

REVUE
D'ÉCONOMIE
INDUSTRIELLE

Revue d'économie industrielle

120 | 4e trimestre 2007

Recherche et innovation dans les sciences du vivant

Brevet, innovation modulaire et collaboration

Le cas des vaccins génériques

Antoine Bureth, Moritz Müller, Julien Pénin et Sandrine Wolf



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/rei/3123>

DOI : 10.4000/rei.3123

ISSN : 1773-0198

Éditeur

De Boeck Supérieur

Édition imprimée

Date de publication : 15 décembre 2007

Pagination : 135-154

ISSN : 0154-3229

Référence électronique

Antoine Bureth, Moritz Müller, Julien Pénin et Sandrine Wolf, « Brevet, innovation modulaire et collaboration », *Revue d'économie industrielle* [En ligne], 120 | 4e trimestre 2007, mis en ligne le 21 décembre 2009, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rei/3123> ; DOI : 10.4000/rei.3123

Ce document a été généré automatiquement le 1 mai 2019.

© Revue d'économie industrielle

Brevet, innovation modulaire et collaboration

Le cas des vaccins géniques

Antoine Bureth, Moritz Müller, Julien Pénin et Sandrine Wolf

NOTE DE L'AUTEUR

Ce travail est issu du projet MIDeV (« Modularité et Incitations dans le Développement de Vaccins géniques ») financé par le CNRS - INSERM - MiRe - DREES dans le cadre du programme « Sciences biomédicales, santé et société ». Nous remercions Rachel Levy pour sa participation à l'élaboration du questionnaire envoyé aux acteurs du vaccin génique en France ainsi que pour le traitement des réponses. Nous remercions également Claude Henry pour ses commentaires éclairants sur une version préliminaire de ce travail. Des versions antérieures de ce papier ont été présentées à la conférence annuelle Innogen « Genomics for development », à Londres les 5-6 septembre 2006, à la conférence DIME sur les droits de propriété intellectuelle, à Londres les 14-15 septembre 2006 et au workshop DIME « modularity and open innovation », à Milan le 6 octobre 2006.

I. – Introduction

- 1 L'objectif de cette contribution est de montrer qu'au-delà de son rôle de protection et de financement de l'innovation, le brevet est aussi un instrument de médiation et un support d'interactions entre acteurs hétérogènes. Plus précisément, nous soutenons qu'il joue un rôle central d'interface technique, cognitive et organisationnelle dans le cas du processus d'innovation modulaire à l'œuvre aujourd'hui dans le domaine du vaccin génique, *i.e.* obtenu par génie génétique.
- 2 Alors que la théorie économique standard, dans la lignée des travaux pionniers d'Arrow (1962), présente le brevet d'invention avant tout comme un instrument d'exclusion des

imitateurs, permettant aux innovateurs de s'assurer un monopole sur leurs innovations et rétablissant par là même les incitations à innover, plusieurs études empiriques et théoriques insistent sur la pluralité des rôles du brevet¹ : les acteurs de l'innovation l'utilisent pour signaler des compétences, améliorer leur pouvoir de négociation, sécuriser des collaborations, échanger des technologies à travers des accords de licence, etc. En somme, le brevet joue un rôle central en matière de coordination des activités innovantes.

- 3 Le cas du vaccin génique est particulièrement éclairant. En effet, la genèse de ces nouveaux vaccins s'inscrit dans un processus d'innovation modulaire. Un vaccin génique résulte de la combinaison de trois modules essentiels : un antigène, un vecteur et un adjuvant. Dans une perspective dynamique, la qualité des interactions et des interfaces entre ces trois modules devient une clé de développement. Nous nous focalisons alors sur le rôle du brevet dans ce processus modulaire. Loin d'être seulement le vecteur d'une stratégie d'exclusion, le brevet est un instrument de co-opétition structurant des innovations modulaires : d'un côté, il protège son détenteur des imitateurs au sein d'un module donné ; d'un autre côté, il facilite les interactions avec les modules complémentaires.
- 4 Notre vision du brevet comme assurant la cohésion entre les modules, c'est-à-dire en tant que « ciment organisationnel » d'un réseau d'acteurs innovants, s'appuie sur deux études de terrain de natures différentes et complémentaires² : une campagne d'interviews concernant 28 acteurs français du domaine du vaccin génique (chercheurs publics, entreprises, financiers, associations de patients), d'une part ; l'exploitation d'une base de données répertoriant de nombreuses informations sur les alliances des firmes françaises et de leurs partenaires dans le domaine du vaccin, d'autre part.
- 5 La section II présente un ensemble de faits stylisés sur le vaccin génique : aspects techniques fondamentaux et perspectives d'évolution du marché. La section IV détaille la structure modulaire du vaccin génique et justifie l'intérêt de cette approche. La section 4 analyse le rôle du brevet d'invention comme instrument de co-opétition et interface entre modules distincts. La dernière et cinquième section, *via* une caractérisation du réseau des acteurs français du vaccin, fournit la traduction empirique du rôle du brevet comme élément structurant des innovations modulaires.

II. – Faits stylisés sur le vaccin génique

II.1. La notion de vaccin génique

- 6 Depuis la mise en évidence du principe par Jenner en 1796 dans le cas de la variole, le terme de vaccination a été retenu pour toute préparation à base d'agents pathogènes (bactérie, virus, parasite) morts ou atténués qui, lorsqu'ils sont introduits dans l'organisme, stimulent une réponse immunitaire sans provoquer la maladie³.
- 7 À la différence des vaccins traditionnels, les vaccins géniques utilisent des techniques de manipulation génétique afin d'induire la réponse immunitaire. Par exemple, dans le cas des vaccins à ADN nu, ce n'est plus l'antigène qui est injecté au patient, mais uniquement l'ADN codant l'antigène. Ce matériel génétique, en s'incorporant dans certaines des cellules du receveur, va leur permettre de produire les antigènes qui stimuleront le système immunitaire. En d'autres termes, ce sont les propres cellules du receveur qui

deviennent des centres de production du vaccin. De manière plus générale, nous parlerons ici de vaccin génique pour désigner l'ensemble des vaccins qui, à une étape quelconque de leur développement, utilisent des techniques du génie génétique⁴.

- 8 Une caractéristique originale des vaccins géniques est qu'ils peuvent être prophylactiques ou thérapeutiques. En effet, la combinaison des principes d'immunologie et des techniques de transfert de gènes a ouvert de nouvelles possibilités thérapeutiques, qu'illustrent les développements récents en oncologie.
- 9 Pour prometteuse qu'elle soit, l'approche vaccinale par le génie génétique se heurte toutefois à plusieurs obstacles. Sur le plan technique notamment, un élément critique de cette approche est l'introduction du matériel génétique dans la cellule et le franchissement des différentes barrières cellulaires (membrane plasmique, cytoplasme et noyau). Une autre difficulté concerne la régulation adéquate de l'expression de l'ADN nouvellement introduit. Plus généralement, l'introduction de matériel génétique n'est pas exempte de risque et pose de formidables questions éthiques.

