

**De la connaissance académique à l'innovation
industrielle dans les sciences du vivant :
Essai d'une typologie organisationnelle dans le
processus d'industrialisation des connaissances.**

Christian PONCET

Cahier N° 02.06.27

Centre de Recherche en Economie et Droit de l'ENergie – CREDEN

Université de Montpellier I

Faculté de Sciences Economique BP 9606

34 054 Montpellier Cedex France

Tel. : 33 (0)4 67 15 83 32

Fax. : 33 (0)4 67 15 84 04

e-mail : poncet@sceco.univ-montp1.fr

De la connaissance académique à l'innovation industrielle dans les sciences du vivant : Essai d'une typologie organisationnelle dans le processus d'industrialisation des connaissances.

Christian Poncet
Chercheur au LASER/CREDEN
UFR de Sciences Economiques ;
Université de Montpellier I

Résumé :

Partant d'une distinction historique entre les milieux académique et industriels, cet article se propose d'étudier la manière dont s'établissent des relations entre ces deux dynamiques. Ainsi, d'une découverte scientifique dans des laboratoires publics de biologie, à un produit ou un procédé qui arrive sur le marché, doit s'opérer un processus complexe de transformation. L'idée d'innovation au sens schumpeterien du terme se révèle beaucoup trop linéaire et souvent mécaniste, pour rendre compte du procès d'industrialisation des connaissances. Le passage entre deux milieux aussi différents que sont l'académie et l'industrie, nécessite des « sas » qui seuls autorisent une adaptation progressive d'une connaissance en bien économique. La travail qui suit précise donc, dans une première partie, le fondement des étapes qui composent le « sas » pour amener une connaissance vers le marché et la manière dont s'articulent les organisations au regard des étapes à franchir. La seconde partie rend compte, au travers de l'histoire récente d'une firme les diverses modifications organisationnelles qu'elle a subies pour depuis sa création dans un contexte académique pour établir un contact avec le marché.

Centre de Recherche en Economie et Droit de l'ENergie – CREDEN

Université de Montpellier I
Faculté de Sciences Economique BP 9606
34 054 Montpellier Cedex France
Tel. : 33 (0)4 67 15 83 32
Fax. : 33 (0)4 67 15 84 04
e-mail : poncet@sceco.univ-montp1.fr

Le phénomène d'industrialisation des connaissances relie deux constructions *a priori* distinctes : l'une s'adresse à l'histoire des sciences, l'autre à la dynamique industrielle. Les deux mouvements, bien que reposant sur des logiques propres de comportements, sont loin d'être indépendants. Selon des circonstances, que seule une étude historique permet de révéler, les évolutions des deux milieux peuvent interférer et entrer en résonance. L'histoire de la chimie au XIX^e siècle illustre ce phénomène¹, puisque la construction académique de la discipline ne peut se départir des enjeux industriels qu'elle implique, et réciproquement. L'intensification des échanges entre les milieux académiques et industriels repose donc sur le développement simultané de deux vecteurs, se posant progressivement comme les moteurs de la dynamique de chaque milieu :

Le premier implique la construction des connaissances scientifiques et leur faculté à se transformer en innovation industrielle (technicisation des connaissances²). La technicisation comme support à la construction des sciences modernes, fournit les moyens de transport des connaissances vers l'industrie par la technique³.

Le second s'applique à la dynamique industrielle et au rôle de l'innovation dans un contexte concurrentiel⁴. Les stratégies d'innovation tendent à renforcer, dans certains secteurs d'activité, les positions oligopolistiques des firmes. Cette compétition les incite souvent à opérer, dans les milieux académiques, une capture afin d'inclure dans leur produit ou procédé les plus récentes découvertes scientifiques, à condition, bien entendu que ces dernières s'y prêtent (voir supra).

Les interactions ainsi décrites tendent à s'amplifier par une technicisation toujours plus importante des connaissances (qui prouvent ainsi leur utilité sociale), et par l'extension des marchés et l'affirmation internationale des oligopoles. La cohérence entre ces deux mouvements justifie leur permanence et, par conséquent, l'émergence (au moins de manière conjoncturelle), des structures spécifiques qui font office de relais de transmission entre académie et industrie. Se superposent donc au mouvement d'industrialisation des connaissances, des formes organisationnelles qui représentent la partie visible du phénomène. A ce titre, elles deviendront par la suite des indicateurs précieux pour rendre compte de ces mouvements. Comme le montrent Bensaude-Vincent et Stengers dans le cas de la chimie, l'existence d'institutions académiques (qui glissent vers la notion de chimie appliquée) précède les applications industrielles ; le succès dans le transfert des connaissances vers l'industrie appuie le financement d'écoles d'application par les pouvoirs publics⁵. La compétition entre les états (en termes industriel ou militaire) dynamise ensuite grandement ce processus. L'industrialisation des connaissances dans la biologie moderne adopte très grossièrement les mêmes schèmes que la chimie au XIX^e siècle. Le phénomène renferme cependant des mécanismes originaux de transfert, spécifiques à la biologie en tant que discipline scientifique et aux industries captives (pharmacie et agro-fourriture essentiellement) dans le contexte de cette fin de XX^e siècle.

¹ Ce qui est très bien montré dans l'ouvrage : Bensaude-Vincent B et Stengers I. Histoire de la chimie. Edition La découverte [1995].

² Cette notion de technicisation des connaissances dans la biologie se retrouve déjà dans les propos de G. Canguilhem qui la présente comme une des caractéristique de la biologie actuelle.

« On peut penser que la biologie est aujourd'hui une science de caractère décisif pour la position philosophique du problème des moyens de la connaissance et de la valeur de ses moyens, et cela parce que la biologie est devenue autonome, parce que surtout elle témoigne de la récurrence de l'objet du savoir sur la constitution du savoir visant la nature de cet objet, parce qu'enfin en elle se lie indissolublement connaissance et technique. » Canguilhem G. La connaissance de la vie. Editions J. Vrin [1992] ; page 39

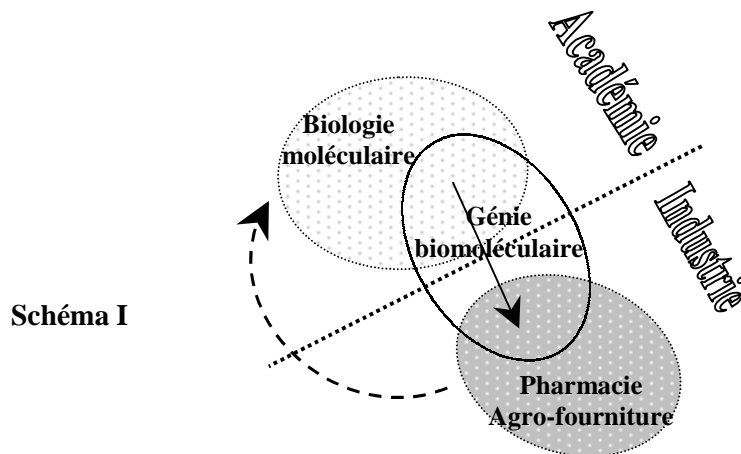
³ Mignot J. P. et Poncet C De la technicisation des connaissances : une lecture de l'histoire des sciences de la vie. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurale*, Novembre 1998.

⁴ Schumpeter J. Capitalisme, socialisme et démocratie Editions Payot 1984 (première édition, 1942).

