant d'explorer dans des recherches postérieures la présence ou non d'une pensée stratégique qui puisse servir de base à une perspective de

croissance et de futur dans les entreprises brésiliennes. Est-ce que les origines des difficultés de la pétrochimie brésilienne se trouvent plutôt à ce point particulier?

RÉFÉRENCES

- Arora, A.; Landau, R.; Rosenberg, N., *Chemicals and Long-term Economic Growth: Insights from the Chemical Industry*, New York: John Wiley, 1998.
- Barney J. B., "Firm Resources and Sustained Competitive Advantage", *Journal of Management*, 17, p. 99-129, 1991.
- _____, *Gaining and Sustaining Competitive Advantage*, Addison-Wesley, 1996.
- _____, "Resource-based theories of competitive advantage: A ten-year retrospective on the resource-based view", *Journal of Management*, 27, p. 643-650, 2001.
- Barros, H., *Gestão de Pesquisa e Desenvolvimento: Caso da indústria brasileira de polímeros*, Thèse de M. Sc., IMA (Instituto de Macromoléculas), Université Fédérale de Rio de Janeiro, 1998.
- Boerrigter H., van der Drift A., Deuwaarder E. P., «Biomass to liquids : opportunities and challenges within the perspectives of the EU Directives», presented at the 5th Annual GTL Tech, Doha, Qatar, 28-29 november 2005.
- Bomtempo J. V., *Innovation et organisation, le cas de l'industrie des polymères*. Thèse de doctorat en Économie Industrielle, CERNA/ École des Mines de Paris, 1994.
- Collis, D.; Montgomery, C., "Competing on Resources: Strategy in the 1990s", *Harvard Business Review*, July/agost, p. 118-128, 1995.
- Coutinho, P., *Estratégia Tecnológica e Gestão da Inovação: uma estrutura analítica voltada para os administradores*, Thèse de doctorat, Gestion et Innovation Technologique, Escola de Química, Université Fédérale de Rio de Janeiro, 2004.
- Durand, TH., "L'alchimie de la compétence", *Revue française de gestion*, jan-fév, p. 84-102, 2000.
- Dutrenit, G., "Building Technical Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay", *Science, Technology & Society*, 9:2, 2004.
- Figueiredo, P., "Learning, capability accumulation and firm differences: evidence from latecomer steel", *Industrial and Corporate Change*, vol. 12, n. 3, p. 607-643, 2001.
- _____, "Does technological learning pay off? Inter-firm differences in technological capability-accumulation paths and operational performance improvement", *Research Policy*, 31, p. 73-94, 2002.
- François J.-P.; Goux, D.; Guellec, D. ; Kabla, I. ; Temple, PH., "Décrire les compétences pour l'innovation: une proposition d'enquête", in *Innovations et performances, approches interdisciplinaires*, Foray, D. ; Mairesse, J., eds, Éditions EHESS, 1999.
- Hamel, G.; Prahalad, C. K., "The core competence of the corporation", *Harvard Business Review*, p. 79-91, 1990.
- _____; _____, *Competindo pelo futuro*, Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- Jenck J., Agterberg F., Droescher J., «Products and processes for a sustainable chemical industry : a review of achievements and prospects», *Green Chemistry*, 6, 544-556, 2004.
- Kamm B., Kamm M., «Principle of biorefineries», *Appl Microbiol Biotechnol*, 64, 137-145.
- Kim, L., "Building Technological Capability for Industrialization: Analytical Frameworks and Korea Experience", *Industrial and Corporate Change*, 8, 1, march, 1999.

- Leonard-Barton, D., *Wellsprings of knowledge: building and sustaining the sources of innovation*, Boston: Harvard Business School Press, 1995.
- Munier F., *Taille de la firme et innovation: approches théoriques et empiriques fondées sur le concept de compétence*, Thèse de doctorat en sciences économiques, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 1999.
- Nelson, R.; Winter, S., *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- Nonaka; I.; Takeuchi, H., *The Knowledge-Creating Company*, New York: Oxford University Press, 1995.
- Pavitt, K., “Innovating routines in the business firm: what corporate tasks should they be accomplishing?”, *Industrial and Corporate Change*, 11 (1), p.117-133, 2002.
- Penrose, E., *The theory of the growth of the firm*, New York: John Wiley, 1959.
- _____; Pisano, G.; Shuen, A., “Dynamic Capabilities and Strategic Management”, *Strategic Management Journal*, 18:7, p. 509-533, 1997.
- Spitz, P. *The Chemical Industry at the Millennium – Maturity, Restructuring and Globalization*. Chemical Heritage Press. Philadelphia, PA., 2003
- Von Hippel E., *The Sources of Innovation*, New York: Oxford University Press, 1988.
- Wernerfelt, B., “A resource-based view of the firm”, *Strategic Management Journal*, 5, 2, p. 171-180, 1984.