II.2. Le marché des vaccins : de nouvelles stratégies de produits

- 10 Il y a encore 15 ans, le marché du vaccin était considéré comme un marché à faible marge, fortement régulé, mobilisant des technologies matures et bien maîtrisées, et affichant une faible différenciation de produits. Actuellement, avec un chiffre d'affaires mondial d'environ 8,6 milliards d'euros, il représente à peine 1,5 % du marché mondial du médicament (550 milliards au total en 2005). Le nombre d'acteurs présents sur le secteur s'est réduit considérablement, pour ne plus compter aujourd'hui que cinq acteurs majeurs (Merck, GlaxoSmithKline, Sanofi Pasteur, Wyeth Lederle et Chiron racheté par Novartis en septembre 2005), dont les trois premiers représentent 85 % du marché. À titre de comparaison, ils étaient 18 en 1955. Les vaccins pédiatriques constituent le cœur du marché, avec environ 70 % des parts totales⁵.
- 11 L'industrie est non seulement concentrée, elle affiche également des spécialisations très claires, par application thérapeutique. L'explication de ce phénomène de concentration de l'offre est sujette à débat. Une interprétation consiste à admettre que, structurellement, l'offre sur un marché vaccinal ne peut pas être prise en charge par de multiples producteurs (Danzon et Sousa Pereira, 2005) ⁶. Deux causes principales sont à l'origine de cette spécificité structurelle : la première est la malédiction du vainqueur (*winner's curse*), qui veut qu'un vaccin efficace réduise la demande. Cet aspect est d'autant plus prégnant que, pour une activité où les coûts fixes sont élevés, il faut des marchés globalisés pour bénéficier d'économies d'échelle. Or les marchés vaccinaux sont morcelés nationalement par les mécanismes de régulation (eux-mêmes générateurs de coûts fixes). La seconde raison est l'impossibilité jusque récemment de profiter de stratégies de différenciation sur les vaccins : le produit le plus efficace remporte le marché, sans qu'il soit possible de décliner des spécificités différentes ou de maintenir des générations différentes du produit⁷.
- 12 Longtemps considéré comme le parent pauvre de l'industrie pharmaceutique, le vaccin connaît pourtant depuis quelques années un surprenant retour en grâce. Les problèmes de capacités de production, les craintes d'une épidémie de grippe aviaire et les menaces bio-terroristes ont conduit les autorités de santé et les industriels à s'intéresser de nouveau à cette spécialité. En outre les avancées génomiques et biotechnologiques ont aussi permis à de nouveaux acteurs de pénétrer sur le marché. Des firmes comme Berna

(qui vient d'être rachetée par Crucell), Acambis, MedImmune connaissent des croissances exceptionnelles et se placent progressivement sur de nouveaux segments. Cette entrée de nouveaux acteurs s'explique par leur capacité à développer des produits de vaccination discrétionnaire (les vaccins du voyageur), à investir de nouveaux domaines thérapeutiques (Avant pour un « vaccin » anti-cholestérol), à varier les techniques d'administration (le Flumist de Medimmune pour la grippe) ou à améliorer les antigènes ou les adjuvants (Corixa, Coley Pharmaceutical Group, CSL Limited).

- 13 Ainsi, la croissance espérée du secteur dans les prochaines années est forte (environ 20 milliards de dollars de chiffre d'affaires estimé à l'horizon 2010) et, selon toutes les prévisions, proviendra essentiellement de nouveaux vaccins, notamment thérapeutiques. Le potentiel de ces nouveaux vaccins biotechnologiques est énorme puisqu'ils sont susceptibles de traiter des pathologies actives dans les pays développés et de prétendre ainsi à des prix beaucoup plus élevés que les vaccins traditionnels. Cette transformation du marché qui privilégie les cibles élitistes à prix élevés est une nouvelle tendance majeure du secteur⁸.
- 14 L'avènement de la génomique a réduit les barrières à l'entrée et permis l'entrée de nouveaux acteurs. On voit ainsi poindre une forme de *différenciation* du produit et une *recherche de variété*, qui semblaient absentes, voire impossibles dans le paradigme de la vaccination traditionnelle. Elles se fondent sur la nature modulaire du vaccin (antigène/adjuvant/vecteur), devenu exploitable économiquement grâce aux développements en biotechnologie, et induisent des transformations profondes dans les modes de fonctionnement. Des perspectives d'exploitation hors des cadres officiels de régulation deviennent possibles, avec de nouvelles possibilités d'extraction de profit.

III. – Modularité et vaccin génique

III.1. Qu'est ce qu'un système modulaire ?

- 15 Le concept de modularité, issu de la théorie des systèmes, est mobilisé dans de nombreuses disciplines : mathématiques, linguistique, théorie cognitive, étude des systèmes sociaux, etc. Le concept est en soi relativement général : un système est constitué de composants – les modules – susceptibles d'être séparés et recombinaés entre eux.
- 16 En économie et en gestion, les analyses en termes de modularité se sont majoritairement intéressées à la modularité technique des produits (Sanchez et Mahonney, 1996 ; Baldwin et Clark, 1997 ; Ulrich, 1995 ; Worren, Moore et Cardona, 2002). Un produit modulaire se définit comme un produit complexe, dont les différentes parties, bien que conçues de façon indépendante, fonctionnent ensemble de manière homogène. Cette représentation de la modularité dérive de l'analyse « loosely-coupling » développée par Simon (1962).
- 17 Un système modulaire est ainsi composé de deux éléments centraux : les modules (les sous-parties du système) et l'interface qui assure les connections entre les modules. L'intérêt d'un système modulaire est d'arriver à une interface qui minimise les interdépendances entre les modules (Koppl et Langlois, 2001). Plusieurs propriétés peuvent être attachées à ce type d'architecture :
- un système modulaire économise les ressources managériales en décomposant un problème complexe en plusieurs sous-ensembles simplifiés ;

- un système modulaire est plus stable car il permet de circonscrire l'impact de perturbations internes et externes au niveau des modules ;
 - un système modulaire renforce la qualité des processus d'apprentissage en donnant lieu à deux types d'apprentissage distincts, l'un portant sur l'architecture du système, l'autre sur la spécialisation au sein d'un module précis ;
 - enfin, un système modulaire favorise l'innovation et la création de diversité par simple recombinaison des modules.
- 18 Au regard de ces avantages, il existe une incitation forte à profiter d'une structure modulaire, qui autorise les économies de variété (par modification de l'architecture modulaire) tout en valorisant les économies de spécialisation obtenues au niveau des modules eux-mêmes.
- 19 La modularité se décline alors à trois niveaux, avec à chaque fois une prise en compte différente de la nature des interfaces mises en jeu, des frontières des modules, des caractéristiques architecturales et des objectifs imposés au système observé :
- une première manière d'aborder la modularité porte sur l'architecture technique du produit lui-même. Cette dimension était déjà au cœur des travaux précurseurs de Simon, avec une décomposition technique dont l'intérêt principal est de simplifier la prise de décision, en particulier au niveau de la conception produit ;
 - un second niveau porte sur la modularité organisationnelle du système de production du produit. Le système se décompose en zones d'activités indépendantes, qu'il s'agit de coordonner, en s'appuyant notamment sur une standardisation des résultats et/ou des procédés et/ou des compétences (Mintzberg, 1982) ;
 - enfin, une troisième lecture possible en termes de modularité, cognitive cette fois, concerne la décomposition en sous-ensembles indépendants des connaissances mobilisées par le produit.
- 20 Une attention particulière doit être portée aux conditions de convergence entre ces trois formes de modularité ; un consensus plus ou moins explicite se dégage des différentes contributions sur le sujet, selon lequel les trois formes de modularité – technique, organisationnelle et cognitive – seraient largement corrélées *in fine*. Cette hypothèse reste discutable, en particulier parce que l'architecture modulaire ne répond pas aux mêmes critères de performance selon la dimension considérée.