⁵ C'est bien cette interaction que Bensaude-Vincent B et Stengers I (op. cit.) lorsque notamment elles énoncent (page 135 et 136) :

« On ne peut comprendre le passage des artisanats à la production en masse des produits standardisés sans les méthodes d'analyse, les batteries de tests et les protocoles d'expériences définis en laboratoire. On ne saurait imaginer la synthèse des colorants ou des médicaments sans les formules développées et les réactifs. Réciproquement, les perspectives et débouchés techniques ont suscités des programmes de recherche et des styles de formations spécialisés. »

La biologie moléculaire comme discipline académique, d'un côté, et l'industrie pharmaceutique ou de l'agro-fourriture comme activité industrielle, de l'autre, s'articulent au travers du génie biomoléculaire. Le schéma I représente, dans le cadre des sciences du vivant, l'interaction entre science et industrie par le biais du génie biomoléculaire. C'est dans ce contexte que l'idée d'industrialisation des connaissances prend toute sa signification et place à la fois le génie biomoléculaire comme une technique issue des milieux académiques et comme une source d'innovation dans le cadre d'activités industrielles. Le génie biomoléculaire peut alors s'interpréter comme l'interface entre les prolongements techniques de la connaissance académique (portée par la biologie moléculaire), et les dynamiques d'innovation qui se manifestent dans la pharmacie et l'agro-fourriture. La trace laissée par le glissement des connaissances scientifiques vers le marché, indique le chemin qu'adoptent les processus d'invention puis d'innovation. En retour (flèche en pointillé) les enjeux économiques et politiques qui se dessinent, vont orienter les budgets affectés aux institutions académiques et, par voie de conséquence, les programmes de recherche. En se précisant, cette tendance induit un infléchissement toujours plus finalisé dans le contenu des programmes scientifiques, et mobilise, à cet effet, un budgets publics de la recherche toujours plus important (en terme relatif). La combinaison des mouvements décrits débouche, dans la longue période, sur un rapprochement entre les positions académiques et industrielles ; elle implique en outre une modification progressive des structures dans chacun des domaines.



Les mouvements d'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant

L'influence de l'industrialisation des connaissances sur les orientations de la recherche publique, s'apprécie à partir de l'introduction d'une notion d'efficacité, qui appuient les critères du financement des programmes académiques. En effet, au regard des enjeux économiques contenus dans les techniques du génie biomoléculaire, les pouvoirs publics (qui financent en partie la recherche académique) ne peuvent rester indifférents au développement de ces activités. En favorisant les transferts de connaissance vers l'industrie, les politiques publiques de recherche s'orientent vers une stimulation des stratégies d'innovation industrielle et, par conséquent, de la compétitivité des activités concernées (suscités par la demande ou poussés par le marché¹). Cela signifie donc que, au travers du budget public de la recherche, se glisse progressivement une finalité industrielle qui aura des répercussions sur la croissance future de l'économie. De manière symétrique, les industries se dotent de moyens leur permettant d'accéder à ces connaissances, ou du moins de pouvoir déchiffrer le potentiel industriel qu'elles renferment (stratégies de veille). Or, le caractère multinational des groupes qui interviennent dans l'industrie pharmaceutique et de l'agro-fourriture, et la structure oligopolistique des marchés concernés, amènent à s'interroger sur la répercussion locale des investissements réalisés dans la recherche scientifique. En d'autres termes, si l'on applique la logique industrielle au

¹ Schmookler J Invention and economic growth. Harvard University Press [1966]
Rosenberg N. Science, innovation and economic growth. Economic Journal. N° 84 [1974] (pages 90 - 108).

financement de la recherche scientifique, la question se pose en ces termes : comment faire en sorte que les retours sur investissements reviennent (par exemple sous la forme de croissance économique) aux investisseurs (nation ou union de pays) ? Tenter de répondre à cette question nécessite au préalable de démontrer les mécanismes d'industrialisation des connaissances, notamment au travers des structures organisationnelles qui en constituent les vecteurs.

En partant de l'hypothèse selon laquelle il existe des logiques de construction spécifiques qui distinguent clairement une activité scientifique d'une activité industrielle, les propos qui suivent ont pour objectif d'analyser les interactions que ces deux mouvements génèrent. Cela signifie donc qu'une connaissance scientifique qui évolue vers un produit ou un procédé industriel subit nécessairement une transformation profonde qui la conduit à se conformer aux normes du marché. S'il paraît difficile de mettre à jour, de manière systématique le contenu même de ces transformations, il est cependant possible de repérer des lieux dans lesquels s'opèrent ces processus. Ainsi, la question : « *comment une connaissance scientifique se transforme-t-elle en innovation industrielle ?* », se décline en plusieurs niveaux :

Quels types de connaissances seraient susceptibles de faire l'objet d'une application industrielle ?

Comment s'opère la sélection de ces connaissances ?

Quels acteurs les transferts mettent-ils en jeu ?

Existe-t-il des structures spécifiques qui émergent à cette occasion¹ ?

Quelle est alors la nature des interactions qui s'instaurent entre les milieux académiques et industriels ?

I] Eléments d'analyse pour le processus d'industrialisation des connaissances.

Les questions précédentes renvoient implicitement à deux logiques de production, celle des connaissances dans un contexte scientifique d'un côté et celle des biens et services, dans un environnement concurrentiel de l'autre. L'objet de cette présentation réside dans la mise en évidence des structures par lesquelles s'opère la transformation des connaissances scientifiques en produit ou procédé industriel. L'identification de ces structures amène à établir une relation avec la nature de ces transferts puisque la prééminence d'un enjeu (en terme de recherche, de développement, de distribution ou de financement) induit des formes organisationnelles adaptées. En d'autres termes, en retenant les domaines liés aux sciences du vivant, la transformation progressive d'une connaissance en marchandise, requiert des moyens spécifiques. Ces moyens tendent alors à structurer des organisations en fonction des enjeux et des risques encourus. Ainsi, l'émergence de structure organisationnelles idoines se conçoit en intégrant deux dimensions, l'une liée aux enjeux à la fois technique, politique, juridique et économique de la recherche publique ; l'autre liée à la gestion du risque et à son financement. L'identification du caractère « efficace » d'une organisation (sa place dans un processus, sa structure, etc...), dans le cadre des opérations de transfert de connaissances, s'appuie à la fois sur une démarche historique et sur des considérations stratégiques.

Historique dans la mesure où l'on peut affirmer que si les relations entre milieux académiques et industriels ont toujours existé (au moins depuis l'avènement des sciences modernes), il apparaît dans certains domaines une tendance qui vise à « institutionnaliser » les liens entre connaissance scientifique et innovation (d'autant plus que les activités impliquées s'avèrent économiquement très prometteuses). Cette « institutionnalisation » prend par exemple un caractère effectif par des initiatives publiques du type : d'euro-pôle (au niveau européen), de génopôle (au niveau national) ou de technopôle (au niveau local).

¹ Cette question se démarque radicalement, dans sa formulation, de la dichotomie entre petites et grandes firmes en ce qui concerne leur capacité à innover. Acs et Audretsh. développent notamment cette position, en mettant l'accent sur l'importance des petites entreprises dans ce domaine :

Acs Z. J. et Audretsh D. B. Innovation in large and small firms : an empirical analysis. The American Economic Review N° 4 Vol. 78 (Septembre) [1988].(pages 678 - 689)

Le caractère artificiel et éminemment statique de cette opposition, semble occulter que ces structures interviennent dans un même processus et s'y articulent de manière tout à fait cohérente.

Stratégique puisque, d'une part, la réussite d'une politique scientifique tend à se mesurer de plus en plus à l'aune des brevets et licences déposées, ce qui conduit les instituts publics à se doter de moyens pour valoriser la recherche. D'autre part, la capture industrielle d'une invention très proche des milieux académiques, permet de maîtriser, voire de protéger, toutes les innovations qui pourraient en découler. D'un point de vue organisationnel, les « sondes » ainsi mise en place par les groupes industriels, s'inscrivent dans des formes originales d'organisation adaptées à la gestion de la recherche.

