



**LABORATOIRE D'ÉCONOMIE
DE LA FIRME ET DES INSTITUTIONS
EA 4012 - UNIVERSITÉ LUMIÈRE LYON 2**

Christian LE BAS

**La diversification technologique comme
processus ambidextre.
Une analyse empirique sur un panel de
Firmes multinationales**

**Working paper n° 2008-5
Date (12/2008)**

*Laboratoire d'Économie de la Firme et des Institutions
Research Center on Firm and Institutional Economics*

**LÉFI – ISH, 14 AVENUE BERTHELOT, 69363 LYON CEDEX 07
TÉL : 04.72.72.64.07 – FAX : 04.72.72.65.55
E-MAIL : lefi@ish-lyon.cnrs.fr**



La diversification technologique comme processus ambidextre. Une analyse empirique sur un panel de Firmes multinationales¹.

Christian Le Bas

Université Lyon 2

LEFI

ISH 14 avenue Berthelot, 69363 LYON cédex 07

Mel: Christian.lebas@univ-lyon2.fr

Résumé

Nous partons de l'hypothèse que dans tout processus de diversification technologique la firme à la fois explore et exploite de nouveaux champs de connaissances technologiques, elle est ainsi dans un *processus ambidextre*. Le but de la recherche est d'examiner si ces deux formes de diversification technologique se retrouvent dans les stratégies d'un grand nombre de grandes firmes et d'expliquer pourquoi une firme adopte plutôt l'une que l'autre en recensant les facteurs qui jouent en faveur de l'une et/ou de l'autre stratégie. L'analyse est fondée sur une base de données de *brevets* européens possédés par 294 firmes multinationales sur deux périodes de temps (1988-1990, 1994-1996). Nous définissons 3 indicateurs de diversification. On montre que la population de firmes qui se diversifient fortement dans leur base de connaissance (exploitation) et qui se diversifient également fortement en dehors (exploration) est la plus élevée. On montre que la diversification dans la base de connaissances et que la diversification en dehors de la base de connaissances ne sont expliquées ni par la taille des activités de connaissances, ni par le niveau d'internationalisation technologique (après contrôle par le pays et le champ technologique principal). Ces premiers résultats apparaissent prometteurs et l'analyse peut faire l'objet d'améliorations.

¹ Cet article a fait l'objet d'une communication aux Journées transdisciplinaires de recherche de l'IREGE (28 septembre 2008, Annecy). Une première version de ce texte a été présentée au Séminaire GOSPI du 18-19 Octobre 2007. Je remercie les participants à ce séminaire de leurs remarques. J'ai bénéficié du concours de Bogdan Suchecki (Université de Lodz, Pologne) pour les traitements statistiques et d'un financement de la région Rhône-Alpes dans le cadre du cluster de recherche GOSPI. J'ai tenu compte des remarques des rapporteurs qui ont expertisé le projet de communication pour les journées transdisciplinaires de recherche de l'IREGE. J'ai également bénéficié des idées pertinentes de Virgile Chassagnon.

1. Contexte et but de la recherche : diversification technologique et ambidextrie.

La diversification est un sujet majeur de l'économie de la firme et de l'industrie. Chandler (1977) a montré l'importance de cette stratégie dans la croissance de long terme de la grande firme. Son approche a ouvert toute une série de recherches associant diversification et performance des firmes (voir parmi d'autres : Christensen et Montgomery, 1981; Markides et Williamson, 1996). L'analyse de Chandler se concentre toutefois uniquement sur la diversification de produits. Jusqu'à très récemment, la diversification était associée au produit. Aujourd'hui, dans de nombreux travaux, on pense la diversification en termes de compétences technologiques (ou diversification technologique plus simplement). De nouveaux constats empiriques extrêmement riches ont été établis concernant les activités de connaissances des grandes firmes, en particulier les grandes firmes multinationales (FMN). Elles sont multi-technologies (Grandstrand et al., 1997) et donc par nature diversifiées du point de vue de leur connaissances technologiques. Sous l'effet des opportunités des progrès dans les sciences et les technologies, elles se diversifient de plus en plus en termes de technologies. La diversification technologique constitue ainsi une tendance forte au cœur de la croissance et de l'évolution des firmes (Cantwell et al., 2004)². On a pu observer par exemple que la diversification technologique explique la croissance et les performances des firmes (Cantwell et Piscitello, 2000 ; Gambardella et Torrisi, 1997), et que la « cohérence de la firme » constituait une variable clé dans la relation entre diversification et performance (Piscitello, 2000 et 2004). Le message de Penrose (1959) n'était pas très différent : la firme a besoin de diversifier ses « capabilities » de façon à prendre un avantage sur ses concurrents. Les produits sont devenus multi-technologies (et les technologies sont multi-produits), toutefois la diversification technologique n'explique pas la diversité des produits (Grandstrand et al., 1997). Le Bas et Patel (2005) montrent, à partir d'estimations en coupe sur un échantillon de 340 FMN, que le niveau d'internationalisation de la R-D détermine l'échelle de la diversification technologique. L'analyse des *déterminants* de diversification technologique des firmes restent une question encore largement ouverte. Un récent travail extrêmement riche, quoique limité à deux entreprises japonaises, de Suzuki et Kodama (2004) offre d'intéressantes perspectives. Suzuki et Kodama (2004) distinguent deux types de diversification technologique : une diversification technologique visant à *explorer autour* des

² Encore que des auteurs ont montré que pour certains secteurs une tendance à la spécialisation technologique pouvait apparaître (voir notamment von Tunzelmann, 1996).

compétences technologiques cœur des FMN, et une diversification technologique dite « exotique », amenant l'entreprise à rechercher dans des champs de connaissances technologiques très éloignés de ses compétences de base.