III.2. Le cas du vaccin génique

- 21 Dans le cas des vaccins, la modularité peut s'interpréter suivant les trois dimensions évoquées ci-dessus, avec un sens de causalité qui va des connaissances au produit. On peut identifier tout d'abord une forme de modularité cognitive, avec une dispersion des savoirs qui appelle une coordination des processus collectifs de production de connaissances nouvelles. Les avancées de la recherche scientifique autonomisent progressivement des briques élémentaires de connaissances. L'incitation à une valorisation économique de ces corps de savoirs les cristallise au sein d'organisations, dont le développement est entièrement tourné vers une matérialisation de ces savoirs dans un produit (ou un composant de produit) tangible et cessible sur le marché.
- 22 L'équation simplifiée selon laquelle un vaccin génique résulte de la combinaison d'un antigène, d'un vecteur et d'un adjuvant s'interprète donc comme la réunion de trois systèmes modulaires, mêlant les dimensions cognitive, organisationnelle et technique.

Pour chacune d'entre elles, deux propriétés essentielles sont vérifiées. Tout d'abord, les modules sont relativement autonomes, *i.e.* ils peuvent dans une certaine mesure être considérés indépendamment les uns des autres. Deuxièmement, ces modules peuvent être recomposés de différentes manières afin de générer de la nouveauté/variété.

- 23 L'approche en termes modulaires s'exprime au travers des stratégies des acteurs, incités à se spécialiser sur un module spécifique. Nos entretiens ont confirmé cette configuration, démontrant que seules les très grandes firmes sont capables de développer un vaccin génique de manière intégrée. Les firmes de biotechnologie, souvent créées sur la base d'une plate-forme technologique de *drug discovery* ou de culture cellulaire, prennent pied sur le marché en se développant autour d'un des modules (vecteur, adjuvant ou antigène), l'introduction d'un produit vaccinal complet étant quasiment exclue du fait des barrières à l'entrée inhérentes à ce secteur. Les stratégies de développement affichées s'expriment bien plus en termes de modules qu'en termes de domaine thérapeutique d'application, ce qui révèle la capacité d'une structure modulaire à répondre aux objectifs de différenciation poursuivis par les acteurs.

IV. — Brevet et développement de vaccin génique : un instrument de co-opétition

- 24 Il est donc possible de décrire le développement de vaccins géniques comme un processus modulaire nécessitant la combinaison de trois éléments centraux (antigène, vecteur, adjuvant). Se pose alors la question légitime de l'interaction entre ces modules. Nous insistons ici sur le rôle joué par le brevet d'invention en l'abordant comme l'instrument privilégié de l'interface entre les modules. Plus précisément, nous décrivons le brevet comme un instrument de co-opétition (Corbel, 2003). D'une part, il est un instrument de compétition, servant à l'exclusion d'imitateurs potentiels à l'intérieur des modules. D'autre part, entre les modules, il est un outil de coopération et de coordination.

IV.1. Le brevet comme arme d'exclusion à l'intérieur des modules

- 25 Tout d'abord, s'inscrivant dans la vision d'Arrow (1962), le brevet est une arme de compétition entre entreprises rivales (*i.e.* situées dans le même module). Les entreprises spécialisées dans la production de vecteurs, par exemple, ne collaborent généralement pas avec leurs rivaux. Au contraire, elles essaient de se protéger de l'imitation en brevetant leurs vecteurs. Nos interviews soulignent unanimement ce point : sans brevet, les problèmes d'imitation impliqueraient qu'il n'y aurait pratiquement plus d'investissement et donc d'activité dans le domaine.
- 26 On retrouve ici une caractéristique dominante du rôle du brevet dans les sciences de la santé où la plupart des études empiriques insistent sur l'importance de la propriété intellectuelle afin de permettre l'appropriation des innovations et ainsi d'accroître les incitations à innover (Levin *et al.*, 1987 ; Cohen *et al.*, 2000). Contrairement à la majorité des secteurs d'activité, il semble bien qu'en biopharmacie le brevet a un rôle incontournable d'incitation à l'innovation.
- 27 Deux points importants obligent néanmoins à nuancer le rôle du brevet à l'intérieur des modules. Tout d'abord, dans le domaine de la vaccination, les connaissances conservent un fort caractère tacite (le dosage par exemple). La vaccination est loin de s'assimiler au

paradigme pharmaco-chimique ce qui relativise l'importance du brevet. En second lieu, le stade de développement des vaccins géniques, encore émergent, incite à la coopération. Les entreprises d'un même module mentionnent fréquemment une convergence d'intérêt, dans le sens où, dès lors qu'une entreprise aura commercialisé un produit dans son domaine, le succès profitera à l'ensemble du secteur en rassurant les investisseurs et en attirant des fonds. Cette recherche de la preuve du concept est à même d'induire des comportements collaboratifs et de réduire ainsi la compétition dans un même module.

- 28 Cependant, ces deux remarques, bien que pouvant induire de la collaboration entre entreprises d'un même module, ne peuvent contrebalancer entièrement les pressions compétitives intra-modules dans lesquels le brevet reste donc essentiellement une arme d'exclusion. Sans la protection offerte par le brevet il est improbable que des entreprises investissent dans des projets aussi coûteux et risqués.