A la suite de ces remarques, il convient d'ajouter que les innovations industrielles dans les sciences de la vie s'appuient essentiellement sur les productions de la recherche académique, en intégrant des résultats issus de l'activité scientifique¹. En outre, le renouvellement des procédés de production des molécules pharmaceutiques l'émergence d'une médecine prédictive et les perspectives offertes par la transgénèse dans l'agro-fourriture, pèsent incontestablement sur l'orientation des programmes de la recherche académique. La tendance au rapprochement entre l'académie et l'industrie ne représente ni un phénomène singulier ni une nouveauté. Elle ne signifie pas non plus la fusion, c'est à dire un stade où académie et industrie se retrouveraient dans des objectifs communs et adopteraient des moyens identiques pour y accéder. Le maintien d'une identité forte, pour ces deux logiques de construction, fait apparaître des passerelles qui se concrétisent dans les formes hybrides. La mise en évidence de ces organisations, finalisées vers le transfert des connaissances, stigmatise la présence toujours marquée des deux ensembles (académique et industriel), et leur étude fine permet alors d'analyser les processus de transfert. En se reportant au schéma I, l'identification des champs académique (biologie moléculaire), de l'activité industrielle (pharmacie et agro-fourriture), ainsi que des outils de transmission (génie biomoléculaire), se prolonge donc par la construction des structures organisationnelles correspondantes (schéma II). En outre, la dynamique décrite précédemment et qui repose sur l'interaction entre la recherche publique et les activités industrielles, participe d'une histoire. Cette histoire se rapporte, à la construction des connaissances et à l'évolution des marchés ; elle implique des organisations dont les structures deviendront les indicateurs révélant ces mouvements.

¹ Walsh V., Niosi J. Mustar P. Small firm formation in biotechnology : a comparison of France, Britain and Canada. *Technovation* ; Vol 15 n° 5 [1995] (pages 303 - 327)

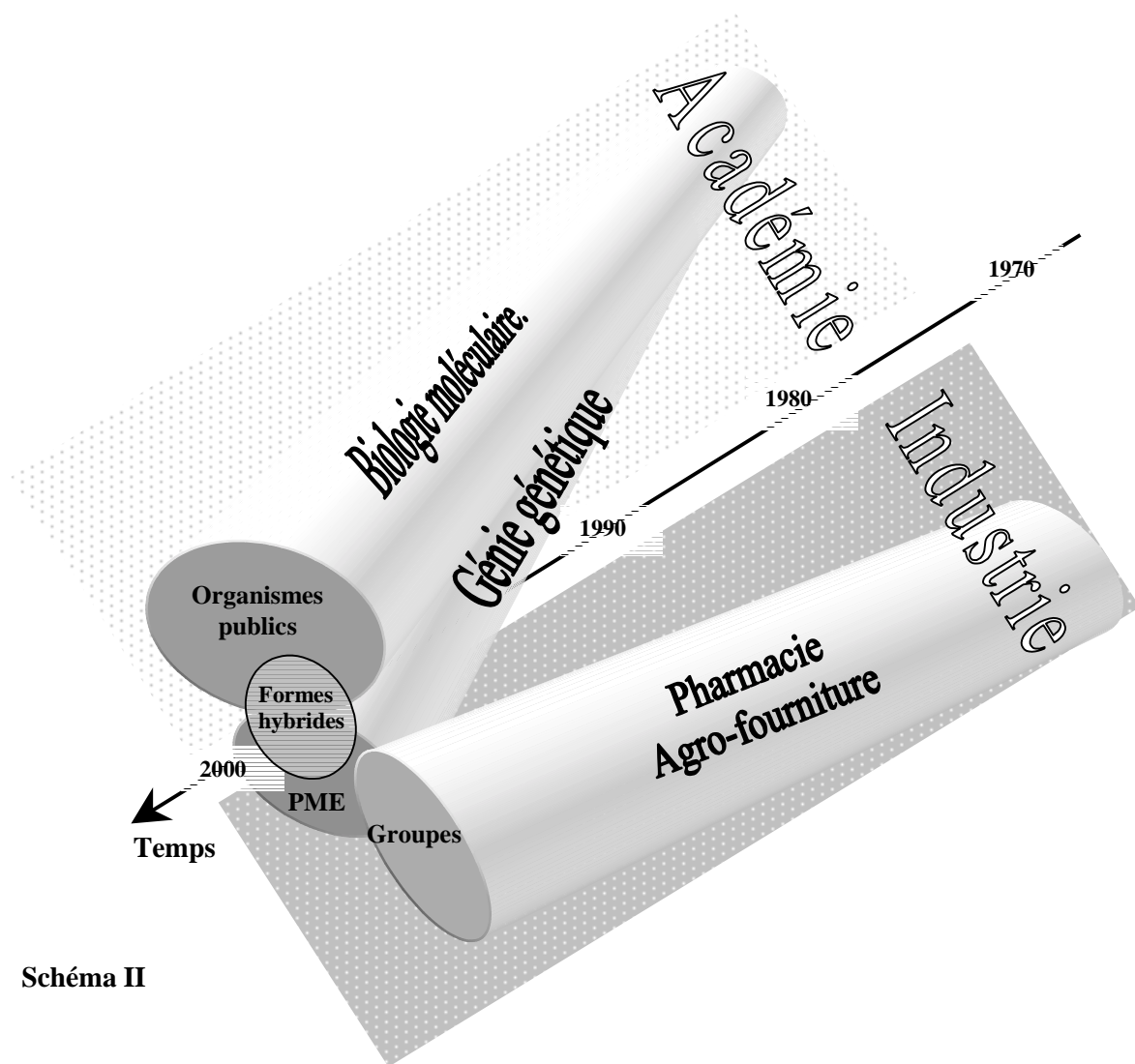
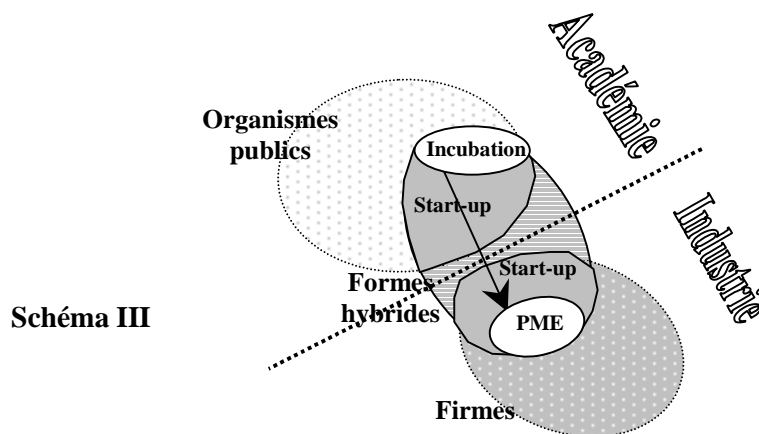


Schéma II

Le positionnement historique des acteurs et l'émergence de structures hybrides.