Le thème de l'ambidextrie est associé à des schémas de management des activités de recherche (laboratoires) des grandes firmes. Il nous semble toutefois qu'on trouve dans la littérature deux conceptions de l'ambidextrie. Une première conception qu'on qualifie de strictement définie, celle de Tushman et O'Reilly (1996). Une organisation qui survit (réussit) évolue à travers des périodes de changements incrémentaux ponctuées par des changements « révolutionnaires »: « the ability to simultaneously pursue both incremental and discontinuous innovation and change results from hosting multiple contradictory structures, processes and cultures between the same firm...balancing these tensions » (Tushman et O'Reilly, 1996 : 287). L'organisation ambidextre est donc celle qui met en œuvre à la fois le changement incrémental et le changement révolutionnaire (il n'y a pas –encore- de référence au trade-off exploitation/exploration). Il existe également une conception plus générale ou plus « large » retenue dans la littérature mais pas nécessairement contradictoire avec la première. Elle renvoie aux travaux fondateurs de March : « *exploiter* les compétences existantes et *explorer* de nouvelles voies de connaissances » (March, 1991 ; Levinthal et March, 1993 ; Dosi et Marengo, 1994). Elle peut donc être pensée comme un management du trade-off exploration/exploitation (Dosi et Marengo, 1994). Les deux approches de l'ambidextrie proposent une vision des stratégies des firmes dans les activités de connaissances.

L'hypothèse centrale de ce travail est qu'il y a beaucoup d'avantages à mieux articuler ambidextrie et diversification technologique. Tel est l'objet de ce papier. Le plan de l'article est le suivant : la section 2 présente le cadre et les hypothèses fondatrices de la recherche et la section 3 nos hypothèses opérationnelles. Nos données et nos principales variables sont ensuite détaillées. Les deux sections suivantes décrivent nos résultats.

2. Cadre d'analyse et hypothèses fondatrices: théorie évolutionniste de la firme et diversification technologique comme processus ambidextre.

Dans ce papier, nous prenons comme référent l'analyse évolutionniste de la firme fondée sur les travaux pionniers de Nelson et Winter (1982), et enrichie des analyses ultérieures de notamment Dosi et Marengo (1994), Kogut et Zander (1992), Langlois et Foss (1999), Marengo (1992), Teece et Pisano (1994), Winter (1982, 1987). Pour la définir très

rapidement elle repose sur deux propositions : premièrement, au cœur d'une organisation économique, comme la firme, il y a des connaissances idiosyncrasiques et des modes de production et d'action qui constituent des ressources essentielles (" the firm as a repository of knowledge "), secondement, ce sont ses connaissances et ses compétences qui lui permettent de survivre, de se développer (innover) et de croître. Cette théorie de la firme est parfaitement compatible avec celle énoncée par la théorie des ressources ou des " capabilities " de la firme (Durand, 2000) qui remonte notamment aux travaux de Penrose (1959) et Richardson (1972). La théorie comportementaliste des organisations (Cyert et March 1963) a également nourri l'analyse évolutionniste du comportement de la firme. La nature de la firme est d'organiser les connaissances productives et organisationnelles, d'en assurer la reproduction sur une échelle élargie (apprentissage) pour produire de façon compétitive (et survivre). L'analyse a donc pour objectif d'étudier le cœur plus que les frontières de la firme qui reste l'objet central de l'approche par les coûts de transaction (Williamson, 1975) sur la spécificité des actifs et les comportements opportunistes. Il est clairement établi, en revanche, que la construction des connaissances et des compétences nécessaires ne peut pas se faire par le système des prix. En cela, l'approche évolutionniste diverge fondamentalement d'avec l'approche de la firme comme nœud de contrat. Il n'est pas sérieusement concevable de penser que les transactions concernant les connaissances/compétences des agents puissent s'organiser à travers des contrats bilatéraux orchestrés par un coordinateur (Teece, 2002).

Cette vision évolutionniste est validée par nombre d'études contemporaines très documentées mettant l'accent sur l'importance des connaissances comme source d'innovation et de performances accrues (notamment Chandler, 1991, Leonard-Barton, 1995, Nonaka et Takeuchi 1997). Elles donnent une plus grande validité et tendent à justifier le réalisme des options de l'approche évolutionniste de la firme qui a pour ambition d'être une " Économie de la compétence organisationnelle". Les connaissances de l'organisation possèdent d'importantes propriétés : en partie tacites, soumises à apprentissage, " path-dependent ". On se concentre ici sur une des propriétés des compétences (que nous distinguons pas des connaissances) technologiques des firmes, le fait qu'elle soient diversifiées dans leur structure (pour une étude générale des propriétés des compétences organisationnelles on se reportera à Dosi et al., 2002). Les firmes qui survivent sur les marchés sont celles qui peuvent recomposer leurs compétences, leurs capacités dynamiques (Teece et Pisano, 1994).

Dans tout processus de diversification technologique la firme à la fois explore de nouveaux champs de connaissances technologiques et exploite les anciens. Elle est fondamentalement

