



MINISTÈRE
DES ARMÉES

Liberté
Égalité
Fraternité

ÉCODEF

Secrétariat général
pour l'administration
Direction des affaires financières

189
JUILLET 2021

• LE BULLETIN DE L'OBSERVATOIRE ÉCONOMIQUE DE LA DÉFENSE (SGA/DAF/OED) •

ÉTUDES

PERFORMANCE À L'INNOVATION DES ENTREPRISES DE DÉFENSE

L'objectif de ces travaux de recherche est de comprendre la manière dont l'implication des entreprises sur le marché de la défense influence la performance de leur processus d'innovation. À l'aide d'une analyse empirique des données de brevets des plus grandes entreprises innovantes dans le monde entre 2010 et 2014, nous mettons en avant que plus les entreprises sont dépendantes économiquement du marché militaire, plus elles réalisent des innovations de qualité.

QUEL PEUT ÊTRE LE RÔLE DE LA DUALITÉ DANS L'INNOVATION ?

L'industrie de défense a connu différentes évolutions et se trouve aujourd'hui confrontée à plusieurs enjeux qui affectent ses efforts en matière d'innovation. D'une part, si certaines technologies restent très liées à leur usage exclusivement militaire (c'est notamment le cas pour le domaine de la dissuasion nucléaire ou les systèmes de missiles), le caractère strictement spécifique des technologies à usage militaire a été peu à peu gommé pour consacrer le caractère de plus en plus dual de certaines d'entre elles. On observe ainsi le recours à des technologies ou des composants produits par des secteurs industriels civils et intégrés dans des systèmes d'armes. C'est le cas pour l'usage de tablettes informatiques ou d'écrans dans le monde aéronautique (A400 M).

Par ailleurs, les industries de défense n'apparaissent plus nécessairement comme les fournisseurs exclusifs de capacités de défense au profit des États ; l'extension des conflits à des domaines de plus en plus large (le domaine cyber en particulier), l'expansion très forte des technologies de l'information, le nivellement technologique (l'utilisation de drones commercialisés dans le secteur civil dans des zones de combat par exemple, les radars sol-sol, etc.) constituent un élargissement à la fois du spectre capacitaire nécessaire aux États pour faire face à des menaces de plus en plus diversifiées, et des modalités de réponse à ces menaces, qui passent de plus en plus par des solutions développées initialement pour un usage civil.

La dualité est donc appréciée du point de vue de la destination des productions (marchés plutôt civils ou militaires ?). Les industries de défense se sont diversifiées pour certaines vers les marchés civils (c'est le cas en particulier pour l'industrie aéronautique), qui ont fait évoluer leur positionnement et leur outil de production en externalisant la production de certains pièces ou composants, et plus généralement qui intègrent les évolutions permises par le formidable essor des outils informatiques. Par effet miroir, des entreprises constituées initialement pour des marchés civils sont aujourd'hui des acteurs pour la défense, tout particulièrement dans les domaines des nouvelles technologies. A titre d'illustration, selon le SIPRI⁽¹⁾, Airbus ne réalise que 15 % de son chiffre d'affaires sur le marché militaire alors que Naval Group dépend à 99 % du marché militaire. Dans ce contexte, nous nous demandons comment la dépendance des entreprises à l'activité de défense affecte la qualité de leurs innovations technologiques.

Pour réaliser cette étude, nous analysons les brevets des 2000 plus grandes firmes au monde en termes de R&D entre 2010 et 2014 (JRC/OECD 2015, 2017) et les données du Top100 des entreprises de défense du SIPRI. L'idée sous-jacente de comprendre de quelle manière la part du chiffre d'affaires militaire des entreprises influence la qualité de leur innovation, à la fois en termes d'originalité et de généralité en comparaison des grandes entreprises les plus innovantes dans le monde.

(1) Pour l'année 2017, selon la base de données « Arms Industry » du SIPRI. (<https://www.sipri.org/databases/armsindustry>).



Cécile FAUCONNET

Chercheur en économie de défense à l'Institut de Recherche Stratégique de l'École Militaire (IRSEM)

Mme Cécile FAUCONNET est lauréate du prix d'Économie de la Défense - 2020 du ministère des Armées pour sa thèse intitulée « La structuration des bases de connaissances des entreprises de défense ».