Quel cheminement adopte une connaissance scientifique pour se transformer en invention ? Existe-t-il un archétype qui décrirait ce mouvement en identifiant certaines étapes ? Dans ce processus qui trouve son origine dans un laboratoire académique et qui se prolonge jusqu'au marché, une série d'étapes semblent pouvoir être identifiées pour les sciences de la vie. Ces étapes, liées assurément à l'objet de transfert et au contexte actuel, marquent à la fois une progression de la connaissance scientifique vers un bien économique, une évolution dans la notion de risque industriel, dans les sources de financement, mais aussi dans les compétences des intervenants. Elles permettent d'identifier, au regard des objectifs et des contraintes financières qui les caractérisent, des structures organisationnelles spécifiques. La mise en place d'une typologie pour ces organisations relève de la construction d'un indicateur permettant d'établir une « distance » qui sépare le milieu académique de l'industrie. En outre les transformations de ces structures accompagnent le processus d'industrialisation des connaissances, en innovation industrielle. Idéalement, ces structures s'inscrivent donc dans un continuum entre la forme pure d'organisation qui abrite la recherche académique et la structure type de la firme innovante. Dans ce continuum se pose à la fois la question de la nature de ces transformations et celle de l'efficacité avec laquelle s'opèrent ces transferts. Ainsi, en prolongeant ces interrogations se pose le problème d'une typologie d'organisations sur laquelle reposerait ce continuum (les facteurs qui marquent leur différence, la place occupée dans la transformation, le devenir de ces structures). La mise en évidence de ces formes hybrides signifie

également que, non seulement, elles remplissent l'intervalle entre l'académie et l'industrie (cf. le schéma III), mais aussi qu'elles débordent sur ces deux ensembles (tout comme le génie biomoléculaire le faisait sur la biologie moléculaire et vers les industries concernées). Ainsi, d'un point de vue historique, les transformations permanentes qui s'opèrent au sein des milieux industriels et académiques, incitent à une forte plasticité des formes hybrides¹. Ainsi, les fluctuations permanentes, signe de milieux académiques ou industriels sans cesse en évolution, comprime, déplace ou étire l'intervalle entre l'académie et l'industrie. De ces mouvements, émergent des structures, parfois éphémères, parfois plus pérennes mais, dans tous les cas, qui doivent pour se maintenir montrer de fortes capacités d'adaptation. Toutes ces remarques témoignent des difficultés pour traduire simplement le phénomène d'industrialisation des connaissances, à partir des structures qu'il sous-tend, et d'en extraire des principes qui refléteraient la dynamique d'innovation dans ces activités. L'expression phénoménale de l'industrialisation des connaissances apparaîtra donc dans l'évolution des structures hybrides qui s'intercalent entre les milieux académiques et industriels (schéma III). Cette hypothèse tend alors à instaurer une relation explicite industrialisation et types d'organisation (juxtaposition entre les schémas I et III) ; l'industrialisation pouvant aisément se concevoir selon un processus continu qui contraste avec le caractère discret des typologies organisationnelles.



Typologie des petites entreprises, vecteur pour les transferts de connaissances

Compte tenu de ce qui précède, il convient donc, avant d'identifier les structures organisationnelles proprement dites, de préciser la manière dont s'articulent milieu académique et milieu industriel. Les rythmes selon lesquels s'opèrent la transformation d'une connaissance scientifique en invention et de l'invention en innovation, définissent des formes de liaison entre les milieux académiques et industriels. L'industrialisation des connaissances admet par conséquent une traduction phénoménale qui s'exprime par les formes organisationnelles observées. Le caractère discret de cette manifestation révèle donc des ruptures dans le passage d'un type d'organisation à un autre (changement organisationnel). Ces restructurations s'opèrent alors autour de deux autres frontières (en plus de celle générique entre l'académie et l'industrie), comme le montre le schéma III :

Des milieux académiques vers les premières formes hybrides. C'est sur le passage de cette première frontière que se focalisent les politiques publiques de valorisation de la recherche, et autour de laquelle s'édifient par exemple les programmes géonopôles en France.

Des secondes formes hybrides vers les milieux industriels. Cette frontière représente également un enjeu stratégique considérable, aussi bien pour des petites entreprises innovantes que pour des grandes firmes. C'est à cette frontière que se concluent les opérations de partenariat

¹ A titre d'exemple, les groupes industriels peuvent intégrer des activités proches de la recherche académique, tout en leur conférant un caractère éminemment industriel. Le statut de la veille technologique pour une firme relève de cette position.

industriel, d'achat de licences ou d'absorption. C'est également à partir de cette frontière que s'ouvrent les marchés et, par de là, que le processus d'innovation trouve un terme.

Le tableau I représente alors une tentative de type taxinomique pour représenter des formes organisationnelles, de part et d'autre des frontières précédemment décrites.

	Académie		Industrie	
	Institutions Publiques	Hybrides 1	Hybrides 2	Firmes
Structure (dominante)	Laboratoire / UMR	Start-up (incubation)	Start-up / PME	PME / Groupes
Type de dirigeant	Chercheur	Chercheur entrepreneur	Entrepreneur chercheur	Entrepreneur
Production (nouvelle)	Connaissance	Invention	Invention / Innovation	Innovation / distribution
Principal objet de transaction (cumulatifs de gauche à droite)	Compétence scientifique	Brevets et licences	savoir-faire et prototypes	Biens et services
Critères de prise en charge des risques	Transférabilité (pas de critère a priori)	Faisabilité (brevets licences)	Potentialité (productivité, concurrence)	Retour sur investissement, part de marché
Indice de risque (I/CF)	Très fort	Fort	Moyen	Faible
Financement (principales sources)	Public	Public, semi-public et individuel	Semi-public, capital risque	privé
Qualification (en % des effectifs)				



Tableau I
Essai de typologie des organisations relevant des formes hybrides.

Les structures organisationnelles représentent donc un indicateurs dans le processus d'industrialisation des connaissances. Prises dans cette acception, les formes organisationnelles se posent comme la partie phénoménale d'une dynamique sous-jacente qui elle implique des notions telles que technique, industrie ou connaissance. La mise en place d'une typologie d'organisation à l'intérieur de ces formes hybrides, conduit à identifier une relation entre une opération de transfert et la structure idoine correspondante. Elle permet également de repérer des ensembles cohérents qui assurent le passage d'une connaissance scientifique vers les marchés. Cette identification constitue une ouverture vers d'autres questionnements et, notamment, celui des conséquences du financement public de la recherche sur l'activité économique d'une région.

II] L'identification des phases et des transitions dans le processus d'innovation.

Le continuum dans la transformation d'une connaissance scientifique en innovation industrielle, évoqué antérieurement, s'opère à l'intérieur des formes dites hybrides. Posée en ces termes, la construction précédente débouche sur des questions qui mettent en exergue l'importance des frontières dans la valorisation de la recherche.

La première frontière, entre le milieu académique et les formes hybrides touche directement à la valorisation de la recherche scientifique. La place de cette frontière désigne les pouvoirs publics comme les principaux acteurs dans l'organisation de ce passage. La politique de

valorisation représente alors un moyen pour ces derniers, d'amorcer la traduction d'une découverte scientifique en un produit ou un procédé industriel, c'est à dire d'alimenter des industries (locales ou nationales) en innovations potentielles. Les moyens mis en œuvre dans le cadre de cette valorisation sont multiples (de la simple gestion d'un portefeuille de brevet à la création de pôles industriels), et tendent tous à estomper la partie frontalière entre les formes hybrides à la recherche académique. La première transition identifiable marque donc le passage de connaissances des laboratoires académiques vers les premières formes hybrides. L'objectif des efforts consentis aux institutions académiques par les pouvoirs publics, pour la valorisation industrielle de la recherche, se concentrent sur le passage de cette première frontière. La connaissance, ou plutôt la forme technicisée de cette dernière, sort ainsi du laboratoire pour se confronter aux premières étapes de la valorisation. La mise en place en France notamment d'incubateurs, proches des laboratoires publics, a bien pour objectif d'ouvrir, au moins partiellement, cette première frontière.