halshs-00356252, version 1 - 27 Jan 2009

dans un *processus ambidextre* au sens de March (1991) et de Levinthal et March (1993). Toute diversification technologique s'apparente à une recherche, à une expérimentation (un apprentissage): soit on expérimente dans les champs de connaissances déjà maîtrisés, on exploite donc les connaissances déjà acquises, soit la firme explore (recherche) dans des champs de connaissances nouveaux, loin de sa base de connaissances déjà maîtrisée. Par exemple Frost (2001, p 120) indique que les firmes multinationales exploitent à la fois les actifs existants sur les marchés extérieurs et explorent de nouveaux actifs (ou « capacités »). On adopte donc une conception « large » de l'ambidextrie, pas seulement limitée aux activités d'un laboratoire de recherche mais à l'ensemble des activités de connaissances des firmes (recherche-développement, design, ingénierie). Notre hypothèse centrale est donc que *toute diversification technologique est un processus ambidextre*. Chaque firme peut être caractérisée par une position particulière sur le trade-off exploration/exploitation. Il en va ainsi car les activités de connaissances (comme toute activité humaine d'ailleurs) sont sujettes à apprentissage. Toute la théorie (principalement évolutionniste) du progrès technique et de la firme avance que la firme ne peut passer brutalement d'une base technologique (ou compétences cœur) caractérisée par un ensemble technologique donné à un autre type de base technologique (voir par exemple parmi beaucoup d'autres: Cohen, 1995; Patel et Pavitt, 1995; Teece et Pisano, 1994). Elle ne peut à court terme qu'infléchir sa trajectoire. Récemment, O'Reilly et Tushman (2007), reprenant les intuitions de Teece et Pisano (1994), ont montré comment l'ambidextrie organisationnelle constituait en fait une compétence dynamique permettant à la firme de résoudre le dilemme de l'innovateur, d'innover de façon persistante et de survivre. C'est dans cette perspective que nous nous situons dans ce papier avec toutefois le présupposé que derrière les capacités dynamiques il y a les processus de diversification technologique qui recomposent l'échelle, le contenu et la structure des compétences de la firme.

3. Discussion et hypothèses opérationnelles

La frontière entre l'exploitation et l'exploration est parfois floue, aussi devons-nous proposer des définitions précises et rigoureuses si l'on veut conduire des recherches empiriques fructueuses. On distinguera :

- a. Le processus de *diversification localisée*, c'est-à-dire une diversification au sein des compétences cœur de la firme. Elle correspond à une *exploitation* de la base de connaissances.

- b. Quand la firme diversifie ses connaissances technologiques loin de sa base de connaissances (la diversification « *exotique* » de Suzuki et Kodama, 2004), on a un processus d'*exploration* de nouvelles connaissances. Il s'agit d'une exploration loin des connaissances technologiques-cœur.

Le but de la recherche est

- 1) d'examiner si ces deux formes de diversification technologique se retrouvent dans les stratégies d'un grand nombre de grandes firmes (autrement dit si les firmes sont réellement ambidextres)
- 2) d'expliquer pourquoi une firme adopte plutôt l'une des deux diversifications technologiques comme stratégie dominante. Autrement dit, on se propose ainsi d'expliquer où les (grandes) firmes se situent sur le trade-off exploration/exploitation et quels sont les facteurs qui peuvent expliquer le choix de cette position.

4. Données, variables et méthodologie

L'analyse empirique est construite sur une base de données de *brevets* européens possédés par 294 firmes multinationales sur deux périodes de temps (1988-1990, 1994-1996) représentant environ un peu plus de la moitié du dépôt de brevet mondial. Nous donnons ici des précisions sur les données de brevets européens que nous mobilisons. Il nous faut en premier lieu remarquer que l'usage de données de brevets comme indicateur d'activité d'innovation est maintenant très répandu (voir en particulier Jaffe et Trajtenberg, 2002). Tous les chercheurs sont néanmoins conscients qu'il s'agit d'une mesure malheureusement imparfaite de l'innovation et des connaissances pour la produire. Il suffira de noter les trois limites principales reconnues du brevet comme indicateur d'innovation (Griliches, 1990): toutes les innovations ne sont pas brevetées (l'appartenance sectorielle joue ici un rôle) et brevetables, le brevet ne rend compte que des connaissances codifiées, les inventions brevetées diffèrent grandement quant à leur valeur économique. Mais, à coté, on note des avantages indéniables (Patel et Pavitt, 1991): données régulières sur une longue période de temps et décomposées par champs technologiques. Nous considérons que le brevet constitue un output des activités de connaissances, et qu'il permet de cartographier les activités de connaissances des firmes³. Ce qui est incomparable lorsque l'on veut mesurer la variété des compétences technologiques des firmes. Nous avons choisi le brevet européen (les brevets enregistrés à l'Office européen des brevets) qui possède plusieurs avantages (voir notamment Le Bas et Sierra, 2002). L'un

³ Voir parmi d'autres Narin et al. (1987).

est tout à fait essentiel : le fait qu'il soit vraiment international, c'est-à-dire qu'il ne dépende pas d'un office national. Il s'ensuit qu'aucune firme d'aucun pays n'a d'avantages à breveter dans ce système. Les comparaisons entre pays ou entre firmes de différents pays ne sont biaisées. En revanche, le brevet américain seulement valable sur le territoire américain tend à surestimer le dépôt de firmes américaines ou ayant une implantation aux Etats-Unis (Patel et Vega, 1999). L'intérêt de travailler sur des firmes multinationales est que nous avons une image globale (mondiale) de toutes les activités de connaissances des grandes firmes. Cela permet d'intégrer exhaustivement l'ensemble des facteurs concernant le renouvellement et les transformations de leurs activités de connaissances. Les données ont été retraitées de manière à conserver pour les deux périodes de trois ans le même périmètre aux entreprises de l'échantillon (celui de la seconde période). En d'autres termes, ont été gommé les effets du changement structurel au niveau de chacune des firmes. Ceci constitue une limite de notre travail. Cette base de données a déjà été mobilisée dans des travaux antérieurs (Le Bas et Sierra, 2002 ; Le Bas et Patel, 2005, Le Bas et Patel, 2007)⁴.

Le tableau 1 donne des informations sur la composition de l'échantillon de firmes en termes de nationalité et de champ d'activité technologique principal. L'échantillon est d'abord homogène en ce que nous avons retenu seulement les grandes firmes qui sont triadiques et présentes sur les deux périodes⁵. Nous utilisons des données de brevets distribués sur les 30 champs technologiques élémentaires, agrégés ensuite en 6 macro-champs technologiques (voir Le Bas et Sierra, 2002)⁶. Les macro-champs définissent le champ d'activité technologique principal de la firme (la firme possède le plus grand nombre de brevets dans ce champ).