IV.2. Le brevet comme interface entre les modules

- 29 Le rôle joué par le brevet entre les modules est complètement différent et repose principalement sur la coordination. Dans cette configuration, les entreprises ne sont plus vraiment rivales mais doivent unir leurs compétences afin d'arriver au développement d'un vaccin. Or, le brevet facilite ces interactions grâce à deux propriétés essentielles : il révèle et protège l'innovation simultanément.
- 30 Le brevet protège l'innovateur en empêchant l'imitation directe : on retrouve ici une propriété bien connue du brevet qui confère à son détenteur un droit d'exclusion des imitateurs potentiels. Mais le brevet est aussi un support d'information : lorsqu'une innovation est brevetée, son inventeur doit fournir une description détaillée de son invention. Les bases de données de brevets contiennent ainsi une quantité inestimable de données techniques facilement accessibles. Au-delà de ces informations, les bases de données de brevets indiquent également quels sont les différents acteurs dans chaque champ. Le brevet permet ainsi à des partenaires potentiels de s'identifier dans un contexte où, à l'image du secteur des vaccins géniques, la multiplicité des acteurs et des informations rend les contacts difficiles (Cohen *et al.*, 2000 ; Pénin, 2005) ⁹.
- 31 La combinaison de ces deux propriétés permet au brevet de remplir deux fonctions essentielles en parallèle à sa fonction traditionnelle d'exclusion.
- (i) *Un brevet facilite le transfert de technologie à travers l'échange de licences d'exploitation et facilite l'instauration d'un marché des connaissances technologiques.*
- 32 Le couplage des éléments d'exclusion et de signal propres au brevet permet de résoudre le paradoxe de Arrow (1962). Le brevet est ainsi susceptible de faciliter le transfert de technologies entre les organisations en facilitant la vente de connaissances hautement codifiées, sous la forme notamment de contrats de licence d'exploitation qui spécifient le prix et les modalités de la transaction, comme cela a été observé dans l'industrie chimique et plus récemment dans la pharmacie (Arora et Fosfuri, 2000 ; Arora, Fosfuri et Gambardella, 2000). Dans le cas du vaccin génique, cette fonction du brevet est essentielle car elle induit une meilleure division du travail et autorise chaque organisation à se spécialiser là où elle possède le plus de compétences pour ensuite les valoriser à l'aide du brevet¹⁰.
- (ii) *Un brevet structure l'innovation collective et stabilise les collaborations.*
- 33 Au-delà de la mise en place d'un marché pour les technologies, le brevet est un outil qui facilite également la conclusion d'accords de R&D et des interactions plus étroites. Dans

cette optique, le brevet intervient très en amont dans le processus d'innovation. Il est utilisé non plus seulement dans une perspective d'allocation de ressources mais avant tout dans une perspective de création de ressources (connaissances). Le brevet est susceptible de faciliter la collaboration entre différentes organisations à plusieurs niveaux :

- en amont de la collaboration le brevet permet aux différents acteurs de signaler leurs compétences et facilite ainsi le contact entre les partenaires. De plus, le brevet identifie et assure la protection de leurs savoirs antérieurs, évitant ainsi d'être pillé par son partenaire. Dans l'idéal cette protection permet de diminuer les risques de comportements opportunistes inhérents à la coopération, et donc d'accroître les incitations à participer (Ordovery, 1991) ;
- le brevet joue également un rôle critique lors des négociations visant à déterminer les modalités de la collaboration entre les différents participants. Il constitue en effet un moyen formel d'évaluer l'apport de chaque participant, de comparer de façon explicite les compétences respectives, et donc de définir l'importance de chacun dans la nouvelle structure ;
- enfin, et ce point apparaît comme particulièrement important dans les biotechs, le brevet réduit la distance entre des acteurs parfois très hétérogènes car il est le dépositaire d'un langage commun qui peut être compris par toutes les parties (laboratoires publics de recherche, multinationales, consultants, marchés financiers, etc.). Le brevet devient alors un élément de culture partagé par la plupart des acteurs de l'innovation, qui les rassemble autour d'un projet commun.

34 En conclusion, nous présentons ici les brevets comme étant des éléments structurants du développement de vaccins géniques. Cette vision apparemment optimiste ne contredit aucunement les études mettant l'accent sur les usages pernicioeux pouvant être faits de cet instrument de propriété industrielle dans d'autres industries. Le fait est que notre étude de terrain ne fournit aucun exemple de conflit ou de blocage lié au brevet dans le cas des nouveaux vaccins¹¹. En revanche, nos investigations empiriques suggèrent clairement que le brevet fournit une interface adéquate entre les différents modules, que ceux-ci soient cognitifs, organisationnels ou techniques. Pour appréhender ce point, la section suivante va se focaliser plus particulièrement sur le réseau de collaboration des acteurs français du secteur vaccinal.

V. – Collaborations et modularités dans le domaine du vaccin génique

35 Afin d'illustrer et de conforter empiriquement la pertinence de nos hypothèses sur le rôle d'interface du brevet entre les trois modules constitutifs du vaccin génique (antigène, vecteur, adjuvant), nous adoptons ainsi une clé d'entrée « organisationnelle », à travers l'analyse du réseau de collaborations des principaux acteurs français du vaccin génique¹².

V.1. Méthodologie et présentation des données empiriques

- 36 L'exploration des pratiques de collaboration des acteurs français du vaccin repose sur deux sources d'informations complémentaires, l'une qualitative et l'autre plutôt quantitative.
- (i) Nous avons réalisé des interviews directes de 28 acteurs du domaine¹³, en consacrant de nombreuses questions au réseau de collaborations de chacun d'entre eux. Un résultat préliminaire important de la campagne d'interviews est le réel consensus qui a émergé à propos du principe de décomposition vaccinal en trois modules techniques « antigène, vecteur, adjuvant ».
 - (ii) Une base de données sur les 241 alliances de 30 firmes focales¹⁴ (principaux acteurs privés du vaccin en France) a été extraite de la base Recap¹⁵. Le réseau ainsi constitué a été complété, dans un deuxième temps, par les alliances exogames (*i.e.* uniquement entre les 174 partenaires des firmes focales). En définitive, le réseau complet comprend un total de 487 alliances entre 204 firmes (dont 135 de biotech) ou autres institutions, signées entre 1984 et 2006. La base de données a ensuite été enrichie avec la nationalité, le (ou les) module(s) technique(s), et la spécialité thérapeutique de chaque firme, tels qu'identifiés sur son site web.
- 37 L'examen du réseau nous a conduit à ajouter aux trois briques élémentaires du vaccin deux modules plus génériques : les technologies de cultures cellulaires, d'une part, et les plates-formes de protéomique/génomique (diagnostic et/ou « drug discovery »), d'autre part. Enfin, nous considérons aussi une catégorie « autre module » (technologie *hors* vaccin) et une catégorie « divers » (nombreux modules *en plus* des modules « vaccin ») correspondant aux sociétés pharmaceutiques traditionnelles technologiquement diversifiées.
- 38 Afin d'explorer l'hypothèse d'une forme de modularité organisationnelle, il est intéressant d'examiner comment nos trois modules techniques fondamentaux se répartissent sur la population d'acteurs membres du réseau. Combien de firmes détiennent au moins un des trois modules techniques ? Et, parmi elles, combien en détiennent plusieurs en interne ? Un examen rapide montre que près de 60 % des 135 firmes de biotech sont engagées dans au moins un des trois modules élémentaires du vaccin. Un examen plus poussé de la ventilation des trois modules révèle une tendance forte à la spécialisation modulaire : seulement 17 % d'entre elles détiennent deux modules en interne et aucune ne couvre les trois. Le tableau 1 page suivante, qui prend en compte uniquement la population de firmes de biotech engagées dans au moins un des trois modules, montre une corrélation négative significative quant à la détention de deux modules différents.

