HAL
open science

Innovation et compétition entre plateformes technologiques : vers une stratégie basée sur la pervasivité des technologies

Benjamin Cabanes, Pascal Le Masson, Benoit Weil, Olga Kokshagina, Patrick Cogez

To cite this version:

Benjamin Cabanes, Pascal Le Masson, Benoit Weil, Olga Kokshagina, Patrick Cogez. Innovation et compétition entre plateformes technologiques : vers une stratégie basée sur la pervasivité des technologies. XXIVe Conférence Internationale de Management Stratégique, Jun 2015, Paris, France. hal-01140915

HAL Id: hal-01140915

https://hal.science/hal-01140915v1

Submitted on 1 Jun 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Innovation et compétition entre plateformes technologiques : vers une stratégie basée sur la pervasivité des technologies

Benjamin Cabanes
Technology R&D, STMicroelectronics, Crolles
Mines ParisTech, PSL Research University, CGS – Centre de Gestion Scientifique, UMR CNRS 9217
benjamin.cabanes@{st.com; mines-paristech.fr}

Pascal Le Masson
Mines ParisTech, PSL Research University, CGS – Centre de Gestion Scientifique, UMR CNRS 9217

Benoit Weil
Mines ParisTech, PSL Research University, CGS – Centre de Gestion Scientifique, UMR CNRS 9217

Olga Kokshagina
Mines ParisTech, PSL Research University, CGS – Centre de Gestion Scientifique, UMR CNRS 9217

Patrick Cogez
Technology R&D, STMicroelectronics, Crolles

Résumé :

L'objectif de cette communication est de mettre en évidence un nouveau cadre théorique pour penser la stratégie de compétition entre plateformes technologiques, indépendamment des logiques de marchés. Nous démontrons que la compétition ne se joue pas seulement sur le marché ; et qu'un des défis majeur de l'innovation technologique est d'être capable de subvertir les systèmes techniques des autres acteurs industriels (concurrents, fournisseurs, partenaires, clients, etc.). Nous présentons ensuite un nouveau critère de performance stratégique pour illustrer l'effet systémique d'une technologie sur l'espace des techniques : la pervasivité d'une technologie. Ce concept permet d'exprimer la faculté d'une invention technique à transformer et à réorganiser d'autres systèmes techniques ainsi que sa capacité à se diffuser à travers un large ensemble de technologies. Aussi, mener une stratégie de pervasivité technologique suppose de contrôler le degré de transformation des différents systèmes techniques, tout en augmentant le nombre de relations entre différents systèmes. Afin de tester nos hypothèses et en raison du caractère exploratoire de cette recherche, nous avons opté pour une étude de cas unique basée sur une approche qualitative. Nous illustrons notre modèle à travers l'étude de l'activité de conception et de développement de la technologie FD-SOI (Fully Depleted Silicon On Insulator) chez STMicroelectronics, leader européen dans l'industrie du semi-conducteur.

Mots-clés: Stratégie technologique, innovation, plateforme technologique, stratégie de conception

INTRODUCTION

Dans les industries de haute technologie, les activités d'innovation et les stratégies associées ne sont pas des enjeux nouveaux pour les organisations contemporaines. Pendant des années, les entreprises ont conduit des stratégies d'innovation basées sur un ensemble de décisions concernant le maintien de la firme dans des secteurs d'activités favorables, l'aptitude de la firme à se séparer d'activités défavorables et la capacité de la firme à favoriser son entrée dans de nouveaux secteurs d'activités (Lorino et Tarondeau, 2006). L'objectif affiché est de bénéficier des meilleures conditions de croissance et de rentabilité. D'autre part, les entreprises ont aussi pris conscience que les avantages concurrentiels pouvaient émerger grâce à la capacité stratégique de l'entreprise. C'est à dire, la capacité de la firme à valoriser ses ressources et ses compétences sur un marché déterminé (Prahalad & Hamel, 1990 ; Stalk, Evans, Shulman, 1992). La constitution, la gestion et la mobilisation d'un ensemble original de ressources et de compétences devinrent des axes stratégiques pour les entreprises. Cependant, le rythme contemporain de l'innovation se différencie aujourd'hui par un renouvellement accéléré des produits et par une déstabilisation de l'identité des objets. Les nouveaux enjeux de ce capitalisme de l'innovation intensive (Le Masson, Weil, Hatchuel, 2010) impliquent de repenser les stratégies des firmes pour accroitre la rapidité de l'innovation dans un contexte où les innovations de rupture déstabilisent l'ensemble des marchés. En outre, les acteurs dépendent de plus en plus les uns des autres, alors même qu'ils sont potentiellement concurrents. Alors que chacun ambitionne de stimuler l'innovation dans son champ d'action, la valeur des nouveaux produits dépend des prestations de l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur. La littérature sur les plateformes technologiques (Gawer et Cusumano, 2002) permet d'apporter de nouvelles réponses sur la dynamique d'innovation. Ces travaux illustrent en particulier comment, malgré une fragmentation apparente, l'industrie se structure autour de quelques acteurs leaders capables de fédérer des agents autour d'une architecture commune et d'orchestrer les interdépendances. Il s'agit alors d'augmenter le potentiel économique dans le but de créer de nouvelles opportunités dont chacun pourra bénéficier. Enfin, dans certaines industries de haute technologie (semi-conducteur, électronique, télécommunication, nanotechnologies, etc.) il faut organiser les développements technologiques en contrôlant les coûts et les risques, alors même que les dimensions techniques et commerciales sont encore inconnues (Kokshagina, 2014). Par exemple, que signifie concevoir une stratégie sur l'internet des objets ? Sur le big data ? Sur les smart

cities ? Généralement, les cadres théoriques présents dans la littérature se limitent à souligner l'importance d'anticiper les enjeux des nouveaux marchés afin d'augmenter le potentiel de valeur d'une technologie. L'objectif est notamment d'absorber de nouveaux espaces fonctionnels pour satisfaire de nouvelles applications. Cependant, quelle stratégie adopter quand la plateforme technologique n'existe pas ? Comment évaluer deux plateformes technologiques possédant le même niveau de généricité (i.e. plateformes qui permettent la création de nouveaux marchés) ?

Aussi, nous proposons de mettre en évidence un nouveau cadre théorique pour penser la stratégie de compétition entre plateformes technologiques, indépendamment des logiques de marchés. Nous démontrons que la compétition ne se joue pas seulement sur le marché ; et qu'un des défis majeur est d'être capable de subvertir les systèmes techniques des autres acteurs industriels (concurrents, fournisseurs, partenaires, clients, etc.). Nous présentons ensuite un nouveau critère de performance stratégique pour illustrer l'effet systémique d'une technologie sur l'espace des techniques : la pervasivité d'une technologie. Nous illustrons notre modèle à travers l'étude de l'activité de conception et de développement de la technologie FD-SOI (Fully Depleted Silicon On Insulator) chez STMicroelectronics, leader européen dans l'industrie du semi-conducteur. Enfin, les principaux résultats théoriques et les implications managériales sont discutés.

1. REVUE DE LITTERATURE ET CADRE THEORIQUE

1.1. STRATEGIE D'ENTREPRISE ET INNOVATION

En management, le concept de stratégie a d'abord été déterminé par Chandler (1962), définissant alors la stratégie comme étant la détermination des objectifs à long terme, des moyens d'action et l'allocation des ressources au sein des organisations. En complément de cette approche, Ansoff (1965) proposa de concevoir la stratégie comme l'ensemble des actes décisionnaires permettant aux entreprises, de cibler les différents secteurs d'activité, de choisir les modalités pour évaluer les opportunités stratégiques et de réaliser ses objectifs. Les travaux de Mintzberg (1978) et de Porter (1985) enrichirent ces premières analyses, notamment en mettant l'accent sur les enjeux d'arbitrages, de recherche d'avantages concurrentiels, des relations dominant-dominé et des pouvoirs de négociation des différents acteurs. D'autre part, comme le remarque Lorino et Tarondeau (2006), les premiers développements théoriques de la stratégie trouvent principalement leurs genèses dans la