Tableau 1. Distribution des firmes selon la nationalité et le champ d'activité technologique principal

| Pays | USA | Japon | Europe | Total |
|--|------|-------|--------|-------|
| Champ d'activité technologique principal | | | | |
| Electronique (ELE) | 7.9 | 7.1 | 5.4 | 20.4 |
| Instrumentations (INS) | 5.4 | 2.4 | 2.4 | 10.1 |
| Chimie et pharmacie (CHIM) | 10.9 | 9.1 | 11.3 | 31.3 |
| Processus industriel (IND) | 4.0 | 1.8 | 7.7 | 13.6 |
| Mécanique et ingénierie (MECA) | 5.2 | 4.2 | 11.4 | 20.9 |
| Bien de consommation, BTP | 1.2 | 0.6 | 1.8 | 3.7 |
| Total | 34.7 | 25.2 | 40.1 | 100.0 |

⁴ On invite le lecteur à se reporter à ces travaux pour une meilleure connaissance de la base de données, notamment les conventions utilisées pour la consolidation des filiales, la classification des brevets, etc.

⁵ Des firmes coréennes et canadiennes ont ainsi été retirées de l'échantillon primitif.

⁶ La nomenclature des champs figure à l'annexe 1.

Nous analysons la diversification technologique de la firme i à travers plusieurs variables. En premier lieu l'indice général de diversification technologique :

$$DIV(i) = 1 - HER(i)$$

Où $HER(i)$ est l'indice d'Herfindahl-Hirschman construit à partir des dépôts de brevet dans les 30 différents champs⁷. Cet indice est maintenant un standard dans les analyses empiriques de la diversification (voir par exemples les différentes contributions dans Cantwell *et al.*, 2004).

Deux autres indices sont définis décrivant chacun un type de diversification technologique :

- *DIVwithin*, mesure la diversification technologique interne au macro-champ correspondant aux compétences cœur de la firme i .
- *DIVbetween*, mesurant la diversification technologique *entre* les 6 macro-champs pour la firme i .

Ces deux indicateurs sont construits à partir des indices d'Herfindahl-Hirschman correspondants. Là également le recours à cet indice s'imposait, il permet de connaître avec le premier comment la firme est diversifiée dans son champ de compétences principales, et avec le second si elle se diversifie aussi dans les champs de connaissances qui n'occupent pas son domaine cœur. Ainsi, *DIVwithin* élevé correspondrait plutôt au premier type de diversification de Suzuki et Kodama (2004). La firme *exploite* dans sa base de connaissances (diversification au sein de son macro-champ principal). *DIVbetween* élevé serait plus associé au second type de diversification. Il y a alors *exploration*. *DIV* pouvant être utilisé pour vérifier nos résultats. Par exemple, cet indicateur permet de vérifier si le premier type de diversification (qui signifie en fait une plus forte concentration dans le macro-champ principal) est associé à une plus forte diversification générale que dans le cas de la diversification technologique dite « exotique ». Bien entendu pour *DIVwithin* > 0 et *DIVbetween* > 0 on a un processus ambidextre.

On construit le plan *DIVwithin/DIVbetween* qu'on partitionne en 4 parties d'aires égales. On choisit *DIVwithin* = *DIVbetween* = 0,5 pour obtenir cette partition⁸.

5. Les stratégies de diversification technologique: résultats empiriques

Toutes les firmes dans l'échantillon ont des indicateurs de diversification (*DIVwithin* et *DIVbetween*) non nuls. En cela on a une confirmation que toutes *exploitent* leur base de

⁷ Dans l'annexe 2 on trouvera une définition et la méthode de construction de cet indice.

⁸ On a examiné les changements qui interviennent en choisissant d'autres seuils autour de 0,5. Les résultats ne sont pas sensiblement différents.

connaissances principales et *explorent* de nouveaux champs situés en dehors de cette base. Toutefois, elles le font avec des *intensités très différentes* témoignant d'engagement dans des stratégies de diversification technologique plutôt typées. On a en fait 4 stratégies différentes correspondant à une aire particulière du plan (voir tableau 2):

- Stratégie 1 : spécialisation technologique au sein du macro-champ dominant, mais diversification forte entre macro-champs
- Stratégie 2 : diversification dans le macro-champ dominant (les compétences cœur) et entre macro-champs (la diversification technologique est en quelque sorte maximum)
- Stratégie 3 : diversification forte dans le macro-champ dominant, mais pas entre macro-champs
- Stratégie 4 : peu de diversification en général, très forte spécialisation au sein du macro-champ dominant (la spécialisation technologique est maximum).

Tableau 2. Quatre stratégies de diversification ⁹

*DIV*within

0

| | |
|--|---|
| <p>S1</p> <p>Spécialisation technologique au sein du macro-champ dominant, mais diversification forte entre macro-champs</p> <p>Faible exploitation et forte exploration</p> <p>n=107</p> | <p>S4</p> <p>Peu de diversification en général, très forte spécialisation au sein du macro-champ dominant</p> <p>(spécialisation maximum)</p> <p>Faible exploitation sans exploration</p> <p>n= 85</p> |
| <p>S2</p> <p>Diversification dans le macro-champ dominant et entre macro-champs</p> <p>(diversification maximum)</p> <p>Forte exploitation et forte exploration (forte ambidextrie)</p> <p>n= 220</p> | <p>S3</p> <p>Diversification forte dans le macro-champ dominant, mais pas entre macro-champs</p> <p>Forte exploitation sans exploration</p> <p>n=182</p> |

1

0,5

0

*DIV*between

Légende. On traite les firmes comme différentes entre les deux périodes. On a donc 594 firmes. On indique la répartition des firmes entre les 4 stratégies. La stratégie 1=Faible exploitation et forte exploration, la stratégie 2 = Forte exploitation et forte exploration (processus ambidextre au sens strict), la stratégie 3 = Forte exploitation sans exploration, la stratégie 4 = Faible exploitation sans exploration. Le graphe est orienté de gauche à droite pour *DIV*between et de bas en haut pour *DIV*within.