L'Observatoire Économique de la Défense diffuse EcoDef par messagerie électronique (format pdf).

Si vous êtes intéressé(e) par cette formule, veuillez adresser un courriel à :

daf.oed.fct@intradef.gouv.fr

Découvrez toutes les publications du secrétariat général pour l'administration sur :

Internet :
www.defense.gouv.fr/sga

Intranet :
www.sga.defense.gouv.fr

INNOVATION TECHNOLOGIQUE : UNE APPROCHE PAR LES CoPS

Afin de caractériser les spécificités liées à la production de défense, le cadre d'analyse des *Complex Product System* (CoPS) est particulièrement pertinent. Le concept de CoPS sert d'unité d'analyse des innovations dans des produits technologiques qui combinent des ensembles de sous-systèmes (HOBDA, 2000). Il est adapté aux productions militaires du fait de la complexité de ces produits et de leur nature de systèmes de systèmes⁽²⁾. Afin de créer un produit adapté aux demandes de l'État et de haute technologie, les entreprises organisent leurs recherche et développement (R&D) ainsi que leur production. Les porte-avions, les sous-marins ou encore les avions de chasse sont composés d'une large quantité de sous-systèmes, de connaissances technologiques et scientifiques et d'une grande variété de compétences organisationnelles (VERSAILLES, 2005). Plus précisément, (DAVIES ET HOBDA, 2005) introduisent trois capacités nécessaires liées à l'innovation des firmes réalisant des CoPS :

- capacité stratégique : la capacité d'allouer des ressources et de mettre en œuvre des plans à long terme pour maintenir, renouveler et développer leur compétence organisationnelle ;
- capacité fonctionnelle : la gestion des aspects technologiques y compris la conception, l'ingénierie et l'interaction entre les différentes connaissances ;
- capacité en gestion de projet : la gestion des relations avec des partenaires pour la conception et la réalisation de CoPS pendant le cycle de vie du projet.

L'ensemble de ces capacités correspondent à des caractéristiques de l'activité défense des entreprises. Premièrement, la capacité stratégique des entreprises de défense à gérer et à anticiper l'évolution des innovations est particulièrement développée pour trois raisons principales : le long cycle de développement des programmes et la durée de vie des systèmes ; la nécessité de maintenir les connaissances rares et/ou obsolètes, le besoin de fiabilité des équipements et leur adaptabilité au contexte.

La longue durée de vie des systèmes associée au long temps de développement des produits impliquent une gestion solide des connaissances et compétences au sein de l'entreprise. Cette gestion vise le maintien des connaissances du système et l'aptitude à les articuler avec les nouvelles connaissances émergentes. Les cycles de vie des équipements sont longs et l'innovation est « *générationnelle* » (BELLAI ET DROFF, 2016). Il s'agit d'un paradigme d'innovation techno-centré dont le principe est le développement des capacités par générations successives afin d'éviter toute surprise stratégique. La longue durée de développement des produits militaires est particulièrement bien illustrée par l'exemple de l'avion de combat F-35. Ce programme de conception et de construction d'un avion multi contrôle de cinquième génération sous l'égide des États-Unis avec la participation d'autres pays de l'OTAN, a été lancé en 1993. Le vol du premier avion de série n'a eu lieu qu'en 2007 et a été poursuivi par une série de tests. En 2012 seulement, la première version du F-35 (A) a frappé sa première cible en situation d'entraînement. Avec ces premières diffusions, de nombreux problèmes techniques ont repoussé encore son opérationnalité. Finalement, la première frappe recensée du F-35 en situation de combat date de mai 2018 par l'armée Israélienne.