théorie microéconomique de Bain (1956) : les performances économiques de l'entreprise sont déterminées par la structure industrielle dans laquelle se trouve l'organisation. Ainsi, l'influence de l'environnement de l'entreprise (politique, économique, légales, etc.), les barrières à l'entrée pour d'éventuels nouveaux concurrents, le pouvoir de négociation des acheteurs et des fournisseurs, la taille et le nombre d'entreprises présentes sur un marché, les types de différenciation des produits disponibles sur un marché et l'élasticité de la demande, sont les principaux facteurs impactant la croissance des entreprises. La stratégie d'entreprise doit donc permettre de conduire des raisonnements sur les décisions concernant le maintien de l'entreprise dans des secteurs industriels présentant des facteurs favorables, l'aptitude de l'entreprise à se séparer d'activités lorsque les facteurs sont défavorables, la capacité de l'entreprise à anticiper et à favoriser l'entrée dans de nouveaux secteurs d'activités et à modifier certains facteurs pour bénéficier de meilleurs conditions de croissance et de rentabilité (Lorino et Tarondeau, 2006). Au cours des différents développements théoriques du concept de stratégie d'entreprise, un nouveau courant a progressivement émergé et s'est particulièrement intéressé à la capacité stratégique des firmes en terme de ressources et de compétences (Wernerfelt, 1984 ; Barney, 1991; Hamel & Prahalad, 1990, 1994 ; Teece, Pisano, Shuen, 1997). Cette vision renouvelée de la stratégie, propose de considérer les ressources propres de l'entreprise comme étant des avantages essentiels de la mise en œuvre de stratégies (analyse interne), par opposition à une vision exclusivement basée sur des facteurs environnementaux structurels (analyse externe). Ainsi pour théoriser le concept de stratégie affectant la performance les entreprises, Barney (1986) propose de se baser sur les différents types de compétition théorisés en microéconomie, à savoir dans l'économie industrielle (Bain, 1956 ; Mason, 1939), l'économie Chamberlienne (Chamberlin, 1933), et l'économie Schumpeterienne (Nelson & Winter, 1982 ; Schumpeter, 1934). Si, pour les théoriciens de la concurrence (product-market view of strategy), les firmes d'une même industrie sont considérées de façons homogènes car exposées aux mêmes facteurs structurels (Porter, 1985), les théoriciens de la ressource (ressource-based views of strategy) proposent de les considérer comme hétérogènes car chaque firme est composée d'un ensemble de ressources et de compétences spécifiques (Prahalad & Hamel, 1990 ; Stalk, Evans, Shulman, 1992). Ainsi, la pérennité et l'avantage concurrentiel de l'entreprise reposent sur la capacité stratégique de celle-ci, c'est à dire sur les ressources (actif d'une entreprise qu'elle est capable de mobiliser) et sur les compétences (activité au cours de laquelle une entreprise utilise et

déploie ses ressources) (Johnson et al., 2013). Dans ce contexte, une firme se doit d'être en capacité de valoriser ses ressources et ses compétences sur un marché déterminé. Pour cela, elle doit être en mesure de constituer, de gérer et de mobiliser un ensemble original de ressources et de compétences valorisables dans un contexte concurrentiel, lui permettant ainsi de conserver ou de créer un avantage concurrentiel.

Dans un environnement instable et incertain, pour survire, la firme se doit absolument d'être en mesure de se différencier, notamment en agissant, en modifiant et en changeant les principes de fonctionnement et d'organisation d'une industrie : la firme doit innover. D'autre part, l'innovation devient aussi une menace. En effet, la capacité d'innovation de la concurrence exerce une pression continue sur l'existence et la pertinence des avantages concurrentiels des entreprises. Si l'innovation a d'abord été abordée par les économistes, notamment à travers les travaux sur la dynamique de l'économie de Schumpeter (1950) et de son principe de destruction créatrice, la littérature en management stratégique a, elle aussi, largement accordé une place centrale à l'innovation (Rosenbloom, 1978 ; Porter, 1985; Burgelman & Rosenbloom, 1989 ; Prahald, Doz, Angemar, 1989 ; Adler, 1989 ; Hamel & Prahalad, 1994 ; Nonaka & Takeuchi, 1995 ; Brown & Eisenhardt, 1998). Pour les entreprises, l'innovation apporte deux avantages fondamentaux. Le premier permet d'obtenir une rente liée à une situation de monopole sur un marché et le second permet d'influencer l'évolution d'un secteur d'activité en imposant le rythme d'innovation (Brown & Eisenhardt, 1998) et en influençant sur les normes et les solutions techniques afin de créer des barrières à l'entrée (Lieberman & Montgomery, 1988). Dans la littérature en management stratégique, la question de l'innovation est devenue de plus en plus importante, notamment par les nouvelles contraintes de l'accélération du progrès technique sur les organisations (Wheelwright & Clark, 1992 ; Brown & Eisenhardt, 1998). Dès la fin des années 70, Abernathy et Utterback (1978) sont les premiers à proposer une modélisation de l'influence de l'innovation technique sur les évolutions d'un secteur industriel. Les auteurs montrent que les innovations, dans les secteurs établis, sont principalement des améliorations de produits et de procédés. L'innovation commence par l'apparition d'un nouveau produit sur le marché, ce produit est alors repris et amélioré par d'autres firmes, jusqu'à ce qu'émerge un *dominant design* dans lequel les propriétés du produit sont stabilisées et acceptées par le marché (Abernathy et Utterback, 1978). Cette première phase d'innovation se poursuit ensuite par des innovations de procédés, c'est à dire des innovations permettant d'obtenir le produit de manière plus

économe et efficiente. De nos jours, dans un capitalisme de l'innovation intensive (Le Masson, Weil, Hatchuel, 2010), caractérisé par un renouvellement accéléré des produits et par une déstabilisation de l'identité des objets (rupture des *dominant designs*), les enjeux du management de la stratégie résident dans la compréhension de la capacité des firmes à innover régulièrement, dans un contexte où les innovations de rupture déstabilisent l'ensemble des marchés. Dans les secteurs industriels et de haute-technologies (automobile, aéronautique, électronique, semi-conducteur, etc.) un des défis majeurs est alors d'identifier l'influence du changement technologique sur les stratégies d'innovation.

1.2. STRATEGIE D'INNOVATION ET TECHNOLOGIE

C'est à partir des années 80 que la littérature en management stratégique a reconnu la technologie comme l'un des éléments importants des avantages compétitifs des organisations (Burgelman et al., 2004). Abell (1980) considère la technologie comme l'une des trois principales dimensions sa *business definition : Served Customer Groups* (qui sont les clients ?), *Served Customer Functions* (quels sont les besoins des clients ?), *Technologies Utilized* (comment les besoins sont-ils satisfaits ?). Paul Adler (1989) est l'un des premiers à réaliser un guide de la littérature sur les stratégies technologiques et à suggérer le besoin de développer un cadre conceptuel pour le développement de nouvelles connaissances sur ce sujet. Premièrement, Adler (1989) propose de définir la technologie comme un ensemble de compétences reproductibles, incorporées dans des procédures, des produits ou des équipements. A partir de cette première représentation et en adaptant la définition de *business strategy*, proposée par Andrew (1980), la stratégie technologique devient un modèle de décision concernant les objectifs et les moyens technologiques pour la réalisation des projets technologiques et commerciaux de l'organisation: « *We might adapt Andrew's (1980) definition of business strategy to suggest that a technology strategy is a pattern of decisions that sets the technological goals and the principal technological means for achieving both those technological goals and the business goals of the organization"* (Adler, 1989). Deuxièmement, constatant que l'unité d'analyse dans la littérature en management stratégique est principalement divisée entre d'un côté, un niveau réservé à l'étude des projets et des programmes innovants dans les organisations (processus d'innovation, analyse des succès et des échecs des innovations, diffusion et transfert d'innovation), et d'un autre côté, un niveau étudiant l'ensemble d'une industrie et les performances économiques nationales (économie de la R&D, compétitivité internationale, tendances technologiques, économie industrielle), Adler

(1989) propose de considérer un nouveau niveau d'analyse : le niveau organisationnel. Ainsi, en partant de la représentation proposée par Rosenbloom (1978), Adler (1989) suggère d'étudier et de structurer ce champ selon trois différents niveaux d'analyse : environnement, organisation et gestion de projets d'innovation. Ce cadre théorique permet de faire apparaître un niveau intermédiaire entre les deux niveaux présentés précédemment et offre la possibilité d'harmoniser et de positionner les différentes questions de recherche, les unes par rapport aux autres : Comment les entreprises peuvent agir de manière stratégique vis-à-vis de l'environnement externe ? Quelle est la nature des décisions stratégiques et technologique ? Quels sont les processus permettant de prendre de telle décision ? Quels sont les liens entre stratégie technologique et gestion de projet ?

En économie industrielle, des tentatives de liaisons entre technologie et stratégie font aussi l'objet d'études théoriques et empiriques (GEST, 1986 ; Zimmermann, 1989, 1995). C'est à partir d'études empiriques et de cas d'entreprise (United Technologies, Corning Glass, Toray Inc, Saint Gobain), que les auteurs (membres du Groupe d'Etude des Stratégies Technologiques) mettent en évidence un nouvel axe stratégique commun à ces entreprises : la valorisation des technologies. En effet, la croissance de ces entreprises et la capacité à surmonter les pressions concurrentielles accrues, s'expliquent par une caractéristique commune : la stratégie s'appuie sur la capacité technologique pour obtenir le plus d'avantages possibles sur les marchés. La technologie devient un avantage compétitif, au même titre que les ressources de financement et que les parts détenues dans les différents marchés. C'est sur ce constat qu'est fondé le concept de « stratégie de grappe technologique » (GEST, 1986). C'est à dire, un ensemble cohérent d'activités dans lesquelles l'entreprise se développe en s'appuyant sur la recherche d'une valorisation multiple d'un potentiel technologique, organisée et gérée autour d'une ou plusieurs technologies génériques (Zimmermann, 1995). La théorie des grappes technologiques considère que la technologie est valorisable en soi et, qu'à ce titre, elle constitue une ressource. En effet, les ressources technologiques (déterminant la capacité stratégique de la firme) ne sont pas mobilisées a posteriori au service de la politique de portefeuille de produits : l'intervention de la dimension technologique est préalable et elle détermine à titre principal, sans que cela soit exclusif, les choix constitutifs du portefeuille de produit. Aussi, la formation active des grappes technologiques s'effectue par l'intermédiaire d'une gestion active du potentiel technologique et de sa valorisation sur une multitude de marché. Selon ce modèle conceptuel, on peut distinguer trois niveaux :