Bien que toutes les firmes soient engagées dans des processus ambidextres on considère par convention que la stratégie 2 correspond à une ambidextrie maximum puisqu'elle exploite fortement et explore également intensivement. La population de firmes dans ce cas est nettement plus importante. Symétriquement les firmes très spécialisées (S4) sont minoritaires¹⁰. La diversification forte dans le macro-champ (*DIV*within > 0,5) caractérise la position de 68 % des firmes, la diversification forte entre macro-champs (*DIV*between > 0,5) caractérise la position de 55 % des firmes (sachant que des firmes suivent les deux types de diversification).

⁹ On rappelle que exploitation= diversification au sein du macro-champ dominant et que exploration= diversification entre macro-champs.

¹⁰ Dans ce cas de cette stratégie les firmes ne sont pas vraiment sur le trade-off exploration/exploitation.

Que beaucoup de firmes de notre échantillon soient ambidextres ne doit pas surprendre. Il s'agit de très grandes firmes, multinationales, souvent leaders dans leur secteur d'activité, innovantes de façon persistante, et disposant de « capacités dynamiques ».

6. Les facteurs expliquant les types de diversification : résultats des régressions (en coupe)

Différents types d'exercices économétriques sont envisageables. Nous testons en premier lieu, plusieurs modèles pour expliquer *DIVwithin* et *DIVbetween*. On utilise les moindres carrés ordinaires s'agissant d'une première analyse.

Les variables indépendantes sont (ou *i* désigne la firme, et *t* la période de temps)¹¹:

- la taille des activités de connaissances (approximée par le nombre total de brevets déposés): *Tecsize* (*i,t*),
- le log du niveau d'internationalisation technologique mesuré par la part des brevets inventés à l'étranger : *INT*(*i,t*),
- le niveau de diversification technologique calculé sur les 30 champs technologiques : *DIV* (*i,t*),
- les compétences- cœurs (les 6 macro-champs technologiques),
- le pays d'origine de la firme (USA, Europe, Japon),
- la période de temps *T* (1988-1990 versus 1994-1996).

Toutes ces variables sont déjà signalées dans le travail pionnier de Grandstrand et al. (1997), elles peuvent avoir une influence sur la stratégie de diversification technologique de la grande firme. Par exemple dans un travail antérieur sur la relation diversification technologique et internationalisation de la recherche-développement, et avec le même échantillon de firmes, on a mis en évidence que la variable *DIV* est expliquée en général par la taille des activités de connaissances, et par le niveau d'internationalisation technologique (Le Bas et Patel, 2005).

¹¹ L'annexe 3 donne quelques statistiques concernant les variables quantitatives.

Tableau 3. Estimation.Variable dépendante: *Divbetween*

| Variable | Coefficient | Écart-type | Prob. $ Z >z$ |
|-----------|-------------|------------|----------------|
| Constante | 0.63958233 | 0.06306353 | 0.0000 |
| DIV | -0.01042366 | 0.05551247 | 0.8511 |
| INT | 0.05661547 | 0.05016451 | 0.2591 |
| TECSIZE | -0.00001851 | 0.00003129 | 0.5540 |
| JAPON | -0.00406850 | 0.02701855 | 0.8803 |
| EUROPE | -0.02933691 | 0.02365636 | 0.2149 |
| ELE | -0.10284197 | 0.05976288 | 0.0853 |
| INS | -0.12498547 | 0.06323304 | 0.0481 |
| CHIM | -0.08614668 | 0.05852186 | 0.1410 |
| IND | -0.05125546 | 0.06192642 | 0.4078 |
| MACH | -0.07598290 | 0.05935062 | 0.2005 |
| T | -0.00376961 | 0.02003538 | 0.8508 |

Méthode d'estimation: MCO, $R^2 = 0.018$, Nombre d'observations : 594.

Le coefficient des USA, du macro-champ Bien de consommation, BTP et de la période 1994-1996 sont intégrés dans la constante.

Tableau 4 EstimationVariable dépendante : *Divwithin*

| Variable | Coefficients | Ecart-types | Prob. $ Z >z $ |
|-----------|--------------|-------------|-----------------|
| Constante | 0.46234156 | 0.07106064 | 0.0000 |
| DIV | -0.15439102 | 0.06255203 | 0.0136 |
| INT | 0.02606324 | 0.05652589 | 0.6447 |
| TECSIZE | -0.000029211 | 0.00003525 | 0.4074 |
| JAPON | 0.04809189 | 0.03044478 | 0.1142 |
| EUROPE | -0.01655427 | 0.02665623 | 0.5346 |
| ELE | 0.07250276 | 0.06734144 | 0.2816 |
| INS | 0.03447896 | 0.07125165 | 0.6285 |
| CHIM | 0.02617219 | 0.06594305 | 0.6914 |
| IND | 0.11058136 | 0.06977933 | 0.1130 |
| MACH | 0.07436553 | 0.06687690 | 0.2661 |
| T | 0.00180794 | 0.02257608 | 0.9362 |

Méthode d'estimation: MCO, $R^2 = 0.03$, Nombre d'observations: 594

Le coefficient des USA, du macro-champ Bien de consommation, BTP et de la période 1994-1996 sont intégrés dans la constante.