Cette caractéristique de long terme liée aux matériels militaires est complétée par nécessité de maintien des connaissances rares et obsolètes. Du fait de la durée de vie des matériels militaires, les systèmes doivent être maintenus en condition opérationnelles longtemps après que la technologie soit devenue obsolète. Les nouveaux systèmes d'armes doivent s'intégrer dans une architecture de systèmes qui ne fonctionnent pas forcément selon les dernières technologies, les derniers standards, en particulier en termes de systèmes de communication (MAIER, 1998). De plus, les entreprises de défense doivent maintenir à long terme des connaissances orphelines, *i.e.* des connaissances employées dans un seul type de projet. Ce type de connaissances n'est pas maintenu dans les entreprises civiles faute de rentabilité. En effet, maintenir une connaissance au sein de son entreprise est coûteux et les connaissances orphelines sont peu utilisables et donc peu génératrices de profit. Par exemple, Naval Group identifie trente compétences rares pour la construction de sous-marins, dont douze orphelines (navigation inertielle, sûreté nucléaire des armes, sûretés réciproques des armes, pyrotechnie, *etc.*) (BRIDEY ET AL. 2016).

La dernière particularité de la production défense se rapportant à la capacité stratégique est liée à l'exigence d'excellence, de fiabilité et d'adaptabilité au contexte des matériels. Cette exigence est liée aux enjeux stratégiques et de souveraineté que porte la production d'armement. celle-ci demande une avance technologique sur l'adversaire ainsi qu'une adaptabilité des matériels aux contextes de conflits incertains. La prédominance des conflits asymétriques depuis la fin de la guerre froide, associée à un contexte international mouvant, mène à une demande de polyvalence des matériels militaires. Toutes ces caractéristiques de la production de défense contribuent ainsi à la capacité stratégique des entreprises en termes de base de connaissances.

La production de défense nécessite aussi la maîtrise de la capacité fonctionnelle associée aux CoPS. Celle-ci renvoie à l'aptitude des entreprises à créer et à personnaliser des solutions spécifiques de haute-technologie. Selon MOURA (2008), beaucoup d'équipements militaires sont des systèmes intensifs en ingénierie qui sont composés d'un nombre très important de technologies et qui nécessitent un ensemble de compétences complémentaires. Que ce soit les systèmes de télécommunications, les sous-marins ou les porte-avions, ils sont composés d'un grand nombre de sous-systèmes. Ces solutions techniques et technologiques sont personnalisées aux demandes de son unique client ; l'État. En effet, comme nous l'avons précédemment précisé, le marché de défense est un monopsonne. Cette particularité structure le processus d'innovation notamment par la personnalisation des produits. L'État étant le seul client, présent en amont, en finançant la R&D, au cours du processus, en collaboration et en testant les prototypes et le design et en aval, en utilisant les productions. Ainsi, la capacité fonctionnelle des entreprises de défense semble particulièrement importante pour leur activité de défense.

(2) Un système de systèmes est un ensemble de systèmes orientés tâches ou dédiés qui mettent en commun leurs ressources et leurs capacités pour créer un nouveau système plus complexe qui offre plus de fonctionnalités et de performances que la simple somme des systèmes constitutifs (POPPER et al., 2004).

Enfin, la capacité de gestion de projet est cruciale pour les entreprises de défense. La production d'armes nécessite des facultés d'organisation autour de projets avec des relations particulières avec l'État-client et l'environnement imposé par la complexité des productions. Le développement des systèmes d'armes s'inscrit dans la relation étroite entre l'État-client qui joue un rôle d'orientation et de financement de la R&D et de la production à travers son statut de maître d'ouvrage (LAZARIC et al. 2009). La firme, quant à elle, a un rôle d'intégrateur de systèmes, un rôle de maître d'œuvre. Cette relation de maître d'ouvrage (État-client) et maître d'œuvre (entreprise de défense) conditionnant la production de défense, doit être complétée par l'environnement composé d'acteurs divers, i.e. sous-traitant, laboratoire de recherche, etc. contribuant au projet. Les industriels de la défense doivent gérer non seulement leur relation avec l'État mais aussi avec de nombreux acteurs hétérogènes

Toutes ces spécificités de l'activité de défense ont un effet sur l'innovation des entreprises produisant des biens militaires. Nous questionnons dans cette étude dans quelle mesure la dépendance au marché de la défense, et donc le développement plus ou important des capacités liées aux CoPS au sein des entreprises de défense affecte la qualité des innovations technologiques.