La seconde frontière, ne touche pas, à proprement parler, à l'idée de structure mais plutôt celle de « culture ». En effet, de part et d'autre de cette frontière apparaissent des formes organisationnelles dites hybrides qui se conforment à l'idée générique de « start-up ». Cette frontière marque donc à la fois une rupture avec le milieu originel (laboratoire académique) et une sorte d'irréversibilité dans le processus d'industrialisation. En sortant de la sphère d'influence académique pour rentrer dans la zone d'attraction du marché, la connaissance, (ou du moins sa représentation technique) se finalise et se charge ainsi d'un potentiel industriel. Le franchissement de cette frontière, correspond à l'émergence d'une logique différente qui se traduit par un autre regard porté sur une découverte. Ainsi, par exemple, en amont de cette frontière l'identification des mécanismes d'expression d'une séquence d'ADN représente une étape dans la connaissance du vivant ; en aval, ces mêmes connaissances deviennent un moyen pour modifier l'expression phénotypique d'un organisme à des fins industrielles. En amont, les connaissances expriment un potentiel industrie d'autant plus fort qu'elles se rapprochent de la frontière ; en aval ce potentiel se concrétise d'autant plus que s'accroît l'éloignement de la frontière. Le même phénomène se décline donc de manière différente de part et d'autre de cette frontière ; l'objet de connaissance s'affirme en tant que technique à vocation industrielle. Le caractère flou de cette frontière (qui n'est pas marquée par un indice explicite comme le changement organisationnel), ne doit pas masquer l'importance de son franchissement. Ainsi, c'est aux alentours de cette dernière que se situent la plupart des mesures d'accompagnement et de prise de relais de l'opération (pépinières, financements).

La troisième frontière, entre les formes hybrides et le milieu proprement industriel, implique le processus de développement d'une innovation et la maîtrise de sa distribution sur des marchés fortement oligopolistiques. La position de cette frontière se détermine en fonction de la complexité de l'innovation (connaissances incorporées) et du niveau d'attraction du marché pour un produit ou un procédé (utilité sociale). La complexité du processus d'innovation renvoie aux divers obstacles à franchir pour développer un produit ou un procédé¹. Le niveau d'attraction du marché s'apprécie à l'aune de l'attente qui émane des agents économiques et le délai de commercialisation tend à se réduire au fur et à mesure que la demande sociale se fait pressante². Ces considérations désignent les stratégies industrielles comme le moteur qui impulse ce franchissement. Ces stratégies émanent souvent des grands groupes industriels qui, par leur situation oligopolistique tendent à définir les enjeux concurrentiels³ et leur niveau d'intervention (notamment en fonction de leur gestion du risque). Deux mouvements peuvent alors être identifiés afin de décrire ces stratégies : le premier consiste pour les groupes à lancer des opérations de capture au dessus de la frontière (l'achat de brevets, la prise de participation voire l'absorption répondent à ce type de stratégie). Le second revient

¹ De manière schématique, plus ces obstacles seront importants et moins la propension des groupes à capter l'innovation sera forte (gestion du risque), donc plus loin les structures hybrides accompagneront le processus (dans certains cas jusqu'à son aboutissement).

² La réduction des phases de développement (notamment en terme d'essais cliniques) pour des molécules fortement attendues par des patients (par exemple pour le traitement de ceux atteints par le virus HIV), couplées à des marchés potentiellement importants et solvables, montre que cette frontière peut se situer très en amont.

³ Scherer F. Schumpeter and plausible capitalism. Journal of Economic Literature. Vol. XXX [1992] pages 1416-1433.

à dynamiser les formes hybrides en leur transmettant des moyens pour le développement du produit ou du procédé, par le biais de l'essaimage (spin-off) ou d'un partenariat. Ce comportement permet aux grandes firmes de réduire le risque imputable à une stratégie d'innovation qui remonterait trop en amont, de maintenir une veille efficace au moindre coût et de conserver la maîtrise de la distribution par ses propres réseaux.. La présence de la troisième frontière se justifie essentiellement par les limites que s'accordent en général les groupes industriels dans la gestion du risque imputable à un processus d'innovation. Plus ils remontent et plus ils étendent le caractère générique de l'innovation, mais en même temps, plus ils accroissent les risques financiers liés à ces investissements.

Deux mouvements peuvent être repérés dans les flux qui tendent à structurer les formes hybrides :

- 1- La même entreprise migre des milieux académiques vers les milieux industriels. La flexibilité et les capacités d'adaptation de l'entreprise représentent les conditions *sine qua non* pour l'apparition de ce mouvement. Les frontières deviennent alors autant d'obstacles à franchir pour le développement simultané de la firme et de l'innovation.
- 2- De la connaissance à l'innovation le processus implique plusieurs types de structures souvent préexistantes. Dans ce cas, la stabilité relative des firmes impliquées revoie à une sorte de pérennisation des structures. Etant donné que probablement les firmes se positionneront par rapport aux frontières décrites, ces dernières représenteront les lieux privilégiés pour les transaction (brevets, licences, compétences, actifs financiers, etc...).

Le premier cas révèle des opérations qui se déroulent dans des conditions de création récente d'activités. Le second, indique une sorte de répartition déjà formalisée des rôles, dans ce qu'il conviendrait de qualifier une « filière d'innovation ». Le niveau de maturité de l'activité permet de comprendre la manière dont ces acteurs s'articulent. Au fur et à mesure que s'installent les routines, une forte propension à l'intégration verticale se manifeste, de la part des unités qui occupent une place stratégique dans le processus. Ainsi, même si la recherche joue un rôle important, dans des secteurs déjà mûrs, la distribution des activités selon le type de structure se trouve bien identifiée, ce qui conduit à des intégrations verticales souvent très larges. Ce cas de figure se retrouve par exemple dans l'industrie pharmaceutique, basée sur la chimie fine, pour laquelle ces étapes se concrétisent dans les différentes phases qui conduisent de la découverte d'une molécule à la commercialisation du médicament. Les industries pharmaceutiques intègrent en général l'ensemble du processus, même si les phases situées très en amont se réalisent parfois avec des partenaires académiques.

Pour illustrer le premier cas de figure, l'entreprise Genset a migré d'une structure très proche des laboratoires académiques vers la production de molécules thérapeutiques. L'histoire récente de la firme permet d'identifier une chronologie qui marque le passage des frontières telles qu'elles ont été précédemment construites. Plusieurs dates de référence ponctuent le développement de la firme :

1989 création

1996 introduction en bourse

2000 nouvelle orientation stratégique et restructuration du groupe.

Ces repères chronologiques représentent autant d'indicateurs permettant de situer l'évolution de la firme dans le cadre de la grille de lecture présentée précédemment. Il s'agit bien à chaque fois d'un passage de frontières qui ponctue la croissance de l'entreprise. Chaque franchissement représente également autant de repères pour identifier le processus d'industrialisation des connaissances. Ces dates correspondent en fait à des prises de décision qui, compte tenu des inerties structurelles des organisations, prendront progressivement effet. Il apparaît ainsi un certain décalage entre une décision, ses effets sur l'organisation et les résultats qui l'accompagnent.