niveaux des technologies, le niveau des potentiels technologiques, et le niveau des produits et des marchés. Ces trois niveaux sont reliés selon deux ensembles de combinaisons. Le premier illustre la capacité à mobiliser des technologies pour résoudre des problèmes techniques et le second représente le fait que les produits finaux proposés sur les marchés, sont le résultat d'un compromis entre les types de solutions disponibles. Enfin, la gestion de l'optimum de l'outil de production s'effectue par la sélection de couple produit-procédé utilisant le plus efficacement les performances techniques permises pour renforcer le positionnement de l'entreprise sur les marchés (GEST, 1986). Ainsi ce qui distingue la stratégie de grappe technologique d'une stratégie classique repose dans la conception du produit qui incorpore la technologie. Afin de satisfaire des applications différenciées, le produit doit posséder une forme universelle, capable d'accorder le plus ingénieusement possible les spécifications requises dans les différentes utilisations. Cette capacité de valorisation de la technologie dans de multiples utilisations, tout en maintenant une certaine différenciation, dépend essentiellement de l'aptitude à respecter certains critères tels qu'une standardisation suffisante pour réduire les délais et les coûts d'application, un caractère universel pour ouvrir une gamme étendue d'utilisations, une ouverture pour permettre de nouvelles combinaisons technologiques (GEST, 1986 ; Zimmermann, 1989, 1995). Pour cela, la valorisation des capacités technologiques d'une entreprise s'illustre par un double mécanisme combinatoire. Premièrement, quelque soit leurs origines et leurs caractéristiques, les technologies doivent être combinées pour la conception de produits. C'est cette recherche de « combinabilité » des technologies qui constitue des produits qui tendent à endosser un caractère de plus en plus universel, c'est-à-dire indépendamment d'une utilisation particulière. Deuxièmement, l'utilisation conjointe des ressources et des performances d'un produit à destination d'un ensemble d'applications caractérise un deuxième processus combinatoire : passage d'un produit universel à une utilisation particulière (Zimmermann, 1989, 1995).

1.3. TECHNOLOGIES GENERIQUES ET STRATEGIES DE PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES

Si les concepts de stratégies basées sur les ressources et les compétences s'accordent sur le fait que ce sont les choix *ex-ante* des ressources qui guident les performances *ex-post* de la firme, une question fondamentale reste en suspend : Comment les entreprises sont-elle capables de réaliser les investissements *ex-ante* qui permettront d'assurer les meilleures performances économiques *ex-post* ? Face à cet enjeu, la littérature en management

stratégique propose généralement deux approches pour gérer un futur incertain. La première approche stipule qu'il est possible d'identifier et d'anticiper en avance les opportunités futures (Ahuja, Coff et Lee, 2005). Il s'agit alors de se focaliser sur la constitution de compétences utiles pour préparer ce futur. La seconde approche suppose que les organisations peuvent gérer l'incertitude en essayant de façonner les enjeux de la compétition future (Ghemawat 1991; Ghemawat et DelSol, 1998). Ces deux approches sont alors fondées sur l'idée que la gestion de l'incertitude s'effectue par des choix d'investissements spécifiques. Cependant, si les anticipations et les prédictions s'avèrent fausses ou imprécises, les firmes peuvent se retrouver face à des situations économiques particulièrement dangereuses pour leurs survies. Face à ce constat, Novelli (2010) introduit le concept de *general technologies* afin de proposer un mécanisme de gestion pour faire faces aux nombreuses incertitudes sur les résultats futurs. Les *general technologies* sont définies comme étant des technologies qui peuvent être adaptées et utilisées pour un grand nombre de domaines d'applications. Ainsi, cette approche se base sur l'intuition qu'il possible de gérer l'incertitude en se préparant à de multiples scénarios possibles, plutôt que d'essayer d'anticiper ou d'influencer le scénario dominant qui finira par émerger (Novelli, 2010). Ce concept s'appuie principalement sur les travaux sur les *general purpose technologies*, présents dans la littérature sur la croissance endogène et sur les changements technologiques (Bresnahan and Trajtenberg, 1995; Bresnahan and Gambardella, 1998; Arora, Fosfuri and Gambardella, 2001, Gambardella and Giarratana, 2009). Dans cette littérature, le concept de *general purpose technologies* (GPTs) illustre la caractéristique de certaines technologies possédant un ensembles de connaissances et de compétences spécifiques, mais qui sont utilisées dans un large éventail de secteurs industriels et d'applications (e.g. machine à vapeur, électricité, électronique, automatique, etc.). Cependant, l'attribut de généricité d'une technologie ne doit pas seulement se circonscrire à la capacité d'une technologie à se diffuser à l'ensemble de l'économie (Novelli, 2010 ; Kokshagina, 2014). Dans le concept de *general technologie*, la généricité est avant tout un moyen de gérer l'incertitude entre les décisions sur la constitution de compétences technologiques et les perspectives futurs du marché : « *a technology can be general (lead to multiple different applications) without necessarily being a GPT in the sense of being pervasive across the economy* » (Novelli, 2010).

Le caractère générique d'une technologie peut aussi être envisagé par l'intermédiaire du concept de plateforme technologique (Gawer et Cusumano, 2002; Baldwin et Clark, 1997).

L'enjeu est alors de développer des technologies génériques, c'est à dire des technologies capables de s'adresser à plusieurs marchés ; en ne demandant qu'un effort d'adaptation marginal (Maine et Garnsey, 2006 ; Cantwell et Qui, 2009 ; Kokshagina, 2014). Dans ce cadre, la dynamique d'innovation s'explique par la capacité à atteindre plusieurs applications différentes à partir d'une même base technologique. Kokshagina (2014) défend l'idée qu'il est possible de suivre une stratégie de gestion des risques en situation de double inconnue (i.e. quand les marchés et les technologies sont encore inconnus). Cette stratégie consiste à créer une plateforme technologique pour plusieurs marchés émergents (i.e. une plateforme technologique capable de satisfaire un ensemble de fonctions communes à plusieurs marchés). La logique de cette stratégie repose sur un modèle de gestion de risques basé sur une logique d'inconnu technique commun à plusieurs marchés potentiels (*common unknown*) (Kokshagina, 2014). D'autre part, dans leur livre *Platform leadership*, Gawer et Cusumano (2002) s'appuient sur une multitude de cas (Intel, Microsoft, Cisco, Palm, etc.) pour démontrer que l'industrie des NTIC se structure autour de quelques acteurs, capables de fédérer un ensemble de parties prenantes autour d'une architecture commune et d'organiser les interdépendances. La structuration des innovations, autour de ce type d'architecture, implique d'être en mesure de concevoir une plate-forme en respectant trois principaux principes : piloter l'innovation architecturale pour contrôler et gérer les interdépendances entre différents modules, encourager l'innovation externe pour la conception de modules complémentaires et enfin coordonner les dynamiques d'innovation à l'intérieur et à l'extérieur des frontières de l'entreprise (Gawer et Cusumano, 2002, Gawer, 2007, 2010). Gawer (2010), observe que les plateformes peuvent émerger à différents niveaux : interne à l'entreprise, au travers des chaînes d'approvisionnement et au niveau de l'ensemble de l'industrie. Si les deux premiers niveaux influent principalement la maitrise des coûts de fabrication tout en maintenant une large variété de produits et de services, les plateformes industrielles (*industry platforms*) impactent l'ensemble de l'écosystème de l'industrie et regroupent plusieurs entreprises (*complementors*) dont les produits, services et technologies dépendent d'une plateforme industrielle commune. Dans la littérature, les plateformes industrielles sont généralement caractérisées par leurs longues durées de vie, les effets de réseau, les économies d'échelle et les barrières à l'entrée (Bresnahan, 1999). D'autre part, Baldwin et Woodard (2009) mettent en évidence que chaque plateforme technologique dépend aussi d'une structure et d'une architecture unique (*platform architecture*). L'architecture d'une plateforme

se décompose entre, d'un côté, un cœur technologique stable et invariant, et d'un autre côté, un ensemble de modules périphériques et complémentaires du cœur technologique. C'est l'ensemble de ces modules périphériques qui permettent d'assurer une grande variété d'applications. Ainsi, pour Baldwin et Clark (2000) la modularité de l'architecture de la plateforme est une condition indispensable pour piloter la dynamique d'innovation. Si la stratégie de plateforme offre un cadre original et pertinent pour penser l'innovation dans l'industrie de la haute technologique, l'enjeu majeur est maintenant de proposer un cadre théorique permettant d'élaborer des stratégies de conception de plateformes technologiques.

1.4. CONCEPTION DE PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES : QUELLE APPROCHE STRATEGIQUE ?

Bien qu'il existe, dans la littérature en management stratégique, un nombre important d'approches et de perspectives, force est de constater que l'ensemble des développements du champ s'appui sur deux principes clés.