La théorie économique ne nous dit rien a priori qui pourrait nous aider à prédire le signe des coefficients. On ne peut donc faire ici que des conjectures. Par exemple que la taille des activités de connaissances pourrait être un déterminant positif de la diversification « exotique » car cette firme possèdent nécessairement des moyens financiers pour explorer. De même, on peut penser a priori que plus la firme est internationalisée du point de vue de ses activités de connaissances, plus elle devrait avoir la capacité de se diversifier du point de vue technologique (elle peut avoir accès à des connaissances très différentes). Le type de stratégie

en matière d'internationalisation (« home-base-augmenting » versus « home-base-exploiting »¹²) constitue maintenant une dimension cruciale dans la littérature sur l'internationalisation de la recherche-développement (voir notamment Patel et Vega, 1999 ; Le Bas et Sierra, 2002).

Les résultats des estimations sont donnés dans les tableaux 3 et 4. Ils font apparaître que¹³ :

- Les variables expliquant *DIVbetween* (très faible R^2 : 1,6 %) sont les trois macro-champs : électronique, instruments, et avec une significativité moindre la Chimie. L'appartenance à ces macro-champs explique négativement *DIVbetween*. Autrement dit, les firmes de ces champs se diversifient peu dans la dimension « between ».
- Les variables expliquant *DIVwithin* (très faible R^2 : 3 %). La variable *DIV* a un impact négatif et très fortement significatif (au seuil de 1%), La variable *DIV* affecte donc négativement la propension à s'engager dans l'exploitation. Ce qui peut être considéré comme immédiat puisque l'indicateur *DIV* calculé sur nos 30 champs technologiques constitue la mesure la plus naturelle de la diversification technologique, sans tenir compte de la base de connaissances de la firme (ses compétences cœur). La variable Japon a un impact positif (mais avec une significativité beaucoup plus faible).

Il n'y a pas d'effet temps. Autrement dit les compétences technologiques des firmes sont assez inertielles¹⁴. Elles ne se recomposent que lentement.

Ces résultats pourraient montrer que les types de diversification choisis dépendent en fait plus de considérations stratégiques spécifiques à la firme (accès au marché, types d'innovation choisie, etc...) que de facteurs structurels¹⁵.

¹²

¹³ Les résultats détaillés sont disponibles auprès de l'auteur.

¹⁴ On reviendra sur ce point dans la conclusion car ce résultat peut dépendre de la méthodologie de construction des données.

¹⁵ Un modèle logit multinomial a été mené qui confirme l'analyse empirique des données : aucune variable n'explique réellement le choix d'une des quatre stratégies recensées dans le tableau2 à l'exception de *DIV* qui rend compte significativement du choix de S1 (par rapport aux autres). On ne peut pas dire par exemple qu'une faible taille des activités de connaissances explique qu'une firme adopte plutôt un type de stratégie plutôt qu'une autre.

Conclusion

Ce papier envisage la diversification technologique des grandes firmes qui est devenu un objet central de recherche au croisement de la Théorie des organisations et de l'Économie de l'innovation (voir les contributions réunies dans Cantwell et al., 2004). Son point de vue est particulier : il traite de la diversification technologique comme fondamentalement un processus ambidextre au sens de March (1991) et Levinthal et March (1993). On doit ainsi noter que, selon nos définitions, les firmes exploitent et explorent des champs de connaissances technologiques. Un des résultats est que la population de firmes qui se diversifient fortement dans leur base de connaissance (exploitation) et qui se diversifient également fortement en dehors (exploration) est très élevée.

On a montré que *DIVwithin* (diversification dans la base de connaissances) et *DIVbetween* (diversification en dehors de la base de connaissances) ne sont pas expliqués par la taille des activités de connaissances, ni par le niveau d'internationalisation technologique (après contrôle par le pays et le macro-champ). Il n'y a pas d'effets non plus liés aux périodes de temps. En revanche, il y a de fortes présomptions pour affirmer :

1. Que des effets spécifiques aux technologies (industries) jouent plutôt contre l'exploration en électronique et dans la classe « instruments ».
2. Les firmes japonaises sont poussées vers un *DIVwithin* élevé, donc plutôt vers l'exploitation (comparativement aux firmes américaines et européennes)
3. La variable *DIV* affecte négativement la propension à s'engager dans l'exploitation.

Deux points méritent une certaine attention. 1. Les données ont été retraitées de manière à conserver pour les deux périodes de trois ans le même périmètre aux entreprises de l'échantillon (celui de la seconde période). Cela a nécessairement une conséquence sur la mesure de l'évolution de la diversification. Les effets de la diversification liées par exemple aux fusions/absorptions ont été gommées puisque l'on a perdu toute trace sur les brevets (donc sur la composition des connaissances technologiques de la firme) du changement structurel et donc de l'évolution de la diversification technologique. Ceci constitue une limite

de notre travail¹⁶. 2. On se doit de noter que dans le contexte technologique et industriel d'aujourd'hui caractérisé par les pratiques d'Open innovation¹⁷ et l'intensification de la division du travail d'innovation¹⁸, il se pourrait que la grande firme « chandlerienne » se diversifie moins du point de vue de ses compétences technologiques préférant « acheter » les produits, les brevets ou les activités sur les marchés plutôt que les produire en interne¹⁹.

¹⁶ Un prolongement possible serait de tenir compte du type de stratégies de localisation internationale des activités de connaissances : par exemple stratégie de type “home-base-augmenting” versus “home-base-exploiting” (Patel et Vega, 1999). Avec la stratégie « home-base-augmenting » la firme vise à accroître sa base de connaissances dans son pays d'origine. Lorsqu'il s'agit d'une stratégie « home-base-exploiting » la firme prend appui sur sa base de connaissances dans son pays d'origine pour fabriquer des produits dans les pays hôtes. En fait on a montré que si les firmes suivent les deux conduites il y a toujours une conduite dominante (Le Bas et Patel, 2005). On peut penser qu'une firme suivant une stratégie « home-base-augmenting » *diversifie plus facilement ses compétences technologiques*, alors que la firme de type « home-base-exploiting » *diversifierait plutôt ses produits* pour prendre des marchés dans plusieurs pays.