Première frontière : L'acte de naissance de la société en 1989 représente le franchissement explicite de cette première frontière. En effet, la firme voit le jour par la rencontre de M. Vasseur, professeur en biologie moléculaire et chercheur à l'Institut Pasteur (de 1980 à 1987) et de P. Brandys, polytechnicien, ancien de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, diplômé d'Economie

à l'Université de Stanford. Ce partenariat apporte au projet à la fois les compétences scientifiques en biologie moléculaire¹ et les réseaux académiques, pour le premier ; les compétences manageriales et la gestion du capital risque pour le second (puisqu'il a dirigé les la division Investissement en Biotechnologies à l'Eurocontinental Ventures). Dès sa création, la firme s'est spécialisée dans l'identification de segments d'ADN en combinant deux méthodes en vigueur dans la recherche : le séquençage des gènes au hasard et le clonage positionnel. Parallèlement, la firme s'engage dans la production d'oligonucléotides, courts fragments d'ADN synthétiques. La commercialisation de cette production assurera par la suite un flux monétaire régulier.

Durant cette première période, en se maintenant à proximité de la première frontière, la firme recrute des scientifiques et développe une stratégie de partenariat avec des laboratoires publics ou des organisations caritatives. Ces deux orientations montrent le maintien d'un certain ancrage dans les milieux académiques. La plupart des scientifiques qui intègrent l'équipe de direction sont originaires des grands instituts de recherche (Universités, INSERM, INRIA, Institut Pasteur ou Centre d'Etude du Polymorphisme Humain). En outre, en 1994, la firme conclut un accord avec l'Association Française contre les Myopathies (AFM)². ; En 1996, l'accord conclu avec le Centre d'Etude sur le Polymorphisme Humain (CEPH), dirigé par D. Cohen, lui permet de bénéficier des résultats sur la cartographie du génome, de matériel spécialisé ,et de participer avec le Centre au programme de recherche sur le vieillissement³.

De ce qui précède, il ressort donc que Genset, dans les années qui suivent sa création, garde des liens étroits avec les milieux académiques (ou proches), que ce soit dans le profil des collaborateurs recrutés ou dans les accords de partenariat passés. Les compétences ainsi acquises amènent la firme à constituer une base de connaissances très large (Séquençage de l'ADN codage des protéines, et polymorphismes), en relation avec la génomique. Genset va diversifier ses activités vers la cartographie à haute résolution (en s'implantant dans les locaux de l'AFM à Evry) ; dans des programmes d'analyse Bio-intelligence (bio-informatique et constitution) de bases de données) ; enfin, l'analyse des polymorphisme fonctionnel qui débouche sur des applications thérapeutiques⁴ en partenariat avec l'AFM, le Généthon, le CEREPP (Centre de Recherche sur les Pathologies Prostatiques).

Seconde frontière : La décision concernant son franchissement se situe en 1996. Cette année est marquée par un certain nombre d'événements qui convergent pour amener la firme à se rapprocher du marché. Genset continue certes ses programmes en collaboration avec des instituts académiques tels que le Royal College of Surgeons (Irlande) en 1997⁵ ou le CEA en 1999⁶, mais elle s'ouvre dès cette année (1996) vers un partenariat industriel. Ces accord se traduisent souvent par des contreparties financières accordés à la firme et, par conséquent, par les premiers produits financiers issus de son activité de recherche développement (cf. le graphique I)⁷. Ils permettent en outre l'identification de partenaires potentiels dans l'industrie pharmaceutique. Chaque année se trouve ainsi marquée par des accords de partenariat industriel, comme le montre le tableau II: Ces accord tendent à orienter les recherche de la firme, donc à canaliser les bases de compétences précédemment acquises vers des objectifs de mieux en mieux définis d'un point de vue industriel (pharmacogénomique, traitements médicaux ou tests prédictifs).

¹ M. Vasseur est spécialiste dans l'expression et la transcription des gènes, il est l'auteur de très nombreuses publications scientifiques.

² L'AFM prend une participation dans Genset d'environ 1,6 million d'Euros et accorde un prêt de 2,5 million d'Euros (qui sera entièrement remboursé au 31 Décembre 2000).

³ En contre partie, ce dernier rentre dans le capital de la société pour un montant de 3,2 million d'Euros sous la forme de bons de souscription d'actions.

⁴ Notamment le cancer de la Prostate, l'ostéoporose, la schizophrénie, ou les maladies cardiovasculaires.

⁵ Etude génomique à grande échelle sur les maladies cardio-vasculaires par la constitution de banques d'ADN

⁶ Développement d'un microprocesseur de génotypage de grande capacité. Cet accord se réalise avec le soutien du Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie.

⁷ Ces produits financiers s'élèvent (en million d'Euros) à :

8,4	en	1997
21,3	en	1998
18,1	en	1999
15,2	en	2000

Années	Firme contractante	Objet
1996	Synthélabo Johnson & Johnson	Gène lié au cancer de la prostate Gène lié à la schizophrénie
1997	Abbott Ceres Inc	Pharmacogénomique marqueurs et test de diagnostic Séquençage végétal
1998	Pharmacia & Upjohn Wyeth-Lederle Vaccines	Pharmacogénomique (marqueurs de gènes) Séquence génomique complète sur des chlamydia afin de découvrir, développer et commercialiser de nouveaux vaccins
1999	Genetic Institute	Produits et cibles potentiels
2000	Sanofi Synthélabo Abbott Corixa	Pharmacogénomique lié au système nerveux central Gènes associée à la psychose maniaco-dépressiv Séquençage du génome d'un bactérie causant l'acné

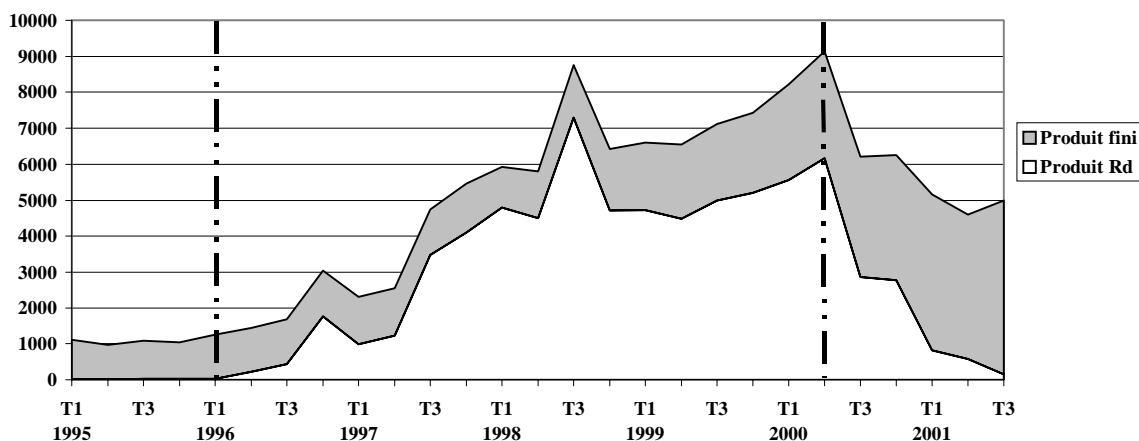
Source : Rapports d'activité de la firme

Tableau II

Les principaux contrats de partenariat conclu par la firme Genset

Le franchissement de cette seconde frontière qui rapproche inexorablement la firme du marché, intègre un certain nombre de conséquences structurelles qui se trouvent définies sur le tableau I. A titre d'exemple, comme le montre le graphique I, ce passage correspond à une ouverture des produits vers les marchés et, notamment pour ce qui concerne les produits de la recherche développement. Ils correspondent aux recettes liées aux contrats industriels (dont les principaux se trouvent précédemment décrits). Ainsi, les décisions stratégiques retenues durant cette année 1996, traduisent à la fois l'affirmation d'un positionnement industriel pour la firme (en terme de financement, compétences et de marché), et l'abandon progressif de ses relations avec la recherche académique. Cette année 1996 se caractérise également l'introduction du titre sur les marchés boursiers (Nouveau Marché et Nasdaq), c'est à dire par la recherche de capitaux privés pour financer la croissance.