Tableau 1 - Corrélation sur l'internalisation de deux modules distincts

L'entreprise biotech détient au moins un		Antigène	Vecteur	Adjuvant
Antigène		1		
Vecteur	Corrélation sign.level	-0.3683 0.0008	1	

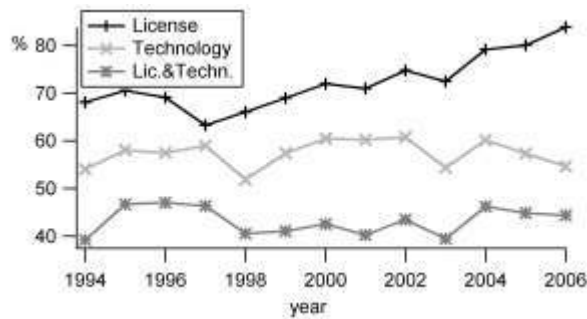
Adjuvant	Corrélation sign.level	-0.3611 0.0011	-0.4627 0	1
----------	---------------------------	-------------------	--------------	---

- 39 Dans l'ensemble, ces résultats soutiennent l'hypothèse qu'il existe une forme d'isomorphisme entre la modularité technique et la modularité organisationnelle. Ceci va raisonnablement dans le sens de l'hypothèse que l'organisation industrielle, *i.e.* la « division du travail » dans la branche des nouveaux vaccins, correspond bien à un principe de décomposition modulaire du système technique¹⁶.

V.2. Le rôle central des licences technologiques comme modalité d'interaction

- 40 Les interviews suggèrent que le cadre institutionnel dominant est celui des relations contractuelles formalisées. Les relations informelles ne constituent pas le mode de gouvernance privilégié, sauf dans quelques rares cas de collaborations avec des centres de recherche publique. Le capital social n'est pas absent du réseau (les contacts interpersonnels et les rencontres lors de colloques ou meetings sont importants en amont de la collaboration) mais il ne suffit pas à long terme et doit s'accompagner d'un contrat juridique. Dans le même ordre d'idée, le degré de formalisation contractuelle est unanimement perçu comme stable ou croissant dans le temps, par tous nos interlocuteurs. Or cela est tout à fait frappant, et plutôt contraire aux faits stylisés classiques de la littérature sur les alliances. Ring et Van de Ven (1994) avancent que le degré de formalisation diminue au fur et à mesure de la genèse d'un capital social entre les parties. La logique semble ici inversée. Une interprétation possible est que le vaccin, lors de la signature du contrat, est encore « loin » du stade de la commercialisation. Les enjeux réels, et donc les conflits quant à l'appropriation des résultats, n'émergent que lorsque les perspectives de profit se précisent. Dans cette hypothèse les besoins de formalisation contractuelle (clauses de garanties, partage des résultats, etc.) augmentent avec les risques de comportement opportuniste et le passage du temps.
- 41 Un autre point mérite discussion. Les contrats intègrent bien souvent un dispositif de gouvernance particulier : la licence technologique *ex ante*, qui concerne une technologie non aboutie requérant des développements ultérieurs avec le partenaire. Plus généralement, la licence technologique *in et/ou out* est mentionnée spontanément par bon nombre d'interlocuteurs. Elle semble omniprésente dans la culture, les habitudes et les politiques de collaboration des firmes de biotechnologies. Son usage généralisé se vérifie d'ailleurs à large échelle, sur l'ensemble du réseau des acteurs français. Nos données montrent en effet que les accords avec licence de brevet représentent environ les trois quarts des alliances du réseau « vaccin »¹⁷. En outre, comme illustré dans la figure 1 ci-après, leur part tend à augmenter avec le temps.

Figure 1 - Part de chaque type d'accord - réseau complet

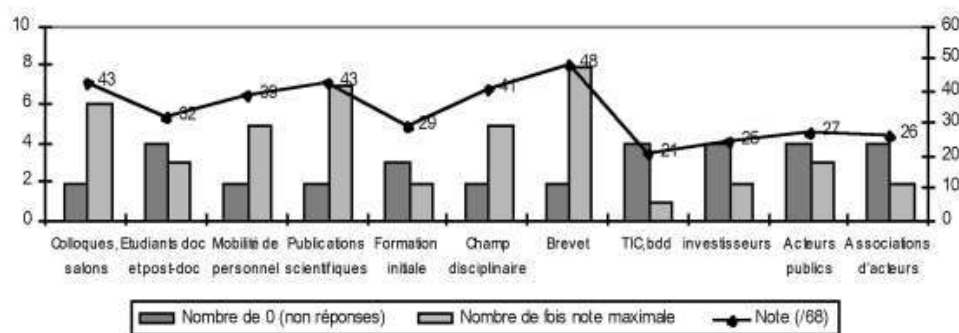


- 42 L'importance des licences, et donc du brevet en tant qu'outil de coordination entre les acteurs, traduit probablement une relative maturité du marché de la connaissance dans le secteur : bien qu'elle soit fondamentalement intangible, et que ses frontières soient mouvantes, la connaissance est suffisamment standardisée (du moins suffisamment bien balisée et codifiée) pour être « marchandisée ». En d'autres termes, la modularité cognitive rend possible une certaine forme de modularité organisationnelle, dans laquelle les brevets jouent un rôle d'interface. On est en présence de blocs de savoirs modulaires, à la fois suffisamment autonomes pour être développés individuellement, et suffisamment « articulables » les uns avec les autres pour que leur combinaison génère de nouveaux produits.

V.3. Le brevet comme principal facteur de cohésion du réseau

- 43 La mise en relation d'une variété d'acteurs pose nécessairement la question de la cohésion de l'ensemble. Or l'un des résultats les plus frappants des interviews est le réel consensus qui émerge à propos du rôle central du brevet. Lorsque l'on demande aux acteurs d'évaluer sur une échelle de 1 à 4 le facteur assurant le mieux la cohésion de leur réseau de partenaires, le facteur n° 1 est sans ambiguïté le brevet (cf. figure 2). Les facteurs de cohésion mentionnés en second rang sont typiques du mode de fonctionnement de l'Open Science : les publications, les colloques, et le champ disciplinaire. Ils sont perçus comme « assez importants ». Selon notre interprétation, ces mêmes facteurs représentent (avec le brevet) une dimension essentielle de la modularité cognitive : en tant que dispositifs constitutifs d'un langage commun, ils jouent en effet un rôle d'interface entre des modules de savoirs autonomes.