Premièrement, la technologie, dont la définition est commune à l'ensemble du champ, se définit comme l'ensemble des connaissances théoriques et pratiques, des savoirs et des savoir-faire qui peuvent être utilisés pour développer des produits, des services et des procédés. La technologie est donc considérée comme un élément tacite et intangible, qui peut alors être détenue par des personnes, des routines, des procédures, des recettes, des processus cognitifs et physiques, des équipements, et des outils. Finalement, la technologie est assimilée à des compétences et des ressources tacites, permettant la conception et la production de produits en fonction des besoins des marchés, c'est à dire au service de finalités économiques explicites. Cependant, cette vision de la technologie limite alors la stratégie technologique à un processus d'apprentissage bien plus qu'à un ensemble d'actions stratégiques élaborées, pensées et volontaires (Conner, 1991).

Deuxièmement, l'ensemble de la littérature s'accorde sur le fait que les critères de succès de l'innovation technologique sont principalement de nature commerciale plutôt que technique : la réussite d'une innovation s'évalue essentiellement à son taux de retour sur investissement (Burgelman et al., 2004). L'innovation est donc le résultat d'un processus de conception, s'achevant par la création de nouveaux produits, services, procédés ayant des impacts commerciaux signifiants. On retrouve cette perception, notamment via les différentes typologies d'innovations (voir Garcia et Calantone, 2002, pour une revue de littérature). Ces

typologies sont exclusivement centrées autour du produit : innovation incrémentale (adaptation, raffinement et amélioration des produits/services/procédé existants), innovation radicale (produits/services/procédé entièrement nouveaux), innovation architecturale (reconfiguration de l'ensemble des composants constituant le produit). Ainsi, la stratégie technologique se limite à la façon d'utiliser la technologie pour améliorer la performance, la qualité, les fonctionnalités des produits et des procédés en vue de conduire des stratégies de domination par les coûts et de différentiation compétitive. Cependant cette conception pose plusieurs problèmes. Si l'innovation est exclusivement guidée par le produit (i.e. par le marché), les enjeux de stratégie technologique se résument à des enjeux de valorisation de technologies. Cependant, comment expliquer que la technologie puisse exister a priori ? Comment expliquer le processus de conception de cette technologie ? Comment rendre compte des choix techniques ? D'autre part, il serait impossible de conduire des investissements *ex-ante* qui permettront d'assurer des performances marchandes *ex-post* ?

Aussi, les travaux sur les plateformes technologiques (Gawer et Cusumano, 2002, Gawer, 2007) permettent d'apporter deux contributions majeures. Premièrement, le concept de plateforme technologique spécifie et précise le terme trop général de technologie. Deuxièmement, ce nouveau cadre théorique permet de distinguer les enjeux d'innovation relatifs aux produits et ceux relatifs aux plateformes technologiques : « *we need to clarify the difference between a product and an industry platform, and how this misunderstanding can lead to strategic mistakes. Put simply, a product is largely proprietary and under one firm's control, whereas an industry platform is a foundation technology or service that is essential for a broader interdependent ecosystem of firms.* » (Gawer, 2007). Ces recherches aboutissent à un cadre théorique, basé sur plusieurs niveaux d'analyse (acteurs constituant la plateforme, architecture technologique, mécanisme de coordination, etc.) et sur un ensemble d'options stratégiques pour piloter la performance (technique et économique), l'appropriation (propriété intellectuelle, contrôle de l'accès à la plateforme) et la modularité de l'architecture technique afin de satisfaire le caractère multifonctionnel de la plateforme (Gawer et Cusumano, 2002, Gawer, 2007). Les stratégies de plateformes de *market coring* (création de nouvelles plateformes) et de *market tipping* (compétition entre plateformes technologiques) supposent d'être en mesure d'anticiper les enjeux de nouveaux marché et d'absorber les fonctions techniques pour satisfaire de nouvelles applications. Cependant, comment évaluer deux plateformes technologiques possédant un très haut niveau de généricité (i.e. plateformes qui

adressent le même large spectre de marchés) ? En effet, la conception d'un produit peut être envisagée à partir de plusieurs plateformes technologiques. En nous appuyant sur les travaux de conception de technologie générique et sur les stratégies d'endogénéisation des enjeux marchants (modularité, multifonctionnalité, généricité), nous proposons de mettre en évidence un nouveau cadre théorique pour penser la stratégie de compétition entre plateformes technologiques. Dans un premier temps, nous défendons l'idée selon laquelle il est possible de concevoir une stratégie de compétition sans tenir compte des enjeux de marchés. L'objectif est de démontrer que la compétition ne se joue pas seulement sur le marché, mais aussi de système technique à système technique. L'acteur le plus compétitif n'est pas seulement celui qui a la « surface » de marché la plus grande, mais c'est aussi celui qui est capable de subvertir les systèmes techniques des autres acteurs industriels (concurrents, fournisseurs, partenaires, clients, etc.). Nous présentons ensuite un nouveau critère de performance stratégique pour illustrer l'effet systémique d'une technologie sur l'espace des techniques : la pervasivité d'une technologie.

2. VERS UN NOUVEAU MODEL DE STRATEGIE POUR PENSER LA COMPETITION ENTRE PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES

2.1. UN CADRE CONCEPTUEL POUR PENSER LA CONCEPTION STRATEGIQUE DE TECHNOLOGIES

Notre revue de littérature nous a permis de préciser certains points concernant les stratégies technologiques. Premièrement, les différentes approches théoriques de la stratégie sous-tendent deux logiques. Le *market pull*, c'est à dire une vision de la stratégie basée sur la capacité à anticiper et à identifier les opportunités de marché et le *techno push,* c'est à dire une vision de la stratégie basée sur la capacité à valoriser une technologie existante via de nouvelles opportunités de marché. Deuxièmement, la littérature ne permet pas d'éclaircir certains points. Supposons qu'une opportunité de marché est identifiée ; il est illusoire de penser qu'il existe une seule et unique solution technologique capable de satisfaire cette opportunité. En effet, pour une opportunité ou pour un type d'application, il existe un large spectre de technologies. C'est notamment ce que remarque le philosophe de la technique, Gilbert Simondon : *«Un même résultat peut être obtenu à partir de fonctionnements et de structures très différentes : un moteur à vapeur, un moteur à essence, une turbine, un moteur à ressort ou à poids sont tous également des moteurs »* (Simondon, 1969). Comment peut-on

donc évaluer la pertinence d'une technologie par rapport à une autre ? D'autre part, il ne suffit pas d'être en mesure d'identifier une opportunité pour en déduire une stratégie. En effet, pour une opportunité ou pour un type d'application, il existe un très grand nombre de stratégies envisageables. Comment peut-on donc évaluer la meilleure stratégie ? Globalement, dans l'ensemble de la littérature, la phénoménologie de la compétition entre entreprises a souvent été basée sur les opportunités de marché (anticipation, identification, positionnement, valorisation, etc.). Le succès et la capacité à innover de l'entreprise s'expliquent principalement par son agilité et sa réactivité face à un environnement économique chaotique. Nous stipulons que cette approche ne permet pas de rendre compte de la totalité des enjeux des stratégies technologiques pour l'innovation. Aussi, notre hypothèse principale suppose que ce qui est chaotique dans l'espace économique, est structurel dans l'espace des interdépendances des systèmes techniques. La description de la formation du système technique électrique proposée par Caron (2000), illustre particulièrement notre propos. En effet, comme le remarque l'auteur, la diffusion et la multiplication des usages de l'électricité n'est pas seulement le résultat d'une attente des utilisateurs et des consommateurs, ou d'une action concertée des producteurs pour la développer. En effet, cette multiplication s'est aussi accompagnée de la formation d'un système électrotechnique cohérent. Les confrontations entre les différents systèmes techniques furent particulièrement intenses, notamment en ce qui concerne la rivalité entre les systèmes basés sur le courant continu et ceux sur le courant alternatif. En choisissant de concevoir des technologies basées sur le courant continu, la France pris un retard considérable et devint tributaire des technologies étrangères, basées sur le courant alternatif. *« Cet épisode illustre de manière frappante le rôle joué par les déterminants non économiques dans l'évolution et la différenciation des systèmes capitalistes »* (Caron, 2000). D'autre part, il est intéressant de noter qu'en science de gestion, de nouveaux travaux, en particulier ceux de Boldrini (2011), s'interrogent aussi sur les lois d'évolution internes aux objets pour expliquer la dynamique et le rythme de l'innovation.

H1 : La compréhension de l'innovation ainsi que les stratégies technologiques associées, ne doivent pas se limiter à l'analyse des phénomènes chaotiques de l'espace économique. Elles doivent aussi considérer les effets structurels de l'espace des interdépendances des systèmes techniques.