PRENDRE EN COMPTE NON SEULEMENT LA QUANTITÉ, MAIS AUSSI LA QUALITÉ DES BREVETS

Afin de quantifier la qualité de l'innovation des entreprises de défense, nous utilisons les données de brevets. Les informations contenues dans ces documents générés par des offices indépendants permettent d'étudier l'activité d'innovation technologique des entreprises (GRILICHES, 1990). La mobilisation des données de brevets est très fréquente pour les économistes qui étudient l'innovation.

Cependant, utiliser les données de brevets comme approximation de l'innovation implique de nombreux biais sur notre perception de l'innovation technologique. Le principal est celui du secret. Toute organisation qui parvient à se saisir d'opportunités technologiques se trouve confrontée à la question de la protection de son avance (TEECE, 1998). Pour cela, elle dispose de multiples systèmes de protection dont les caractéristiques diffèrent parmi lesquels le brevet, particulièrement performant pour s'approprier une innovation de produit et le secret qui, quant à lui, ferait plus facilement valoir ses droits sur des innovations de procédés. La stratégie du secret reste malheureusement une limite infranchissable à l'analyse empirique de l'innovation. Par définition, le secret ne se partage pas et est donc difficilement observable. Dans le cas spécifique de l'innovation de défense, l'État peut contraindre une organisation à tenir le secret alors que celle-ci aurait préféré publier un brevet. Au regard des enjeux de souveraineté et alors même que le potentiel de diffusion d'une technologie peut être considéré comme élevé, le gouvernement est en capacité d'intervenir pour limiter le périmètre d'exploitation économique d'une innovation. Cette incitation au secret dans l'activité de défense pourrait amener à la conclusion que ce secteur dépose moins de brevets que les autres. Cependant, cette limite ne présente pas un biais conséquent. Certaines études montrent même une propension plus forte au dépôt de brevets dans les entreprises ayant une activité de défense (GUILLOU et al., 2009 ; BELIN et al., 2019). Le brevet est donc un indicateur imparfait de l'innovation mais cela ne signifie pas que son étude n'apporte aucune compréhension, même parcellaire, du processus de création de nouvelles connaissances technologiques. En effet, la masse d'informations qu'il contient doit être considérée avec précaution mais peut apporter un éclairage sur le phénomène complexe qu'est la créativité humaine dans un environnement où la quantité de connaissances disponibles et leur accessibilité ne font que croître.

Nous mobilisons trois indicateurs pour étudier la performance du processus d'innovation des entreprises.

- Un indicateur de quantité des brevets, noté « *nombre de brevets* ». Le nombre de brevets déposés par une entreprise permet de quantifier l'activité d'une entreprise sur le marché des droits de propriété intellectuelle mais n'est pas suffisant pour faire la distinction entre des inventions de faible qualité, relevant plus d'une stratégie concurrentielle, et des inventions apportant réellement de nouvelles connaissances technologiques.
- Dans cette perspective, nous mobilisons deux indicateurs complémentaires liés à la qualité des brevets. Le premier est l'indicateur d'originalité. Il traduit la capacité des entreprises à mobiliser des connaissances technologiques diverses passées dans leurs inventions. Le second, la généralité, traduit la capacité des inventions des entreprises à influencer les innovations futures. Ces indicateurs sont construits grâce aux flux de citations entre les brevets. En effet, les brevets, en supplément aux informations liées à l'invention elles-mêmes, contiennent un ensemble de références retraçant les connaissances antérieures mobilisées pour réaliser cette nouveauté. Ainsi, les citations faites par un brevet nous informent sur ses sources. Les citations reçues par un brevet nous informent de ses influences sur les inventions postérieures. Dans cette perspective, l'originalité d'un brevet se calcule sur la diversité des citations qu'il émet alors que la généralité d'un brevet se calcule sur la diversité des citations reçues par ce même brevet. Ces indicateurs se construisent comme un indice de concentration des classes technologiques au sein des brevets cités pour l'originalité et des brevets citant pour la généralité⁽³⁾.

(3) Pour plus de détails, voir (SQUICCIARINI et al., 2013).