Figure 2 - Facteurs assurant le mieux la cohésion du réseau de partenaires (17 répondants)



V.4. Co-opétition et coopération inter-modules

- 44 La prise en compte des relations entre entités détenant un des trois modules (hors big/mid pharmas) fait apparaître dans le réseau des petites structures en étoile plutôt bien interconnectées. Au sein d'une même étoile, la gamme des modules est généralement large, ce qui signifie une interconnexion des trois modules fondamentaux du vaccin. On observe en outre que la spécialité « antigène » est celle qui est la plus souvent présente au cœur de l'étoile, suivie par le module « vecteur ». Ceci est conforme à la mention, par plusieurs répondants, que le module antigène est le plus stratégique des trois en vue de la maîtrise d'un vaccin.
- 45 L'une de nos principales propositions est qu'il y a davantage de coopérations entre modules différents qu'entre entreprises détenant une compétence technique similaire. En d'autres termes, la coopération inter-modules serait plus fréquente que la coopération intra-module. Afin de le vérifier empiriquement, nous considérons uniquement le sous-réseau des firmes qui détiennent au moins l'un des trois modules et qui coopèrent entre elles. Puis nous comptabilisons le nombre de liens de coopération entre tous les types de modules, deux à deux : nombre de liens {antigène, antigène}, {antigène, vecteur}, {antigène, adjuvant}, etc. Le nombre de liens pour chaque type d'association de modules est résumé dans le tableau 2 (avec les effectifs de chaque sous-ensemble de firmes concernées). Par exemple, le nombre de liens de coopération entre les firmes détenant le module antigène et celles détenant l'adjuvant est de 29 (la population de firmes concernées, *i.e.* celles détenant l'un des deux modules au moins, est de 41).
- 46 Nous obtenons un total de 121 liens de coopérations entre les trois modules élémentaires, qui se décompose en 43 interactions intra-module, d'une part, et 78 interactions inter-modules, d'autre part. Ceci sous-tend clairement l'idée que les interactions collaboratives entre modules sont plus fréquentes que les interactions au sein d'un même module.
- 47 À ce stade, il convient d'examiner l'impact de l'introduction des firmes pharmaceutiques traditionnelles dans le réseau restreint aux trois modules de compétences élémentaires. Le constat le plus frappant, quant au changement de morphologie du réseau, n'est pas que le nombre moyen de liens par firme (le degré moyen du réseau) augmente fortement, ni même que des étoiles supplémentaires et fort étoffées apparaissent (celle de Sanofi Pasteur, pour ne citer que la plus importante). Cela était plus que prévisible. Le fait le plus marquant ici est que l'interactivité du réseau soit significativement augmentée par l'introduction des acteurs traditionnels de la biopharmacie. En particulier, le coefficient moyen de *clustering* augmente nettement, comme le montre le tableau 3 page suivante. Le coefficient de *clustering*, pour un vertex donné, est défini ici comme le rapport du nombre de liens effectifs au nombre de liens possibles entre les voisins de ce vertex. Plus il est proche de 1, plus l'interactivité entre les partenaires de la firme considérée est forte. Plus il est proche de 0, plus le sous-réseau de la firme considéré a une forme d'étoile : ses partenaires sont en quelque sorte obligés de transiter par lui pour « entrer en contact ».
- 48 Ainsi, le sous-réseau restreint aux trois modules technologiques du vaccin hors sociétés pharmaceutiques n'est pas un réseau très interactif, comparé au réseau plus large incluant les firmes pharmaceutiques. En conséquence, on peut émettre l'hypothèse que, dans le cas du vaccin bien plus que dans le cas d'autres produits biopharmaceutiques, les acteurs traditionnels jouent un rôle décisif *d'intégrateur du réseau*, en ce qu'ils sont au

cœur de l'articulation des trois modules de compétences élémentaires que sont l'antigène, le vecteur et l'adjuvant.

- 49 En résumé, les principaux résultats de l'analyse des réseaux d'alliances peuvent être synthétisés comme suit.
- (i) L'existence d'une modularité technique superposée à une modularité organisationnelle semble confirmée par les interviews et les données d'alliances dans le cas du vaccin génique, se traduisant par une spécialisation des acteurs sur les modules antigène, vecteur et adjuvant.
 - (ii) L'importance grandissante des licences technologiques, seules ou en tant qu'éléments de collaborations plus larges, traduit le rôle central du brevet comme interface. En outre, le brevet est considéré comme un facteur majeur de cohésion du réseau par les personnes interrogées dans le cadre de la campagne d'interviews.
 - (iii) Il y a moins d'interactions au sein d'un même module technique qu'entre modules distincts, confortant ainsi le double rôle du brevet comme outil de co-opération.
 - (iv) Lorsque l'on prend en compte uniquement les firmes détenant au moins l'une des trois briques élémentaires du vaccin, on voit apparaître des étoiles associant toute une diversité de modules. Le plus souvent, c'est la firme détentrice de la compétence « antigène » qui est l'acteur nodal de ces associations.
 - (v) Le rôle d'intégrateur des sociétés pharmaceutiques traditionnelles dans le domaine du vaccin est mis en évidence : l'interactivité du réseau comprenant les firmes de biotech compétentes sur l'un et/ou l'autre des modules de base du vaccin est bien plus forte lorsqu'on inclut les big/mid pharma que lorsqu'on restreint le réseau aux seules firmes de biotech.

VI. – Conclusion : Repenser le rôle du brevet

- 50 La vision du brevet défendue ici se situe dans le prolongement de plusieurs travaux théoriques et empiriques qui insistent sur la multiplicité des rôles que joue cet instrument (Levin *et al.*, 1987 ; Cohen *et al.*, 2000 ; Arora et Fosfuri, 2000 ; Arora, Fosfuri et Gambardella, 2000 ; Bureth *et al.*, 2005 ; Cohendet *et al.*, 2006). En l'occurrence, nous avons illustré les propriétés de coordination du brevet dans le cadre d'un processus d'innovation modulaire. Le développement des nouveaux vaccins se place en effet sur un marché qui appelle aujourd'hui des stratégies de diversification, avec une place à prendre pour des produits complexes et innovants. Ces derniers sont développés au sein de processus de collaboration qui combinent des modules différents, exprimés en termes de produits, d'organisations ou de connaissances scientifiques. Dans ce contexte, le brevet favorise la division du travail et le signal des compétences, maintient les incitations, assoit les échanges marchands de connaissances et borne les espaces de concurrence.
- 51 L'analyse empirique confirme l'organisation modulaire des processus d'innovation dans le secteur des vaccins, en faisant apparaître des spécialisations marquées sur les modules antigène, vecteur et adjuvant, et le rôle d'intégrateur des firmes pharmaceutiques traditionnelles. Le brevet est considéré comme un facteur clé de la cohésion du réseau, et sert de support à des collaborations développées principalement à partir d'accords de licences technologiques. Il apparaît bien comme le « ciment organisationnel » de l'innovation dans le cas du vaccin génique. Le résultat n'est pas contre-intuitif, mais l'ampleur du phénomène n'est pas toujours appréciée à sa pleine dimension, notamment du côté de la recherche publique. Si le brevet est envisagé par tous comme un instrument

de financement de l'innovation, sa dimension organisationnelle est quelquefois sous-estimée. Il est pourtant l'instrument d'interface par excellence, en préservant l'autonomie des partenaires et en s'adaptant à tous les types de collaboration.