2.2. TECHNOLOGIE ET SYSTEME TECHNIQUE

Le concept de système technique est issu de travaux sur l'étude des techniques et sur l'analyse de l'histoire des techniques (Gilles, 1978, 1979 ; Ellul, 1977 ; Leroi-Gourhan, 1973). En s'appuyant sur les notions de système et de technique, présents dans les travaux d'Ellul (1977), Bertrand Gilles est le premier à introduire une définition des systèmes techniques : *« A la limite, en règle très générale, toutes les techniques sont à des degrés divers, dépendantes les unes des autres, et il faut nécessairement entre elles une certaine cohérence : cet ensemble de cohérences aux différents niveaux de toutes les structures de tous les ensembles et de toutes les filières compose ce qu'on peut appeler un système technique »* (Gille, 1978). Dans cette définition, Bertrand Gille reprend l'idée d'Ellul (1977) selon laquelle un système est un ensemble d'éléments en relation les uns avec les autres de telle façon que toute évolution de l'un implique un bouleversement de l'ensemble et que toute modification de l'ensemble réagit sur chacun des éléments (Gille, 1979). Gille (1979) revendique deux types d'analyse des systèmes techniques : une analyse statique et une analyse dynamique. L'étude statique d'un système technique correspond à l'analyse interne du système et cherche à expliquer les équilibres, dans la mesure où elle laisse aussi une place à l'examen des possibles déséquilibres et mutations internes au système. L'étude dynamique des systèmes se traduit par l'analyse du rôle des inventions qui introduisent des déséquilibres et impliquent la réorganisation et la recherche d'une nouvelle cohérence au sein d'un système technique. Enfin, ces systèmes techniques ne sont pas fermés sur eux mêmes, mais directement ouvert aux autres systèmes et souvent interdépendant les uns des autres. Aussi, un changement radical d'un système technique peut entrainer la transformation et la réorganisation de plusieurs systèmes techniques.

Ainsi, si la technologie peut être définie comme étant un ensemble de compétences permettant la conception et la production de biens, de services et de procédés, l'introduction du concept de système technique permet de spécifier la nature de cet ensemble de compétences et de réintroduire les réalités techniques dans le concept de stratégie technologique.

H2 : Une stratégie technologique doit s'envisager à travers la traduction d'une volonté d'action sur la transformation et la réorganisation de l'univers des systèmes techniques et de ses interdépendances.

2.3. UNE STRATEGIE D'INNOVATION TECHNOLOGIQUE BASEE SUR LA RECONFIGURATION DES INTERDEPENDANCES TECHNIQUES

Une stratégie technologique basée sur la transformation des systèmes techniques et sur la reconfiguration des interdépendances techniques, n'est pas en contradiction avec les autres théories élaborées en stratégie (théorie fondée sur la structure de l'industrie, théorie de la ressource, plateforme). Elle a seulement pour objectif d'apporter des éclaircissements et des prolongements. Bien entendu, comme le remarque Boldrini (2011), il ne s'agit pas de considérer que les causalités internes aux systèmes techniques laissent croire à un déterminisme de l'évolution : si les choses se faisaient toutes seules, pourquoi aurait-on besoin d'une stratégie ? En outre, Gille (1979) s'intéressait déjà sur les liens que l'ensemble des techniques entretenait avec les autres « systèmes » constitutifs d'une société (social, économie, politique, juridique, etc.) (Lemonnier, 1983). Aussi, nous défendons l'idée selon laquelle les notions d'usage, d'utilité, de fonctionnement pratique, ne permettent pas d'identifier la technologie comme telle. Cependant, cela ne conduit pas d'avantage, à considérer que les systèmes techniques permettent à eux seuls de reconnaître la technologie comme telle (Château, 2010). Le concept de système technique permet donc de fournir le contexte nécessaire à la définition de nouveaux enjeux stratégiques, pour la conception de plateformes technologiques. Tout d'abord, nous supposons qu'une plateforme technologique est composée d'un ensemble de systèmes techniques interdépendants les uns des autres. De plus, les compétences associées à la maitrise de ces systèmes techniques sont réparties au sein de l'organisation, mais elles sont aussi reparties entre les différents acteurs de l'industrie (concurrents, fournisseurs, partenaires, clients, etc.). En s'appuyant principalement sur l'analyse dynamique des systèmes techniques (Gille, 1979), un processus est stratégique s'il vise à modifier les conditions d'insertion de la firme dans son environnement technologique et lui procure des avantages technologiques durables. Pour illustrer les avantages technologiques, nous proposons d'introduire le concept de pervasivité d'une technologie. Le concept de pervasivité peut s'exprimer de deux façons. Premièrement, il exprime la capacité d'une invention technique à se diffuser à travers un large ensemble de systèmes techniques (i.e. la transformation d'un système technique implique la modification d'autres systèmes techniques). Deuxièmement, il exprime le degré de transformation et de réorganisation qu'implique une invention technique sur les autres systèmes (i.e. la transformation d'un système technique reconfigure de façon plus ou moins importante un autre système

technique). Aussi, une stratégie basée sur la pervasivité des technologies vise à augmenter la pervasivité fondée sur les relations entre systèmes (i.e. transformer le plus de systèmes techniques possibles) tout en contrôlant le degré de transformation des différents systèmes techniques (i.e. une transformation trop radicale d'un système technique peut ne pas être supportée par l'acteur concerné. Par exemple, un investissement trop important).

H3 : Le concept de pervasivité, associé à ses deux dimensions, permet de clarifier de nouveaux enjeux stratégiques concernant l'impact d'une technologie sur l'ensemble de l'univers des systèmes techniques.

2.4. ACTEURS ET COLLECTIFS EN CHARGE DE LA CONCEPTION STRATEGIQUE DE TECHNOLOGIES

Dans la littérature en management stratégique, la gestion des processus stratégiques est bien souvent l'apanage du *senior management.* Cependant, en envisageant une nouvelle classe d'enjeux stratégiques basée sur la transformation et la réorganisation des systèmes techniques, il devient indispensable de s'interroger sur la nature des acteurs et des formes de collectifs en charge de cette stratégie.

H4 : Les acteurs d'une stratégie basée sur la transformation et la réorganisation des systèmes techniques, doivent posséder une connaissance précise et transverse de nature scientifique et technique.

3. METHODOLOGIE

3.1. CADRE DE RECHERCHE ET SELECTION DU CAS

Afin de tester nos hypothèses et en raison du caractère exploratoire de cette recherche, nous avons opté pour une étude de cas unique basée sur une approche qualitative. En effet, la démarche qualitative nous permet d'approfondir l'analyse des phénomènes observés et l'étude de cas unique nous aide dans la compréhension précise de questionnements spécifiques (Hlady-Rispal, 2000). Cette méthodologie est particulièrement adaptée car il s'agit de tester un cadre théorique et de le compléter (Yin, 1990). D'autre part, cette méthodologie se justifie aussi par le caractère extrême et unique de notre cas et par notre ambition de révéler de nouveaux phénomènes qui n'ont pas encore été traités et analysés dans la littérature (Yin,

1990). Enfin, pour améliorer et augmenter la validité externe de nos résultats, nous nous sommes particulièrement attaché à confronter minutieusement nos résultats à la littérature (Eisenhardt, 1989 ; Yin, 2003). Dans ce contexte, nous avons fait le choix de nous intéresser au cas du développement de la plateforme technologique FD-SOI (Fully Depleted Silicon On Insulator) chez STMicroelectronics (ST). L'entreprise STMicroelectronics a été retenue en raison de sa capacité à mener des stratégies d'innovation technologiques et pour son aptitude à inventer de nouveaux modèles de gestion (Felk, 2011 ; Kokshagina, 2014). Avec un chiffre d'affaire de 8,08 milliards de dollars (2013), STMicroelectronics (groupe franco-italien) fait parti des leaders mondiaux de l'industrie des semi-conducteurs au côté d'Intel, Samsung et TSMC. En 2013, STMicroelectronics comptait environ 45 000 employés (dont 9 000 en R&D) et l'entreprise revendiquait un portefeuille de plus de 16 000 brevets. La famille des produits proposés par ST s'étend des circuits analogiques et intégrés, aux applications télécoms, en passant les microcontrôleurs et les circuits linéaires et discrets (redresseurs, transistors de puissance, circuits intégrés logiques, etc.). Depuis plus d'une quarantaine d'année, la loi de Moore, selon laquelle le nombre de transistors sur un circuit intégré double tous les deux ans, fut un des éléments structurants de l'industrie du semi-conducteur. La réduction des dimensions des dispositifs permettait d'améliorer les performances des circuits tout en réduisant le coût unitaire de production. Ainsi, le modèle de croissance de cette industrie a principalement été piloté par des efforts en termes de miniaturisation. Cependant, de nouvelles limitations physiques et de performances des transistors ont fait leurs apparitions. La technologie FD-SOI, résultant d'une activité de R&D ayant débuté fin des années 90 à France Telecom et ayant été poursuivie au sein du pôle technologique grenoblois regroupant principalement ST, le CEA-Leti et Soitec, marque une rupture majeure dans la poursuite de la miniaturisation des circuits électroniques.