¹⁷ La référence essentielle ici est Chesborough (2003).

¹⁸ Voir notamment Dosi et al. (2007).

¹⁹ Ceci devrait encourager à réexaminer avec des données les plus récentes « the scale and scope » de la diversification technologique.

Références

- Cantwell, J. et Piscitello L., (2000), Accumulating Technological Competences: Its Changing Impact on Corporate Diversification and Internationalization, *Industrial and Corporate Change*, 9, n° 1, 21-51.
- Cantwell J. *et al.*, (2004), *The Economics and Management of Technological Diversification*, Routledge Studies in the Modern World Economy.
- Chandler A. D., (1977), *The Visible Hand*, Cambridge, MA : Belknap Press.
- Chandler A.D., (1991), The functions of the HQ Unit in the Multibusiness Firm, *Strategic Management Journal* , 12, pp. 31-50.
- Chesborough H. (2003), *Open innovation. The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business School Press, Boston.
- Cohen W., (1995), Empirical Studies of Innovative Activity, in P. Stoneman (ed.), *Handbook The Economics of Innovation and technical Change*, Basil Blackwell, Oxford.
- Cyert R., March J., (1963), *A Behavioral Theory of the Firm*. Englewood Cliffs NJ : Prentice Hall.
- Christensen H.K. et Montgomery C.A., (1981), Corporate Economic Performance: Diversification Strategy Versus Market. *Strategic Management Journal*, Vol. 2, 327-343.
- Dosi G, Gambardella A., Grazzi M., Orsenigo L., (2007), Technological revolutions and the evolution of industrial structures. Assessing the impact of new technologies upon size, pattern of growth and boundaries of the firms. LEM Working Paper Series. 2007/12. 42 pages.
- Dosi G. et Marengo L., (1994), Some elements of An Evolutionary Theory of Organizational Competences. in R.W. England (ed) *Evolutionary Concepts in Contemporary Economies* Michigan University Press.
- Dosi G., Nelson R. et Winter S., (2002), (eds.), *The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities*, Oxford University Press.
- Durand R., (2000), *Entreprise et évolution économique*, Belin.
- Frost T.S., (2001), The geographic sources of foreign subsidiaries' innovations. *Strategic Management Journal* 22, 101-123.
- Gambardella A., Torrisi S. (1998), Does technological convergence imply convergence in markets ? Evidence from the electronics industry, *Research Policy*, 27, 445-463.
- Granstrand O., P. Patel et K. Pavitt, (1997) Multi-Technology Corporations: Why they have distributed rather than distinctive core competencies, *California Management Review*, 39: 8-25.
- Griliches Z., (1990), Patent statistics as economic indicators: a survey. *Journal of Economic Literature* 28 (4), 1661-1707.
- Hall B., (2002), A Note on the Bias in Herfindahl-Type measures Based on Count Data. in Jaffe et Trajtenberg (2002), *Patents, Citations and Innovations. A Window on the Knowledge Economy*, the MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London.
- Jaffe A.B. et Trajtenberg M., (2002), *Patents, Citations and Innovations. A Window on the Knowledge Economy*, the MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London
- Kogut B. et Zander U., (1992), Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology, *Organization Science*, 3, pp.383-397.
- Langlois R.N. et N.J. Foss (1999), Capabilities and governance: the rebirth of production in the theory of economic organization, *Kyklos*, 52, pp.201-218.
- Le Bas C. et Sierra C., (2002), Location versus home country advantages in R&D activities: some further results on multinationals' locational strategies, *Research Policy*, 31, 589-609.
- Le Bas C. et Patel P., (2005), Does internationalisation of technology determine technological knowledge diversification in large firms? *Revue d'Économie industrielle*. n° 110, pp157-174.