RELATION ENTRE DÉPENDANCE À LA DÉFENSE ET QUALITÉ DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE : UNE APPROCHE STATISTIQUE

Dans cette recherche, nous nous demandons à quel point la dépendance au marché militaire des entreprises influence la performance de leur processus d'innovation technologique. Afin de traiter cette question, nous utilisons un modèle de régression linéaire sur des données de panel qui peut s'exprimer comme suit :

$$\text{Innovation}_{f,t} = \beta_0 + \beta_1 \text{Part du chiffre d'affaires de défense}_{f,t-1} + \beta_2 \text{Contrôles brevets}'_{f,t-1} + \beta_3 \text{Contrôles économiques}'_{f,t-1} + \varepsilon_{f,t}$$

Où $\text{Innovation}_{f,t}$ est la variable dépendante dans notre modèle et représente la qualité et la quantité des brevets de la firme f l'année t . $\text{Part du chiffre d'affaires de défense}_{f,t-1}$ est la variable de la part du chiffre d'affaires de défense des entreprises. $\text{Contrôles brevets}'_{f,t-1}$ est le vecteur composé des variables caractérisant les brevets de l'entreprise f pour l'année $t-1$. $\text{Contrôles économiques}'_{f,t-1}$ est composé de variables de contrôle communément associées à l'étude économique des firmes. Finalement, $\varepsilon_{f,t}$ représente le terme d'erreur. Pour tester cette relation, nous utilisons des données consolidées sur la période 2010-2014. Afin d'éviter tout problème d'endogénéité, nous considérons toutes nos variables dépendantes avec un retard d'une année.

Pour réaliser cette régression, nous mobilisons deux bases de données complémentaires. D'une part, les données de brevets qui permettent de capturer en partie la capacité d'innovation des firmes et leur mobilisation de connaissances. D'autre part, les données de firmes. Nous utilisons les données de brevets pour saisir l'innovation technologique des entreprises à travers diverses caractéristiques telles que la diversité technologique ou encore la mobilisation de connaissances scientifiques dans leurs brevets. Les variables économiques des entreprises, i.e. la variation des dépenses en R&D et en capital, le nombre d'employés ainsi que les ventes nettes de l'entreprise sont utilisées comme variables de contrôle.

Enfin, pour comprendre comment la dépendance des entreprises au marché de la défense affecte la qualité de leurs innovations, nous utilisons la part de la vente d'armes dans l'ensemble des ventes de l'entreprise. Cette variable est extraite de la base de données *Arms Industry* du SIPRI.

L'INFLUENCE POSITIVE DE LA DÉPENDANCE À LA DÉFENSE SUR L'INNOVATION

Les résultats de notre étude empirique mettent en avant que **la part du chiffre d'affaires défense des entreprises a un effet positif et significatif** au seuil de 10 %, **sur la généralité et l'originalité des innovations technologiques**, alors qu'il n'a pas d'effet sur la quantité d'innovations (FAUCONNET, 2019). Plus précisément l'indicateur de généralité traduit la capacité des entreprises à influencer une diversité d'inventions futures. **Ainsi, plus une entreprise est dépendante du marché de défense, plus ses innovations se diffusent et affectent une multitude d'autres inventions technologiques.**

L'indicateur d'originalité traduit lui, la capacité des entreprises à mobiliser des connaissances technologiques diverses passées dans leurs inventions. Ainsi, **plus les entreprises sont impliquées économiquement dans l'activité de défense, plus leurs innovations reposent sur une diversité d'inventions technologiques passées.** Elles ont donc la capacité de garder en mémoire et d'entretenir des savoirs dans le temps, bien que certains reposent sur des connaissances orphelines. Deux éléments explicatifs peuvent apporter un éclairage sur ces résultats. D'une part, un monopsonne national contraint la structure de marché. L'environnement de collaboration est conditionné par les exigences de l'État-client, celui-ci étant soucieux de la qualité des innovations technologiques. D'autre part, la diversification des connaissances est considérée comme un enjeu stratégique pour les entreprises de défense. Pour elles, cultiver la spécificité que leur impose la production de défense leur permet de se différencier des entreprises civiles et de réaliser une innovation de meilleure qualité (**Figure 1**).