3.2. RECUEIL ET ANALYSE DES DONNEES

Les données ont été principalement recueillies au sein de STMicroelectronics. Ce recueil de données repose principalement sur des entretiens semi-directifs avec les responsables et les différents acteurs qui ont été en charge de la conception de la plateforme technologique FD-SOI (25 entretiens d'une à deux heures). Ce matériau (données primaires) a été croisé avec des sources écrites (données secondaires), telles que la documentation externe et interne, les manuscrits de thèses, les publications scientifiques (conférences et journaux) et

les bases de brevets. L'analyse des données s'appuie sur les recommandations et les méthodes d'analyse qualitative proposées par Miles et Huberman (1991). Dans un premier temps, nous avons réalisé des synthèses des entretiens afin de résumer les informations collectées au contact du terrain. Puis, nous avons procédé à un codage par l'intermédiaire de catégories (chronologie, rôles des acteurs, mission des acteurs, responsabilités des acteurs, etc.) pour résumer et regrouper les données. Enfin, nous avons déterminé des thématiques générales pour identifier des régularités repérables à travers l'ensemble des données récoltées.

4. ANALYSE DES RESULTATS

4.1. ENJEUX ET MOTIVATIONS DE LA TECHNOLOGIE FD-SOI

Depuis les années 60, le transistor MOS (composant électronique) et la technologie de conception de circuits intégrés CMOS (Complementary MOS) ont largement dominé l'industrie de la microélectronique. Le transistor MOS a été breveté en 1933 par les laboratoires Bell aux Etats Unis, et fut disponible à la fabrication en 1960. En 1965, Gordon Moore (futur cofondateur de l'entreprise Intel) proposa pour la première fois une « loi », prédisant un doublement du nombre de transistors sur un circuit intégré tous les deux ans. Cependant, il est important de remarquer que cette évolution ne s'est pas réalisée de façon continue, mais par une succession de paliers ou de générations (nœuds technologiques), notamment défini par l'*International Technology Roadmap for Semiconductor* (ITRS). D'autre part, le passage d'un nœud technologique à un autre a principalement été motivé par la demande croissante en circuits intégrés puissants, denses et à faible consommation d'énergie. Cette réduction de la taille des transistors (« *scaling* ») est aussi le résultat d'une stratégie de recherche et de développement, organisée autour de la « loi de Moore ». La « loi de Moore » devînt donc un des éléments structurants de l'industrie du semi-conducteur, où la réduction des dimensions des dispositifs permettait d'améliorer les performances des circuits tout en réduisant le coût unitaire de production. Ainsi, le modèle de croissance de cette industrie a principalement été piloté par des efforts en terme de miniaturisation. Cependant, lorsque la taille d'un transistor est inférieure à 100 nanomètres, il devient de plus en plus difficile de contrôler industriellement le comportement électrique du transistor. En effet, la réduction des dimensions entraine un certain nombre de dégradations des performances intrinsèques des transistors. De nouvelles solutions technologiques sont donc nécessaires afin de contourner les limitations physiques liées à la réduction des dimensions du transistor.

D'autre part, il s'agit de concevoir une nouvelle plateforme technologique capable de supporter la conception de circuits intégrés de hautes performances, tout en étant confrontée à la nécessité d'assurer la faible consommation d'énergie de ces mêmes circuits. C'est dans ce contexte, que le processus de conception de la technologie de transistor FD-SOI a démarré.

Aussi, ces premiers éléments nous permettent de valider notre première hypothèse. En effet, il ne s'agit pas de construire une stratégie ayant pour objectif d'identifier de nouvelles opportunités de marché, ou de valoriser une technologie existante via de nouvelles applications. Les enjeux stratégiques sont de nature technique. Il s'agit de repenser et de réorganiser le « système technique transistor » afin de contourner les limitations physiques liées à la miniaturisation. En outre, la conception d'une nouvelle technologie de transistor s'accompagne d'activités d'appropriation et de création de nouvelles connaissances scientifiques et techniques, ainsi que d'activités de constitution de portefeuilles de brevets afin d'assurer des droits de propriété intellectuelle.

4.2. DE MULTIPLES ALTERNATIVES TECHNIQUES POUR LA REORGANISATION DU « SYSTEME TECHNIQUE TRANSISTOR »

Le point commun des différentes générations des transistors MOS est l'utilisation d'un substrat de silicium massif monocristallin (appelé *Bulk* en anglais). Dans les années 80, des universitaires et chercheurs démontrèrent l'intérêt d'utiliser un film mince de silicium (*Thin Body*) en lieu et place d'un matériau massif de silicium (*Bulk*). Cette solution permet d'améliorer le contrôle électrostatique du transistor et il devient ainsi possible de retrouver le bénéfice de la réduction des dimensions des transistors, en termes de performance (vitesse) et d'efficacité énergétique. Cependant, il existe plusieurs solutions pour la réalisation de transistors sur film mince de silicium (cf. figure ci-dessous). Parmi l'ensemble des solutions, on peut principalement distinguer deux grandes familles : les transistors planaires (2D) et les transistors 3D.

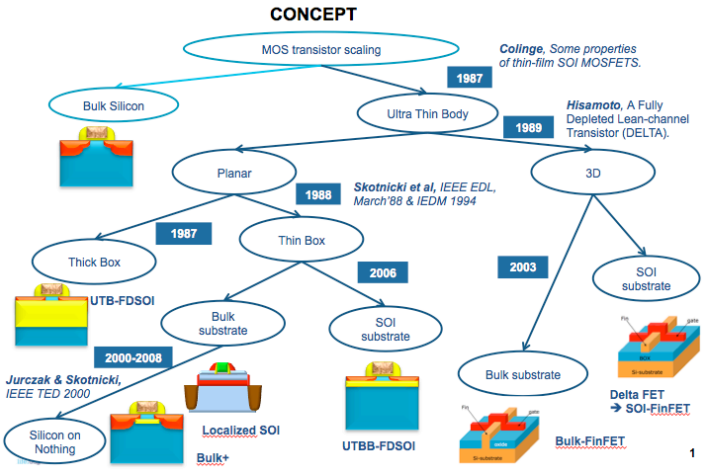

Figure 1: Différents concepts d'architecture de transistors

La transformation du « système technique transistor » ne se limite pas à une seule et unique solution. Il s'agit alors d'être en capacité de pouvoir comparer et d'évaluer les différentes solutions techniques selon un large ensemble de critères (performances technologiques, investissements financiers, propriété intellectuelle, différenciation technique vis à vis de la concurrence, etc.). D'autre part, chaque alternative technique implique inévitablement de profonds bouleversements sur l'ensemble des compétences de l'entreprise et des différents acteurs de l'industrie (concurrents, fournisseurs, partenaires, clients, etc.). Il s'agit ainsi de transformer le « système technique transistor » tout en considérant l'ensemble des relations de dépendance technique avec d'autres systèmes techniques (processus de conception et de fabrication, méthodes de fabrications et d'industrialisation, équipements des usines, conception de circuit, etc.). Aussi, l'ensemble des décisions stratégiques traduit une volonté d'action sur la transformation et la réorganisation de l'univers des systèmes techniques et de ses interdépendances. Ce qui valide ainsi notre deuxième hypothèse.

4.3. RUPTURE TECHNOLOGIQUE ET INTERDEPENDANCES ENTRE SYSTEMES TECHNIQUES

Le principe de la technologie planaire consiste à la réalisation de transistors sur un substrat de silicium ultra mince (*Ultra Thin Body*) reposant sur un isolant (oxyde). Dans les années 90, des résultats de recherche permirent de démontrer l'intérêt technologique d'utiliser un oxyde enterré mince (*Thin Box*). L'idée était alors d'utiliser un substrat de type SOI (*Silicon-On-Insulator*) pour remplacer le substrat de silicium massif monocristallin (*Bulk*). Cependant, dans les années 2000, il n'existait pas encore de substrat SOI à oxyde enterré

mince. Aussi, l'équipe modules avancés (R&D avancée de STMicroelectronics) développa la technologie Silicon On Nothing (SON) afin de concevoir l'implémentation technologique de l'oxyde enterré mince dans un substrat *Bulk.* L'équipe modules avancés de ST fut la première à démontrer conceptuellement et technologiquement l'intérêt de l'oxyde enterré mince (*Ultra Thin Body and Box)*. Parallèlement, le laboratoire public CEA-Leti (Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information) travaillait sur le développement de solutions à film mince de silicium, en utilisant les substrats SOI déjà existants. A partir de 2005, des accords entres ST, le CEA-Leti et Soitec (fabricant français de plaque de silicium sur isolant) permirent d'accélérer le développement des premiers substrats SOI à oxydes enterrés minces. Suite à cet accord, il fut alors décidé d'orienter l'activité de recherche et de développement vers des solutions UTBB (*Ultra Thin Body and Box)* sur substrat SOI. La technologie Fully-Depleted-Silicon-On-Insulator ou FD-SOI, permet donc de réaliser un nouveau type de transistor sur un substrat de silicium ultra mince, isolé par un isolant enterré, lui aussi très mince. Contrairement à l'architecture planaire 2D (FD-SOI), l'approche 3D (FinFET ou Trigate) consiste à fabriquer le film mince de silicium de manière orthogonale au plan du substrat. La technologie FinFET (soutenue par Intel) impose de transformer radicalement l'ensemble des procédés de fabrications utilisés pour les technologies conventionnelles de type *Bulk*. D'autre part, la technologie FinFET implique une importante révision des règles et des méthodes de conception des circuits intégrés. Si la technologie FinFET semble plus performante sous certaines conditions, ce n'est pas la solution qui a été retenu par ST et par l'ensemble de l'écosystème grenoblois (CEA-Leti, Soitec, laboratoires universitaires, etc.). En effet, les principales motivations qui ont guidé cette décision stratégique reposent principalement sur l'analyse des effets, qu'implique cette nouvelle architecture, sur les transformations de l'ensemble des autres systèmes techniques. Premièrement, les procédés de fabrication de la technologie FD-SOI sont très proches des techniques utilisées par les technologies conventionnelles de type *Bulk*. Il est donc possible de réutiliser les procédés de fabrications des précédentes technologies, ce qui rend la fabrication de la technologie FD-SOI plus facile à maîtriser. Deuxièmement, l'architecture planaire du FD-SOI n'impose pas une refondation complète des méthodes de conception des circuits intégrés. D'autre part, l'architecture planaire FD-SOI permet d'utiliser « l'effet *back-bias* » qui s'avère particulièrement attractif pour des applications qui requièrent performances et faible consommation simultanément. Enfin, le choix du substrat SOI s'appuie essentiellement