Evolution des ventes du groupe Genset (en milliers d'Euros), selon le type de produit



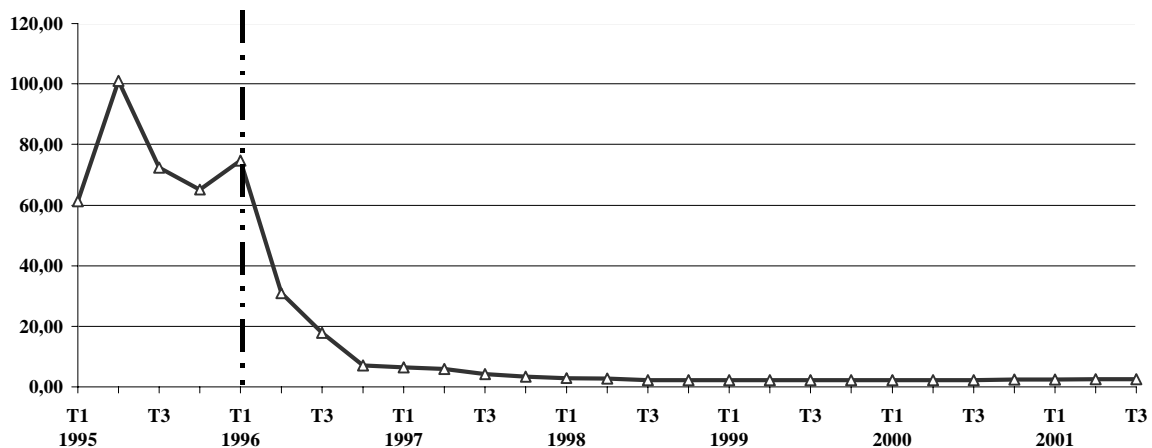
Sources Communications Genset

Graphique I

Enfin, à partir de 1997, le groupe dépose (en collaboration avec Sanofi-Synthélabo) son premier brevet (sur la séquence découverte dans le cadre de son programme de recherche sur le cancer de la prostate). Cette demande qui donnera lieu deux ans plus tard (en 1999) à la délivrance effective du premier brevet sur le vivant pour la firme. En 2000, Genset a déposé plus de 300 demandes de brevets dont 89 ont reçu un accord pour leur exploitation.

En retenant maintenant un indice de risque lié à la recherche développement (par exemple, le niveau des investissements cumulés en recherche développement sur les cash-flows cumulés correspondants), la rupture en 1996 paraît évidente (graphique II). Ce ratio qui, avant cette date fluctuait entre les indices 60 et 100 (pour obtenir un retour de 1 Euro dans la recherche développement il fallait alors investir 100 Euros) converge très rapidement vers la valeur 2,5 à partir dans le courant de l'année 1997. Les fluctuations de l'indice qui précèdent 1996 conforte l'appréciation sur le caractère générique de la recherche dont les programmes novateurs induisent des dépenses considérables (spectre étendu des possibilités, tâtonnements, matériel et instruments souvent inadaptés et à construire), avec des cash-flows limités et erratiques. Les aides publiques permettent alors de faire face aux risques qui accompagnent la phase de création. Au delà de cette date, le rapprochement vers les marchés se traduit alors par un meilleur ciblage des produits et des procédés et donc, par un positionnement plus clair de la firme sur des créneaux mieux identifiés. Cette tendance s'accompagne également d'une diversification dans la localisation géographique de ses activités (Chine Argentine, Singapour, Israël, etc....) ce qui permet au groupe de d'étendre à la fois ses réseaux de collecte de données, ses partenaires et d'affiner la demande de ses clients potentiels (industrie pharmaceutique).

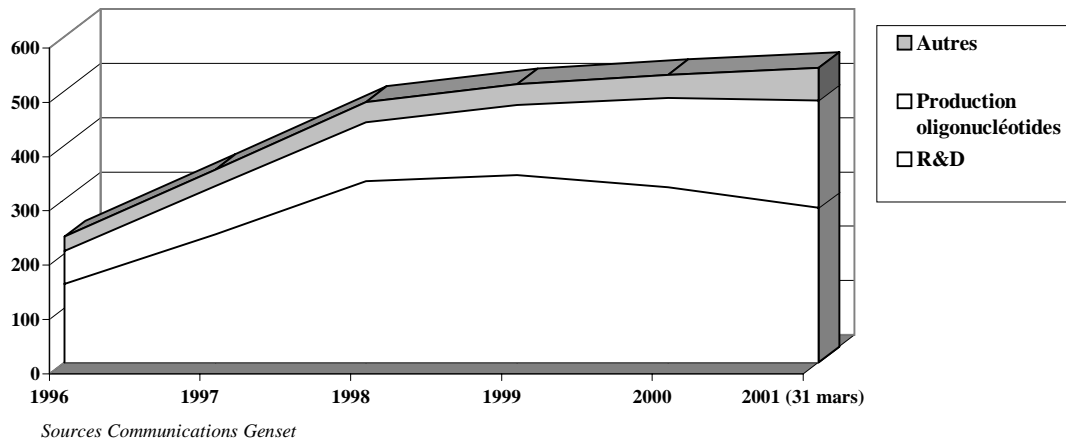
Evolution de l'indice de risque (trimestriel), évalué par le ratio: Investissements cumulés en RD / Cash-flows cumulés issus de l'activité en RD.



Graphique II

Enfin, en reprenant le critère des qualifications qui apparaît dans le tableau I, le graphique III corrobore la tendance exprimée par l'éloignement des activités des milieux académiques et le rapprochement des marchés. Ainsi, le retournement de tendance pour ce qui concerne les effectifs employés dans la recherche développement ne s'opère qu'en 1998. Une telle évolution intègre à la fois les inerties organisationnelles et les recrutements liés à ces nouvelles orientations stratégiques. Ainsi, en février 1996, le professeur Cohen rejoint Genset avec une partie de son équipe du CEPH ; cette politique se poursuit jusqu'en 1999 avec le recrutement d'éminents chercheurs comme Bihain (1998) ou Schork (1999). Ces derniers intègrent la direction du groupe.

Evolution des effectifs selon leur affectation dans le groupe Genset



Graphique III

Troisième frontière : La trajectoire sur laquelle la firme se situe, la rapproche inexorablement du marché. Les deux frontières franchies précédemment l'amènent progressivement à réorienter ses sources financières (place plus importante accordée à la gestion finalisée des portefeuilles de compétences, introductions en bourse, etc...) ; ses partenaires (les accord et alliances se traitent de plus en plus avec des industries pharmaceutiques) ; et à cibler les objectifs de recherche (de très génériques et proches des milieux académiques au début des années quatre-vingt-dix, ils se précisent et se recentrent autour de quelques molécules thérapeutiques, à la fin de la décennie). Ainsi, dès 1999, Genset amorce le passage de cette frontière qui, d'une société de service génomique devrait la transformer en un laboratoire pharmaceutique exploitant pour son propre compte les molécules découvertes. Une telle transformation a pour origine la situation financière délicate dans laquelle la firme se trouve à la fin des années quatre-vingt-dix. Les ressources issues du partenariat industriel tendent à s'écarter de la couverture des dépenses engagées en recherche développement ce qui conduit la firme à passer d'un déficit de 22 millions d'Euros en 1999 à 34 millions d'Euros en 2000. Cette situation met en évidence la nécessité, pour la firme, d'évoluer vers le marché au risque de disparaître ; le partenariat industriel ne constitue qu'une étape qui, débouche sur une gestion complète du processus d'innovation (de identification stricte de produits et de procédés, au développement industriel et enfin leur distribution). La remarque qui précède montre à l'évidence le caractère irréversible qui marque le passage de la seconde frontière. Ce passage s'accompagne donc de modifications profondes dans le positionnement de la firme qui se traduisent s'exprime selon deux directions :