Figure 1 : Effet de la part du chiffre d'affaires Défense sur l'innovation des entreprises

Indicateurs	Nombre de brevets	Originalité	Généralité
Part du chiffre d'affaires Défense	+	+	+
Contrôles brevets	Oui	Oui	Oui
Contrôles économiques	Oui	Oui	Oui
Nombre d'observations	3 254	3 254	3 254

Le signe (+) traduit un effet positif de la part du chiffre d'affaires défense des entreprises sur la quantité et la qualité de leurs innovations.

Le signe (*) note la significativité de l'effet positif de la part du chiffre d'affaires défense sur la quantité et la qualité de leurs innovations.

(*) signifie que la probabilité que l'effet du chiffre d'affaires défense ait un effet positif sur la qualité de l'innovation est supérieur à 90%.

Source : C. FAUCONNET, 2021.

RÉSUMÉ DE LA THÈSE

La thèse récompensée s'intitule « *La structuration des bases de connaissances des entreprises de défense* » et a été réalisée sous la direction de R. Le Goff à l'ENSTA Paris et Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne dans le cadre d'un contrat DGA/CNRS. Ce travail de thèse consiste en une analyse du processus d'innovation des entreprises de défense. Plus particulièrement, la thèse s'intéresse à la contribution des connaissances technologiques et scientifiques à l'innovation de défense. La problématique de la thèse peut se résumer par : « *Comment les entreprises de défense mobilisent-elles et organisent-elles leurs connaissances technologiques et scientifiques afin d'innover ?* » L'enjeu de cette question est de comprendre une activité industrielle spécifique qui a connu de nombreux bouleversements depuis les années 1990, comme par exemple des vagues de privatisations ou encore un changement technologique important. Cette question de l'innovation de défense est abordée par une approche en termes de base de connaissances. Elle permet de considérer les proximités entre les entreprises en termes de connaissances, plutôt qu'en termes de proximités de marché et cela afin de mieux comprendre les dynamiques d'innovation technologique. L'activité de défense est difficilement définissable pour les économistes et du fait la multiplicité des industries et des technologies dans lesquelles elle s'exerce, ainsi que la présence des entreprises de défense à la fois sur les marchés militaire et civil. Cependant, il existe aussi des spécificités communes qui caractérisent l'activité de défense. Une de ces spécificités est tout d'abord, la relation particulière entre les entreprises de défense et l'État-Client, qui fixe le cahier de charge des commandes militaires, qui investit à long terme dans les entreprises et qui développe un environnement de collaborations riches. Deuxièmement, l'exigence de cet État-client en termes d'avance sur l'ennemi et de fiabilité de matériels conditionne la R&D des entreprises de défense. Les spécificités de l'activité de défense sont aussi liées à la capacité des entreprises à intégrer des innovations au sein de systèmes complexes. De plus, la production de matériel militaire exige des entreprises une capacité de développement et d'entretien des matériels sur des cycles de long terme. Enfin, la production de biens militaires impose des collaborations avec une diversité d'acteurs tels que les sous-traitants, les laboratoires publics ou encore les coopérations internationales. Ces spécificités prises une à une ne sont pas l'apanage de l'activité de défense, mais leurs différentes combinaisons au sein des entreprises caractérisent un contexte commun à l'activité de défense. Ce travail de thèse s'interroge sur le processus précis d'innovation des entreprises ayant une activité de défense au travers de l'étude de leur maîtrise des connaissances technologiques et scientifiques. Pour traiter de cette question, ce travail mobilise le cadre théorique de la *Knowledge-based economy* et plus précisément celui de la base de connaissances de l'entreprise. Ce travail de thèse reprend la définition de la base de connaissances des entreprises proposée par HENDERSON & CLARK (1990) qui distinguent les briques de connaissances, de l'architecture des connaissances. Alors que les briques représentent les plus petites unités de connaissances incorporées dans la production, l'architecture des connaissances correspond à la manière dont ces connaissances sont combinées par l'entreprise. Afin d'approcher cette architecture de la base de connaissances, les outils de la cohérence développés par TEECE ET AL. (1994) et NESTA & SAVIOTTI (2005, 2006) sont mobilisés. Ces indicateurs visent à évaluer la cohérence des combinaisons de connaissances que la