sur les avancées technologiques de l'entreprise Soitec, qui a très tôt décidé de développer un substrat spécifiquement dédié à la production de puces FD-SOI.

Ainsi, la performance intrinsèque d'une nouvelle technologie ne permet pas d'expliquer, à elle seule, les avantages d'une innovation de nature technologique. La nature pervasive d'une technologie impose de prendre en compte les modifications sur l'ensemble de l'environnement technique, ainsi que le degré de transformation des différents systèmes techniques. Ainsi une stratégie technologique basée sur la pervasivité des technologies (troisième hypothèse) permet d'illustrer de nouveaux enjeux stratégiques concernant la conception de plateformes technologiques.

4.4. ACTEURS ET COLLECTIFS POUR ORGANISER LES INTERDEPENDANCES ENTRE SYSTEMES TECHNIQUES

En mai 2014, ST et Samsung annonçaient un partenariat stratégique portant sur la technologie FD-SOI. Jean Marc Cherry (COO de ST) s'exprimait ainsi : *« Capitalisant sur les solides relations nouées par ST et Samsung […], cet accord renforce davantage notre coopération en l'étendant à la technologie FD-SOI en 28 nm, […]. De plus, cet accord confirme et renforce la dynamique commerciale que connaît cette technologie depuis plusieurs trimestres auprès de nombreux clients ».* Pour ST, cette annonce est capitale. En effet, elle illustre la reconnaissance, par une partie de l'industrie, de l'importance de la technologie FD-SOI. C'est à partir de 2010, que la technologie FD-SOI devint officiellement un élément stratégique pour l'*executive management* de ST. Cependant, dès les années 2000, les équipes de la R&D avancée de STMicroelectronics (équipes composées d'experts techniques et de doctorants) avaient déjà mis en évidence le besoin de développer de nouvelles méthodes afin d'améliorer les performances des transistors conventionnels. Ainsi, l'ensemble de la stratégie de conception de la plateforme technologique FD-SOI a été piloté par les experts techniques du pôle technologique grenoblois regroupant principalement ST, le CEA-Leti, Soitec et des laboratoires universitaires. Pendant 10 années, les équipes techniques se sont efforcées de démontrer la faisabilité technique du FD-SOI ainsi qu'à prouver la possibilité de la hisser à un niveau industriel. D'autre part, dès 2003, l'ensemble des travaux de recherche et de développement ont fait l'objet d'évaluations et de discussions dans le cadre de la définition des *roadmaps* de *l'International Technology Roadmap for Semiconductors* (ITRS). Afin d'apporter des solutions aux nouveaux enjeux technologiques de l'industrie du

semi-conducteurs, l'ITRS est une organisation qui a pour mission de faciliter la coordination et la coopération entre les différents acteurs de cette industrie (Schaller 2004). Les *roadmaps* technologiques sont ainsi la formalisation des différentes stratégies technologiques pensées et élaborées par les différents experts techniques du secteur industriel (Cogez, Le Masson et Weil, 2010). Ainsi, l'identification et la préparation des choix techniques, qui peuvent avoir pour effet la transformation et la réorganisation des systèmes techniques, et donc un impact fondamental sur la stratégie technique de l'entreprise, s'effectuent par les différents experts techniques de l'écosystème industriel. En possédant une connaissance précise et transverse de nature scientifique, l'expert technique illustre la nature des acteurs (quatrième hypothèse) capables de conduire des stratégies basées sur la transformation et la réorganisation des systèmes techniques. Il revient alors au senior management de choisir parmi ces alternatives, comme ce fut le cas lorsque le développement du FD-SOI fut retenu comme une des composantes majeures de la stratégie de ST. D'autre part, l'ITRS illustre aussi une nouvelle forme de collectif inter-entreprises, où l'enjeu n'est pas d'échanger sur les perspectives de l'évolution économique du secteur mais d'apporter des informations et des connaissances descriptives et normatives sur la transformation et la réorganisation de l'ensemble des systèmes techniques de l'industrie.

5. CONCLUSION

Dans ce papier, nous avons développé un nouveau cadre théorique afin de mettre en valeur les enjeux stratégiques de la compétition entre plateforme technologique. En effet, la littérature sur les stratégies technologiques se limite principalement à l'étude des processus ayant pour objectifs d'améliorer la performance, la qualité, les fonctionnalités des produits et des procédés en vue de conduire des stratégies de domination par les coûts et de différentiation compétitive. Cependant, ce niveau d'analyse ne permet pas de rendre compte des avantages compétitifs entre plateformes technologiques possédant un très haut niveau de généricité. Ainsi, en nous appuyant sur les travaux de conception de technologies génériques et sur les stratégies d'endogénéisation des enjeux marchants (modularité, multifonctionnalité, généricité), nous démontrons qu'il était possible de penser la stratégie de compétition entre plateformes technologiques, indépendamment des logiques de marchés. Nous défendons l'idée selon laquelle les notions d'usage, d'utilité, de fonctionnement pratique, ne permettent pas d'identifier la technologie comme telle. Pour développer notre cadre théorique, nous

avons mobilisé des travaux de philosophie des techniques (Simondon, 1969), d'histoire des techniques et nous avons introduit le concept de système technique (Gilles, 1978, 1979). En définissant une plateforme technologique comme une structure cohérente, composée d'un ensemble de systèmes techniques interdépendants les uns des autres, nous mettons en évidence que la compétition se joue aussi sur la capacité des différents acteurs à subvertir les systèmes techniques de l'ensemble du secteur industriel. Pour illustrer l'effet systémique d'une technologie sur l'espace des techniques, nous avons introduit le concept de pervasivité. Ce concept permet d'exprimer la faculté d'une invention technique à transformer et à réorganiser d'autres systèmes techniques ainsi que sa capacité à se diffuser à travers un large ensemble de systèmes techniques. Aussi, mener une stratégie de pervasivité technologique suppose de contrôler le degré de transformation des différents systèmes techniques, tout en augmentant le nombre de relations entre différents systèmes. Cependant, ce concept n'est pas en contradiction avec les autres théories élaborées en stratégie. En réintroduisant les réalités techniques dans le concept de stratégie technologique et en spécifiant les enjeux, nous tentons d'apporter des éclaircissements et des prolongements. Enfin, en s'appuyant sur une étude de cas, nous précisons la nature des acteurs et les formes de collectifs en charge de gérer ce type de stratégie.

Références

Abell, D. (1980). Defining the Business, Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.

Abernathy, W., Utterback, J. (1978). Patterns of industrial innovation, Technology Review 80(7): pp. 2-9.

Adler, P. (1989). Technology Strategy: A Guide to the Literatures. In R. Burgelman, R Rosenbloom (Eds.). Research on Technological Innovation, Management and Policy, Vol. 4: pp. 25-151. JAI Press Inc.

Ahuja, G., Coff, R., Lee, R. (2005). Managerial Foresight and Attempted Rent Appropriation: Insider Trading on Knowledge of Imminent Breakthroughs. Strategic Management Journal, 26(8) 791-808.

Andrew, K.R. (1980). The Concept of Corporate Strategy, Homewood, Il : Richard D. Irwin.

Ansoff, H. I. (1965). Corporate Strategy, New York, McGraw-Hill.

Arora, A., Fosfuri, A., Gambardella, A. (2001). Markets for Technology: The Economics of Innovation and Corporate Strategy. The MIT Press, Cambridge MA.

Bain, J.S. (1956). Barriers to New Competition, Cambridge, Harvard University Press.

Baldwin, C. & Clark, K. (1997). Managing in an Age of Modularity. Harvard Business Review.

Baldwin, C. Y. and Clark, K.B (2000). Design Rules: The Power of Modularity. Cambridge, MA, US: MIT Press.

Baldwin, C.Y. and Woodard, C.J. (2009). The Architecture of Platforms: A Unified View. In Gawer, A. (ed.), Platforms, Markets and Innovation, Cheltenham, UK and Northampton, MA, US: Edward Elgar.