- 52 Notre travail peut être rapproché des études récentes en économie industrielle sur les « patent pools » (Lerner et Tirole, 2004). Comme l'a fait remarqué un rapporteur, la structure modulaire d'innovation dans le vaccin génique satisfait en effet les conditions de Lerner et Tirole assurant qu'un « patent pool » soit bénéfique à la fois aux participants du pool et à la société dans son ensemble. La stratégie d'intégration des « big pharma » n'apparaît donc pas anti-compétitive du fait de la complémentarité entre les modules (Heller et Eisenberg, 1998).
- 53 En conclusion, nous avons défendu une vision optimiste du brevet d'invention, prenant ainsi le contre pied de nombreux auteurs qui insistent essentiellement sur les dysfonctionnements du système de brevet. Il ressort de notre étude que, dans le domaine du vaccin génique tout au moins, le brevet est un élément structurant de l'innovation qui permet à la fois d'aplanir les difficultés dans la coordination de la conception du produit et de garantir des possibilités d'extraction de rente aux différents protagonistes. À ce stade, et en l'absence d'étude similaire dans d'autres domaines, notre recherche est clairement circonscrite au secteur spécifique du vaccin. Il nous semble néanmoins que ce travail ouvre d'intéressantes voies de recherche, notamment par comparaison avec d'autres secteurs technologiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Arora A., Fosfuri A. (2000), « The Market for Technology in the Chemical Industry : Causes and Consequences », *Revue d'Économie Industrielle*, vol. 92, pp. 317-334.
- Arora A., Fosfuri A., Gambardella A. (2000), « Markets for Technology and their Implications for Corporate Strategy », working paper Yale School of Management, 39 p.
- Arrow K.-J. (1962), « Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention », dans *The Rate and Direction of Inventive Activity : Economic and Social Factors*, Princeton university Press, pp. 609-625.
- Arundel A., Van de Paal G. (1995), « Innovation strategies of Europe's Largest Industrial Firms », unpublished manuscript, MERIT.
- Baldwin C.-Y., Clark, K.-B. (1997), « Managing in an age of modularity », *Harvard Business Review*, sept./oct. 97, vol. 75(5), pp. 84-93.
- Bureth A., Levy R., Pénin J. et Wolff S. (2005), « Strategic Reasons for Patenting : Between Exclusion and coordination Rationales », *Rivista di Politica Economica*, sept./oct., n° IX-X, pp. 19-46.
- Cohen W.-M., Nelson R.-R., Walsh J. (2000), « Protecting their Intellectual Assets : Appropriability Conditions and Why US Manufacturing Firms Patent (or not) », NBER working paper 7552.

- Cohendet P., Farcot M. and Pénin J. (2006), « Entre incitation et coordination : repenser le rôle du brevet d'invention dans une économie fondée sur la connaissance », *Management International*, vol. 10.
- Corbel P. (2003), « Le brevet : un outil de coopération/exclusion », cahiers de recherche du Larequoi 2003/1, pp. 30-44.
- Danzon P. et Sousa Pereira N. (2005), « Why sole-supplier vaccine markets may be here to stay », *Health Affairs*, vol. 24, n° 3, May-June 2005, 694-96.
- Foray D. (2004), « The Economics of Knowledge », Cambridge, MIT Press.
- Goto A., Nagata A. (1996), « Technological Opportunities and Appropriability », NISTEP report n° 48, Tokyo.
- Heller M.-A., Eisenberg R.-S. (1998), « Can Patents Deter Innovation ? The Anticommons in Biomedical Research », *Science*, vol. 280, pp. 698-701.
- Koppl, Roger, Langlois, Richard N. (2001), « Organizations and Language Games », *Journal of Management and Governance*, vol. 5(3-4), pp. 287-305.
- Jaffe A. (2000), « The US Patent System in Transition : Policy Innovation and the Innovation Process », *Research Policy*, vol. 29, pp. 531-557.
- Levin R.-C., Klevorick K., Nelson R.-R., Winter S. (1987), « Appropriating the Returns from Industrial Research and Development », *Brooking Papers on Economic Activity*, vol. 3, pp. 783-820.
- Lerner J., Tirole J. (2004), « Efficient Patent Pools », *American Economic Review*, vol. 94, pp. 691-711.
- Mansfield E., Schwartz M., Wagner S. (1981), « Imitation Costs and Patents : An Empirical Study », *The Economic Journal*, vol. 91, pp. 907-918.
- Mintzberg H. (1982), « Structure et dynamique des organisations », Les Éditions d'Organisation.
- Ordovery J.-A. (1991), « A Patent System for Both Diffusion and Exclusion », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 5, pp. 43-60.
- Pauly M.-V., (2005), « Vaccine supply : who needs what ? », *Health Affairs*, vol. 24, n° 3, May-June 2005, 680-89.
- Pénin J. (2005), « Open knowledge disclosure, incomplete information and collective innovations », document de travail BETA 2005-10.
- Ring P.-S. & Van de Ven A.-H. (1994), « Developmental processes in cooperative interorganizational relationships », *Academy of Management Review*, vol. 19, pp. 90-118.
- Sakakibara M., Branstetter L. (2001), « Do stronger patents induce more innovation ? Evidence from the 1988 Japanese patent law reforms », *Rand Journal of Economics*, vol. 32.
- Sanchez R. & Mahoney J. (1996), « Modularity, Flexibility, and Knowledge Management in Product and Organization Design », *Strategic Management Journal*, vol. 17 (Winter Special Issue), pp. 63-76.
- Scherer F.-M., Herzstein S.-E., Dreyfoos A.-W., Whitney W.-G., Achmann O.-J., Pesek C.-P., Scott C.-J., Kelly T.-G., Galvin J.-J. (1959), « Patents and the Corporation : A Report on Industrial Technology Under Changing Public Policy », Harvard University.
- Simon, Herbert A. (1962), « The Architecture of Complexity », *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 106(6), December, pp. 941-73.

Taylor C.-T., Silberston Z.-A. (1973), « The Economic Impact of the Patent System : A Study of the British Experience », Cambridge University Press.

Ulrich K.-T. (1995), « The role of product architecture in the manufacturing firm », *Research Policy*, vol. 24, pp. 419-440.

Warren N., Moore K., Cardona P. (2002), « Modularity, strategic flexibility and firm performance : A study of the home appliance industry », *Strategic Management Journal*, vol. 23(12), p. 1123.