firme réalise au regard de ce que les autres font. Ainsi, si une entreprise combine des connaissances de la même manière que les autres firmes, alors sa base de connaissances est dite « *cohérente* ». Cet indicateur de cohérence peut aussi être affiné en traitant du dilemme entre exploration et exploitation. Selon MARCH (1991), ce dilemme s'impose aux firmes qui doivent choisir entre une stratégie de R&D exploratoire, c'est-à-dire une orientation de la stratégie de R&D vers des combinaisons de connaissances originales qui sont coûteuses et risquées mais avec un fort potentiel innovant, et une stratégie de R&D exploitant les combinaisons de connaissances usuelles, ce qui est moins coûteux, avec un potentiel innovant moins important. Enfin, les outils liés à la question de l'ambidextrie de la base de connaissances évaluent la capacité de l'entreprise à réaliser simultanément des combinaisons originales et usuelles des connaissances, c'est-à-dire de maîtriser à la fois l'exploration et l'exploitation, à la manière de TUSHMAN (2003, 2004). Ce cadre théorique définissant la base de connaissances des entreprises est complété par la littérature sur les *Complex Product Systems* portée par les travaux de HOBDAV. Ce courant conceptualise la production de systèmes complexes en définissant trois capacités que les entreprises doivent maîtriser pour ce type de production. Ces capacités peuvent se résumer par : la capacité stratégique qui correspond à l'aptitude à allouer les ressources et mettre en œuvre des plans de long terme, la capacité fonctionnelle structurée autour des aspects technologiques, et enfin la capacité de gestion de projets. Cet angle d'approche de la production de systèmes complexes semble particulièrement bien adapté à la production de matériels militaires et ce type de capacités devraient donc se retrouver dans les caractéristiques des entreprises de défense. La thèse cherche à comprendre la structure de la base de connaissances des entreprises de défense sous un angle empirique. Ainsi, en complément au cadre théorique, différentes sources de données sont mobilisées, en particulier les données issues des brevets et des données caractériser les entreprises. À cette fin, la base de données de l'*IPTS scoreboard* regroupe les 2 000 entreprises les plus innovantes, en termes de dépenses de R&D dans le monde. Afin d'identifier les entreprises de défense parmi ces 2 000 firmes, le *Top100* des entreprises de défense dans le monde réalisé par le SIPRI est utilisé. Les deux premiers chapitres de la thèse s'intéressent tous deux à la contribution des connaissances scientifiques à l'innovation de défense. Alors que le chapitre 1 se concentre sur les technologies du spatial-armement sur longue période, le chapitre 2 lui traite des entreprises de défense sur une période récente et restreinte. Ensuite, le chapitre 3 s'intéresse aux connaissances technologiques et plus précisément à leurs combinaisons au sein de la base de connaissances des entreprises qui peuvent influencer leurs ventes d'armes. Enfin, le chapitre 4 reprend ces différents angles d'approche de la base de connaissances, autant du point de vue de ses composantes technologiques et scientifiques, que de son architecture, pour s'intéresser à son influence sur la performance du processus d'innovation. Plus précisément, l'effet des spécificités des entreprises de défense est questionné, notamment en termes de base de connaissances sur la performance du processus d'innovation. À travers ces quatre chapitres, ce travail de thèse met en évidence plusieurs caractéristiques communes aux bases de connaissances des entreprises de défense et souligne la pertinence d'une considération des connaissances pour caractériser les processus d'innovation au sein des entreprises. Tout d'abord, la thèse illustre le rôle clé des briques de connaissances non pas uniquement technologiques mais aussi scientifiques, pour l'innovation des entreprises de défense et dans les technologies militaires. De plus, ces travaux apportent un point de vue original sur la distinction entre le processus d'innovation civil et militaire, notamment en termes d'architecture de la base de connaissances des entreprises. Enfin, l'ensemble de mes chapitres tendent à confirmer que les spécificités liées à l'activité de défense structurent la capacité d'innovation des entreprises, en influençant à la fois la composition et la structure de la base de connaissances. Ces résultats confirment ainsi l'intérêt d'une approche en termes de base de connaissances des entreprises pour caractériser leur processus d'innovation.