Barney, J. B. (1986). Types of Competition and the Theory of Strategy: Toward an Integrative Framework", Academy of Management Review, vol. 11, n° 4, p. 791-800.

Barney, J.B. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage, Journal of Management, Vol 17, pp. 99-120.

Boldrini, J.P. (2011). Le rythme implacable de l'innovation est-il gouverné par des lois d'évolution internes aux objets, XXe Conférence de l'AIMS, Nantes, 7-9 juin.

Bresnahan, T. (1999). New Modes of Competition and the Future Structure of the Computer Industry, in: Eisenach, J. & T. Lenard (eds.) Competition, Innovation, and the Microsoft Monopoly. Berlin, Germany: Springer.

Bresnahan, T., Gambardella, A., (1998). The Division of Inventive Labor and the Extent of the Market, in Helpman, E. (ed.) General-Purpose Technologies and Economic Growth, MIT Press, Cambridge.

Bresnahan, T.F., Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies 'Engines of growth'? Journal of Econometrics, 65, 83–108.

Brown, S.L., Eisenhardt, K.M. (1998). Competing on the edge. Strategy as structured chaos, Harvard Business School Press: Boston, MA.

Burgelman, R., Rosenbloom, R. (1989). Technology strategy : an evolutionary process perspective. In Rosenbloom, R., Burgelman, R. (Eds.), Research on Technological Innovation, Management, and Policy (vol. 4) Greenwich, CT: JAI Press (pp. 25-151).

Burgelman, R.A., Christensen, C.M, Wheelwright, S.C (2004). Strategic Management of technology and innovation, 4th Edition, McGraw-Hill Higher Education, 1208 p.

Cantwell, J. and Qui, R. (2009). General Purpose Technology (GPT), firm technological diversification and the re-structure of MNC international innovation networks. Druid conference summer conference.

Caron, F. (2000). Dynamique des systèmes techniques et « capitalisme » : le cas de l'industrie électrique en France, 1880-1939. In Histoire, économie et société. 19e année, n°3. Pp. 387-410.

Chamberlien, E.H. (1933). The theory of monopolistic competition, Cambridge : Harvard University Press.

Chandler, A. (1962). Strategy and structure : chapters in the history of the industrial enterpriese, Cambridge, MIT Press.

Château, J-Y. (2010). La technique : Genèse et concrétisation des objets techniques dans Du Mode d'existence des objets techniques de Gilbert Simondon. Revue Philopsis.

Cogez, P., Le Masson, P., Weil, B. (2010). The management of new common goods for collective growth in ecosystems : roadmapping for disruptive innovation in the semiconductor industry, Proceedings of the IPDM Conference.

Conner, K.E. (1991). A historical comparison of ressource-based theory and five schools of thought within industrial organization economics : do we have a new theory of the firm ?, Journal of Management, vol.17, N°1, p.145.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research, Academy of Management Review, 14 : 4, 532-550.

Ellul, J. (1977). Le système technicien, Paris.

Felk, Y. (2011). Évaluation et pilotage des activités de recherche dans la R&D centrale de STMicroelectronics : nouveaux principes de management de la recherche industrielle pour l'innovation de rupture. Thèse en science de gestion, MINES ParisTech.

Gambardella, A., Giarratana, M. (2009). General Technologies, Product-Market Fragmentation, and Markets for Technology: Evidence from the Software Security Industry.

Garcia, R., and Calantone (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review, The Journal of Product Innovation Management 19 (2002) 110-132.

Gawer, A. (2007). A Strategy toolkit for platform leader wannabes. DRUID Conference.

Gawer, A. (2010). Toward a general theory of technological platforms. DRUID Conference.

Gawer, A. (2014). Bridging differing perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework. Research Policy.

Gawer, A., Cusumano, M. A. (2002). Platform leadership : How Intel, Microsoft, and Cisco drive industry innovation, Cambridge, Mass., Harvard Business School Press.

Gawer, A., Henderson, R., (2007). Platform owner entry and innovation in complementary markets: evidence from Intel. Journal of Economics and Management Strategy, 16 (1), 1–34.

GEST (1986). Grappes technologiques, les nouvelles stratégies technologiques d'entreprise, Paris, Mac Graw Hill.

Ghemawat, P. (1991). Commitment: The Dynamic of Strategy. Free Press: New York.

Ghemawat, P., Del Sol, P. (1998). Commitment versus Flexibility? California Management Review (Summer): 26–42.

Gille, B. (1979). La notion de système technique. Technique et culture, N°1.

Gilles, B. (1978). Histoire des techniques, Paris, Gallimard, coll. « La Pléiade ».

Hamel, G., Prahalad, CK. (1990). The Core Competence of the Corporation. Harvard Business Review 70(3): pp. 79-91.

Hamel, G., Prahalad, CK. (1994). Competing for the Future, Havard Business School Press: Boston, MA.

Hlady-Rispal, M. (2000). Une stratégie de recherche en gestion: l'étude de cas. Revue française de gestion, n° 127, p. 61-70.

Johnson, G., Whittington, R., Scholes, K., Angwin, D., Regnér, P. (2013), Exploring Strategy, 10th Edition, Pearson, 592 p.

Kokshagina, O. (2014). Risk management in double unknown : theory, model and organization for the design of generic technologies, Thèse en science de gestion, MINES ParisTech.

Le Masson, P., Weil, B., & Hatchuel, A. (2010). Strategic Management of Design and Innovation, Cambridge: Cambridge University Press.

Lemonnier, P. (1983). A propos de Bertrand Gille : la notion de « système technique ». In L'Homme, tome 23, n°2, pp. 109-115.

Leroi-Gourhan, A. (1973). Milieux et techniques. Albin Michel, Paris.

Lieberman, M.B., Montgomery, D.B. (1988). First-mover advantage, Strategic Management Journal 9(6): 41-58.

Lorino P., Tarondeau J-C. (2006). De la stratégie aux processus stratégiques, Revue française de gestion, 2006/1 no 160, p. 307-328.

Maine, E. and Garnsey, E. (2006). Commercializing generic technology: The case of advanced materials ventures. Research Policy, 35, 375-393.

Mason, E.S. (1939). Price and production policies of large scale enterprises, American Economic Review, 29, 61-74.

Miles, M.B., Huberman, A.M. (1994). Qualitative Data Analysis: An Expanded Source Book, 2nd Edition, Sage Publications, Thousand Oaks, CA.

Mintzberg, H. (1978). Patterns in Strategy Formulation, Management Science.

Nelson, R.R. & Winter, S. G. (1982). An evolutionary theory of economic change, Cambridge : Harvard University Press.

Nonaka, I., Keney, M. (1991). Toward a new theory of innovation management: a case study comparing Apple and Canon, Journal of Engineering and Technology Management **8**: 67-83.

Novelli, E. (2010). As You Sow, So Shall You Reap*:* General Technologies and Entry Into New Product Subfields In the Face of Technological Uncertainty. DRUID Conference.

Porter, M. (1985). Competitive Advantage, Creating and Sustining Superior Performance, Free Press.

Prahalad, C.K., Doz, Y., Angelmar, R. (1989). Assessing the scope of innovation : a deliemma for top management. In Rosenbloom, R., Burgelman, R. (Eds.), Research on Technological Innovation, Management, and Policy (vol. 4) Greenwich, CT: JAI Press (pp. 25-151).

Prahalad, C.K., Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation, Harvard Business Review, May-June.

Rosenbloom, R. S. (1978). Technological Innovation in Firms and Industries : An assessement of the State of the Art. In Kelly, P., Kranzberg, M. (Eds.), Technological Innovation : a critical Review of Current Knowledge, San Fransico : San Fransico Press.

Schaller, R. R. (2004). Technological Innovation in the Semiconductor Industry: A Case Study of the International Technology Roadmap for Semiconductors. Fairfax, George Mason University. Doctor of Philosophy: 861.

Schumpeter, J. A. (1934). The theory of economic development, Cambridge : Harvard University Press.

Simondon, G. (1969). Du mode d'existence des objets techniques (Vol. 1). Aubier-Montaigne.

Stalk, G., Evans, P., Shulman, L.E. (1992). Cometing on capabilities : The New rules of corporate strategy, Harvard Business Review, March-April.

Teece, D.J., Pisano, G., Shuen, A., (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management, Strategic Management Journal, Vol 18, pp.509-533.

Wernerfelt, A. (1984). A ressource-based view of the firm, Strategic Management Journal, vol. 5, N°2.

Wheelwright, S., Clark, K. (1992). Creating project plan to focus product development, Harvard Business Review (March-April): pp. 70-82.

Yin, R. K. (1990). Case Study Research : Design and Methods, Applied Social Research Methods series, Vol 5, CA : Sage, Newbury Park.

Yin, R. K. (2004). The Case Study Anthology, Thousand Oaks, CA: Sage.

Zimmermann, J.B. (1989). Groupes industriels et grappes technologiques, Revue d'économie industrielle, Vol. 47, pp. 89-102.

Zimmermann, J.B. (1995). Le concept de grappes technologiques. Un cadre formel, Revue économique, Volume 46, n°5, pp. 1263-1295.