NOTES

1. Voir notamment Scherer *et al.* (1959), Taylor et Silberston (1973), Mansfield, Schwartz et Wagner (1981), Levin *et al.* (1987), Arundel et van de Paal (1995), Goto et Nagata (1996), Cohen *et al.* (2000), Sakakibara et Branstetter (2001), Jaffe (2000), Bureth *et al.* (2005), Cohendet *et al.* (2006).
2. Pour des raisons de confidentialité, aucune des informations recueillies n'est attribuée nominativement dans le présent article. Les données quantitatives utilisées ici ont toutes été publiées par ailleurs et/ou sont accessibles librement sur Internet. Les hypothèses et assertions émises restent sous l'entière responsabilité des auteurs.
3. En termes moléculaires, l'objectif est d'introduire un antigène inoffensif, qui porte les mêmes épitopes (la partie de l'antigène à laquelle se fixent les anticorps) que l'agent pathogène, afin de stimuler la production d'anticorps ou de lymphocytes T par l'organisme.
4. En résumé, les interactions entre vaccins et génie génétique se placent dans des domaines suivants : (1) Le génie génétique s'applique à des activités de production : en modifiant le génome de cellules de culture on les programme pour qu'elles fabriquent des protéines qui seront réinjectées au patient à des fins vaccinales (vaccins sous-unitaires et associés). (2) Le génie génétique permet de modifier les caractéristiques des agents pathogènes : réduire les effets nocifs des micro-organismes utilisés comme antigènes ou comme vecteurs, d'une part, et incorporer dans le vecteur le gène d'intérêt, d'autre part (vaccins à vecteur recombinant). (3) Le génie génétique intervient dans le processus d'apoptose (mort cellulaire programmée), qui permet au système immunitaire de réagir à des dérèglements de type cancéreux (vaccin anti-tumoral).
5. Scrip Reports, The World Vaccines Market (2002).
6. Une autre justification fréquemment mise en avant argue de retours sur investissement trop faibles dans le secteur, qui ont pour conséquence un retrait des acteurs (Pauly, 2005). Mais cette hypothèse est battue en brèche par les résultats plutôt flatteurs affichés par le secteur depuis le milieu des années 90 (26 % de croissance du chiffre d'affaire sur les vaccins entre 1999 et 2002, contre 0,9 % pour les antibactériens, 5,5 % pour les antifongiques, et 8,3 % pour les infections virales sur la même période).
7. C'est ainsi que le vaccin inactivé de la Poliomyélite a chassé le vaccin vivant, que le vaccin peptidique de la coqueluche a éliminé le vaccin à base du virus complet, et que les produits sans thimerosal ont supplanté ceux contenant le conservateur.
8. L'arrivée de nouveaux produits innovant vendus chers, comme Gardasil, témoigne de ce retournement. Les vaccins sont devenus « l'enfant chéri de la maison » pour Sanofi Aventis, qui a augmenté de 50 % les dépenses de recherche dans ce domaine depuis la fusion en 2004.
9. Remarquons que ce rôle de signal n'est pas spécifique au brevet. Il peut également être rempli, au moins en partie par les conférences et publications dans des revues scientifiques.
10. Il faut souligner que l'impact du brevet ne se limite pas à faciliter le transfert de connaissances codifiées. Il permet également, à travers des clauses d'assistance aux accords de licence ou des échanges d'employés, de transférer des compétences plus tacites entre entreprises (Foray (2004)).

11. L'absence de conflit s'explique peut-être par le caractère émergent du secteur des vaccins géniques, dont la plupart des produits sont encore au stade des essais cliniques.
 12. La modularité cognitive est en effet difficilement « observable ». Quant à la modularité du produit, bien que confirmée dans les interviews sur un plan conceptuel, elle ne peut être évaluée dans la pratique du fait de la jeunesse du secteur.
 13. Les 28 entités interviewées se décomposent en 13 firmes (2 sociétés pharmaceutiques traditionnelles et 11 sociétés de biotech, dont 8 ont moins de 50 employés et 6 sont nées après 2000), 8 laboratoires de recherche publique, 2 associations de malades, 3 sociétés de capital risque et 2 organes réglementaires.
 14. La liste d'entreprises focales, disponible sur simple demande, comprend 28 entreprises françaises et 2 fondations privées (instituts Pasteur et Curie) actives dans le domaine du vaccin. Elle inclut aussi bien des firmes de biotech (Imaxio, BT Pharma, Genopoïetic, IDM, Innate, Transgene, Vaxon, Vivalis, etc.) que des sociétés pharmaceutiques (Sanofi Pasteur, Pierre Fabre, Merial). Elle couvre la santé humaine et la santé animale.
 15. La base Recap répertorie 13 000 alliances en biotech depuis 1978, fournissant des informations sur le contrat (licence, business, equity, etc.), sa date de signature, son contenu technologique, et sa spécialité thérapeutique.
 16. Notons que la spécialisation des firmes par axe thérapeutique est en revanche beaucoup moins forte, contrairement à l'organisation industrielle qui a longtemps prévalu dans le domaine du vaccin.
 17. Ainsi, pour les seules firmes de biotechnologies, plus de 72 % des alliances incorporent un volet de licence technologique. Pour les sociétés pharmaceutiques, la part des alliances avec licence se monte à près de 76 %.
-

RÉSUMÉS

Au-delà de ses fonctions en termes de protection et de financement de l'innovation, le brevet est aussi un instrument de médiation et un support d'interactions. Dans le cas du développement des nouveaux vaccins issus du génie génétique, nous montrons qu'il est une composante essentielle de la production d'innovation. Un vaccin génique se construit en effet à partir de trois modules fondamentaux : l'antigène, le vecteur, et l'adjuvant. L'avènement des techniques du génie génétique favorise un développement autonome de ces composants, aussi bien sur les plans techniques, qu'organisationnel ou cognitif. Les brevets deviennent alors des instruments stratégiques d'information et de négociation dans l'élaboration de l'architecture du produit. Ils jouent un rôle d'interface entre des organisations, des trajectoires technologiques et des champs de savoir hétérogènes.

Beyond their function of protecting and rewarding innovation, patents are increasingly used as mediation instruments and as vehicles for interactions. Focusing on the development of new, genetically engineered vaccines, we show that they are central components of the production of innovation. A genetically engineered vaccine is constituted by three basic modules: the antigen, the vector and the adjuvant. The advent of genetic engineering techniques promotes the autonomous development of each of these blocks at the technical as well as the organizational and the cognitive levels. Patents become therefore strategic instruments and negotiation devices

throughout the elaboration of product architecture. They act as an interface between heterogeneous organizations, technological trajectories and corpus of knowledge.

INDEX

Mots-clés : Droit de propriété intellectuelle, innovation collective, modularité, vaccin

Keywords : Collective Innovation, Intellectual Property Rights, Modularity, Vaccine

AUTEURS

ANTOINE BURETH

BETA, CNRS-UMR 7522, université Louis Pasteur Strasbourg I

Maître de conférences depuis 1994 à l'université de Haute Alsace. Chercheur au Bureau d'Économie Théorique Appliquée (BETA) depuis 1989, il s'intéresse aux interactions entre l'organisation de l'entreprise et l'innovation, au rôle du brevet dans les réseaux innovants, et à l'économie des biotechnologies.

MORITZ MÜLLER

BETA, CNRS-UMR 7522, université Louis Pasteur Strasbourg I

Doctorant à l'université Louis Pasteur de Strasbourg, membre du BETA depuis 2005, après un cursus à l'université de Karlsruhe (TH). Sa thématique de recherche porte sur les interactions entre le développement technologique et l'organisation industrielle.

JULIEN PÉNIN

BETA, CNRS-UMR 7522, université Louis Pasteur Strasbourg I

Maître de conférences à l'université Louis Pasteur de Strasbourg depuis 2005 et chercheur au BETA depuis 2000. Il est responsable du Master Management et Organisation, option Gestion Industrielle et Innovation. Ses domaines de recherche sont l'économie du brevet d'invention et l'économie de l'innovation.

SANDRINE WOLF

BETA, CNRS-UMR 7522, université Louis Pasteur Strasbourg I

Maître de conférence à l'université Louis Pasteur de Strasbourg depuis 1993, habilitée à diriger les recherches depuis 2004. Membre du BETA depuis 1988, elle a réalisé de nombreux travaux sur les collaborations technologiques inter-organisations dans les secteurs de haute technologie.