BIBLIOGRAPHIE

- BELIN J., GUILLE M., LAZARIC N., MERINDOL V., 2019. « *Defense Firms Adapting to Major Changes in the French R&D Funding System* » dans *Defence and Peace Economics* 30 (2): 142-58.
- BELLAIS R., DROFF J., 2016. « *Innovation, Technology and Defense Procurement: Reform or Paradigmatic Shift ?* » dans *Emerging Strategies in Defense Acquisitions and Military Procurement*, Hershey, 205-22. Pennsylvania: Kevin Burgess (Cranfield University, UK) and PETER ANTILL (Cranfield University, UK).
- BRIDEY J.-J., LAMBLIN J., et commission de la défense nationale et des forces armées. 2016. *Rapport d'information sur les enjeux industriels et technologiques du renouvellement des deux composantes de la dissuasion*. Assemblée Nationale.
- ANDREW D., HOBDAV M., 2005. *The Business of Projects: Managing Innovation in Complex Products and Systems*. Cambridge University Press.
- FAUCCONNET C., 2019. « *La structuration des bases de connaissances des entreprises de défense* ». Paris : Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, thèse.
- GRILICHES Z., 1990. « *Patent Statistics as Economic Indicators : A Survey* ». Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- GUILLOU S., LAZARIC N., LONGHI C., ROCHHIA S., 2009. « *The French defence industry in the knowledge management era : A historical overview and evidence from empirical data* » dans *Research Policy* 38 (1): 170-80.
- HOBDAV M., 2000. « *The project-based organization : an ideal form for managing complex products and systems ?* » dans *Research Policy* 29 (7): 871-93.
- JRC/OECD. 2015. « 2015 COR&DIP v.1 DATABASE ». 2015.
- JRC/OECD. 2017. « 2017 COR&DIP v.1 DATABASE ». 2017.
- LAZARIC N., MERINDOL V., ROCHHIA S., 2009. « *La nouvelle architecture de l'industrie de la Défense en France. Évolution du rôle du maître d'ouvrage* » dans *Économie et institutions*, n° 12-13 : 31-60.
- MAIER, MARK W, 1998. « *Architecting Principles for Systems-of-Systems* » dans *Systems Engineering* 1 (4): 267-84.
- MOURA S., 2008. « *L'innovation de Défense aux États-Unis: une approche politico-culturelle à partir de Fligstein* » dans *Innovations*, n° 28 : 105-25.
- SQUICCIARINI M., DERNIS H., CRISCUOLO C., 2013. « *Measuring Patent Quality* », *Documents de travail de l'OCDE sur la science, la technologie et l'industrie*, n° 2013/03, Éditions OCDE, Paris.
- TEECE D. J., 1998. « *Capturing Value from Knowledge Assets : The New Economy, Markets for Know-How, and Intangible Assets* » dans *California Management Review* 40 (3): 55-79.
- VERSAILLES D., 2005. « *Le maître d'œuvre dans les programmes d'armement. De l'émergence à la consolidation des réseaux de connaissances* » dans *Revue d'économie industrielle* 112 (1) : 83-105.
- VERSAILLES D., MERINDOL V., 2015. « *La dualité dans la stratégie des entreprises* », *Bulletin EcoDef*, n° 70, OED, janvier 2015.

À PARAÎTRE

Les pensions de retraite des gendarmes en 2020 – EcoDef Statistiques

Observatoire Économique de la Défense (SGA/DAF/OED)

Balard parcelle Ouest
60 Boulevard du Général Martial Valin • CS 21623 • 75 509 Paris CEDEX 15
Directeur de la publication : Christophe MAURIET
Rédacteur en chef : Christian CALZADA
Maquettage et réalisation : OED
Courriel : daf.oed.fct@intradef.gouv.fr

ISSN 2431-6148 : Ecodéf (En ligne)

www.defense.gouv.fr/sga