- Le Bas C. et Patel P., (2007), Home-base-augmenting and home-base-exploiting Technological activities: some new results on multinationals' locational strategies. *SPRU Electronics Working Paper* n°164. Déc.
- Leonard-Barton D. (1995), *Wellsprings of Knowledge*, Harvard Business School Press, Boston, MA.
- Levinthal D.A. et March J.G., (1993), The myopic Learning. *Strategic Management Journal*, 14: p 95-112.
- March J.G., (1991), Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1): 71-87.
- Marengo L., (1992), Coordination and Organizational Learning in the Firm, *Journal of Evolutionary Economics*, 2, pp.313-326.
- Markides C.C. et Williamson P.J., (1996), Corporate Diversification and organizational Structure: A Resource-Based View. *Academy of Management Journal*, Vol. 39, n° 2, 340-367.
- Narin F. et al., (1987), Patents as indicators of corporate technological strength, *Research Policy* 16 (2-4), 491-506.
- Nelson R. et Winter S., (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Nonaka I., Takeuchi H. (1997) *La connaissance créatrice. La dynamique de l'entreprise*, DeBoeck, Bruxelles (1^{ère} édition anglo-saxonne 1995).
- O'Reilly C.A. et Tushman M.L., (2007), Ambidexterity as a Dynamic Capability: Resolving the Innovator's Dilemma. *Stanford University Graduate School of Business Research Paper* n°1963. 62 p.
- Patel P. et Pavitt K., (1991), Large firms in the production of the world's technology: an important case of 'non-globalisation'. *Journal of International Business Studies* 22 (1), 1-21.
- Patel P. et Pavitt K., (1995), Patterns of technological Activity: Their Measurement and Interpretation, in P. Stoneman. (ed.) *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Basil Blackwell, Oxford.
- Patel P. et Vega M., (1999), Patterns of Internationalization of Corporate Technology: Location versus Home Country Advantages, *Research Policy* 28 (2/3), 145-155.
- Penrose E., (1959/1995), *The Theory of the Growth of the Firm*, 3^e ed. Wiley: New-York.
- Piscitello L., (2000), Corporate Diversification and Economic Performance. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 13, n° 5, 757-788.
- Piscitello L., (2004), Relatedness and Coherence in technological and product Diversification of the world's largest firms. *Structural Change and Economics Dynamics*, 11, 295-315.
- Richardson G.B., (1972), The Organisation of Industry, *Economic Journal*, 82: 883-896.
- Tushman M.L. et O'Reilly C., (1996), The Ambidextrous Organization. Managing Evolutionary and Revolutionary Change. *California Management Review*. Vol. 38 n°4.
- Suzuki J. et Kodama F., (2004), Technological diversity of persistent innovators in Japan. Two cases studies of large Japanese firms. *Research Policy* 33, 531-549.
- Teece, D. J., (2002), *Managing Intellectual Capital*, Oxford University Press.
- Teece D. J. et Pisano G., (1994), The dynamic Capabilities of Firms: An Introduction, *Industrial and Corporate Change*, 3, pp. 537-556.
- von Tunzelmann, (1996), Localised Technological Search and Multi-technology Companies. *STEEP Discussion Paper* n° 29.
- Williamson O. E., (1975), *Markets and Hierarchies*. New-York : Free Press.
- Winter S.G. (1982), An Essay on the theory of production, in S.Hymans (ed.), *Economics and the world around it*, Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Winter S.G. (1987), Knowledge and Competence as Strategic Assets, in D.J. Teece (Ed), *The Competitive Challenge*, Balling Publishing Company.

Annexe 1.

| Champs technologiques (30) | Macro-champs (6) |
|--|-----------------------|
| 1. Electrical components Electronics | electronic |
| 2. Audio-visual sector | |
| 3. Telecommunications | |
| 4. Information technology | |
| 5. Semi-conductors | |
| 6. Optical instruments | instrument |
| 7. Analytical, measurement & control instrum.. | |
| 8. Medical equipment | |
| 9. Organic chemistry | Chimie |
| 10. Macro-molecular chemistry | |
| 11. Pharmaceuticals - cosmetics | |
| 13. Food and agricultural products | |
| 14. Technological processes | Processus |
| 15. Surface treatment | |
| 16. Materials handling | |
| 17. Thermal processes | |
| 18. Materials - Metals | |
| 19. Chemical processes - Oil | |
| 20. Environment - Pollution | |
| 21. Machine tools | Mécanique |
| 22. Motors - Pumps - Turbines | |
| 23. Mechanical components | |
| 24. Product handling - Printing | |
| 25. Agricultural machinery - Food processing | |
| 26. Transport | |
| 27. Nuclear technology | |
| 28. Space - Arms | |
| 29. Household equipment & consumer goods | Biens de consommation |
| 30. Building and public works | |

Annexe 2: Construction de l'indice d'Herfindahl

L'indice d'Herfindahl est bien connu en Economie industrielle et dans les études empiriques traitant de la concentration des activités. On l'utilise également pour obtenir une mesure du degré de concentration des activités d'innovation des firmes. Soit b_{ij} le nombre de brevets déposés par la firme i ($i = 1, \dots, n$) dans j ($j = 1, \dots, p$) différents champs technologiques (classes de brevets). b_i est le nombre total de brevets déposés par i . On peut pour chaque firme calculer $HER(i) = \sum (b_{ij}/b_i)^2$ qui mesure la diversité technologique des activités d'innovation de la firme i . Elle constitue une mesure du degré de diversification permettant des comparaisons entre les n firmes. Par définition $0 \leq HER(i) \leq 1$. Il y a deux cases limites. Pour $HER(i) \neq 0$ la firme a déposé des brevets dans un grand nombre de champs technologiques reflétant une grande variété de compétences (on ne peut avoir $HER(i) = 0$, mais $HER(i)$ peut effectivement tendre vers 0). Elle est dite "multi-technologie" ou très diversifiée du point de vue de ses activités d'innovation. Pour $HER(i) = 1$ la firme ne dépose des brevets que dans un seul champ, elle "mono-technologie". On utilise ici la variable $DIV(i) = 1 - HER(i)$ qui donne grandeur plus facilement interprétable du niveau de diversification puisqu'il s'accroît lorsque $DIV(i)$ augmente (et inversement).

Récemment Hall (2002) a noté qu'un biais existe lorsque le nombre total de brevets est faible (ici b_i) et suggère une méthode pour le corriger. Ici compte tenu de la nature de nos données nous n'avons pas cette contrainte car le nombre total de brevets de chacune de nos firmes est très grand (des milliers) et le nombre de classes technologiques (30) est faible par rapport à b_i .

Annexe 3: Les principales variables: Statistiques descriptive
(n= 594)

| | Moyenne | Ecart- type | Coef. d'asymétrie | Coef. d'applatiss. | Minimum | Maximum |
|-------------------|----------|----------------|----------------------|-----------------------|---------|----------|
| <i>Divbetween</i> | 0.537945 | 0.240928 | 0.702945 | 2.22629 | 0.19377 | 1 |
| <i>Divwithin</i> | 0.412972 | 0.27341 | 0.360348 | 2.29858 | 0 | 1 |
| <i>DIV</i> | 0.709445 | 0.198269 | -1.90221 | 6.53788 | 0 | 0.922919 |
| TECSIZE | 251.424 | 341.303 | 3.31875 | 15.8522 | 0.333 | 2279.77 |
| INT | 0.151761 | 0.213678 | 1.97631 | 6.54438 | 0 | 1 |