-1- Recentrage des activités autour de la valorisation pharmaceutique d'un nombre limité de molécules : Traitement des maladies du système nerveux central (schizophrénie) et traitement des troubles métaboliques (obésité et diabète). Il s'agit donc pour la firme d'identifier des créneaux de marchés, dans le domaine de la santé, pour recomposer et approfondir son portefeuille de compétences autour d'un nombre limité de produits et procédés. Il est intéressant de noter que, dans ce mouvement de recentrage, les dirigeants envisageaient de céder la production d'oligonucléotides (seule vente de produits finis de Genset depuis sa création) ; malgré son caractère périphérique dans les nouvelles orientations, cette production a été maintenue et développée. La valorisation de ces innovations doit donc permettre de se rapprocher des règles classiques de la gestion industrielle et d'atteindre des résultats d'exploitation positifs. Le passage de cette dernière frontière pose donc le marché comme principal moteur de la dynamique.

-2- Ce recentrage implique une modification profonde dans les structures organisationnelles de la firme.

* Au niveau de l'organigramme tout d'abord, et en partant du sommet, la firme connaît dès la fin de 1999 un changement profond dans son staff de direction. Le président directeur-général et cofondateur de la firme (P. Brandys) est remplacé par l'ancien directeur de recherche du laboratoire Abbott et partenaire de Genset (A. Pernet). Parallèlement, la firme se dote d'une équipe de direction plus resserrée qui intègre des cadres dont le profil correspond mieux à la vocation industrielle de la firme.

Ainsi, en 1999¹, les directeurs exécutifs se répartissaient en fonction des compétences scientifiques et possédaient, pour la plupart, un titre docteur (directeurs : génome, génomique fonctionnelle, analyse génomique, cartographie, biologie, épidémiologie biostatistique, etc...). Au total, à côté du P D-G, apparaissent deux directeurs généraux (docteurs) et 14 directeurs (dont 10 docteurs).

En 2000², cette équipe de direction se réduit à un nouveau P D-G, un directeur général qui est aussi directeur scientifique (docteur) et quatre directeurs (financier, juridique, développement des affaires et licences, et ressources humaines). Parmi ces six directeurs exécutifs, les deux tiers viennent d'être recrutés.

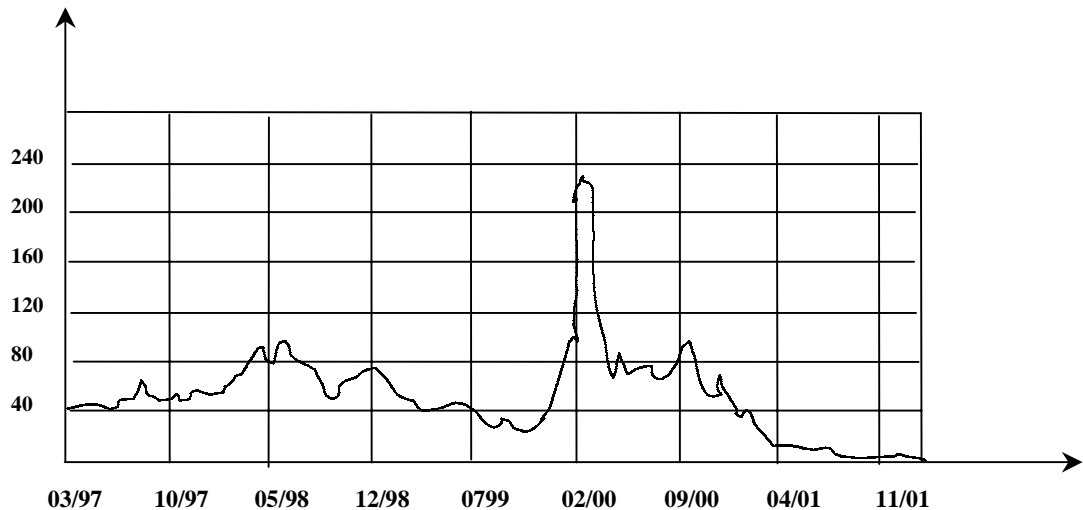
* Au niveau de l'activité, le recentrage autour du développement et de la valorisation de protéines thérapeutiques se réalise par l'abandon des recherches relativement proches des milieux académiques (identification et expression des séquences d'ADN, cartographie), au profit du développement clinique de molécules. Les tendances observées sur le graphique I, à partir du second trimestre 2000 témoignent de ces orientations stratégiques. Ainsi, les produits de la recherche développement (issus des accords avec les partenaires industriels) chutent, au profit des produits finis (oligonucléotides notamment). Les restructurations qui accompagnent effectivement ces choix se traduisent par une réorientation vers l'aval des moyens de la firme. Ce positionnement s'exprime alors par la suppression de 82 postes pendant l'année 2000, sur la plate-forme d'Evry (sur 287 employés sur le site). Parallèlement, 28 postes ont été créés pour renforcer l'activité de développement pharmaceutique. Le changement stratégique se traduit également par l'abandon progressif des contrats de partenariat avec les industries pharmaceutiques sur l'identification de gènes, et par la création au début de l'année 2001 de Genset Pharma dont la vocation réside dans le développement et la commercialisation de produits pharmaceutiques.

* Au niveau de la « culture » : il apparaît dans cette même période (1999-2000), une opposition entre la réserve propre aux scientifiques, manifestée par les chercheurs concernant leurs découvertes sur une protéine, et la nécessité des effets d'annonce qu'utilisent les gestionnaires en direction des marchés boursiers. Ainsi, à propos de la Famoxin, protéine permettant de lutter contre l'obésité, l'annonce très médiatisée de ses propriétés pharmaceutiques, et les perspectives commerciales qu'elle offrait, provoquèrent la démission du directeur du laboratoire californien de Genset à La Jolla³ et des chercheurs qui lui étaient proches. Les démissions en chaîne des chercheurs et les perspectives encore lointaines concernant la mise en marché de cette molécule, provoquèrent un retournement brutal des cours en bourse du titre durant le mois de février 2001 (cf. graphique III). Il apparaît donc une opposition entre la logique commerciale et financière de l'entreprise et celle qui semblait toujours prévaloir dans les laboratoires de recherche. Ces départs marquent donc bien une rupture « culturelle » et l'affirmation du positionnement de la firme dans une dynamique qui maintenant est industrielle.

¹ Source : Rapport d'activité Genset 1999

² Source : Rapport d'activité Genset 2000

³ « Le départ de Bihain est justifié par des raisons éthiques qui trouvent leur origine dans un désaccord croissant sur la médiatisation, par la direction générale de Genset de la molécule Famoxin qui n'en est encore qu'au stade préclinique, comme il a tenu à de multiples reprises à le souligner »
Les Echos de 28 février 2001.



Graphique IV

**Evolution du cours de l'action Genset sur le nouveau marché
entre 1997 et 2001**

Conclusion

Les trois étapes qui précèdent répondent aux modifications structurelles présentées dans le tableau I, que ce soient dans les sources de financement, dans les modes d'organisation, de gestion financière ou de qualification du personnel. De ce point de vue, l'étude de la firme Genset montre bien les modifications qu'une firme doit subir afin de traverser les diverses frontières établies dans la première partie de ce travail. Les ruptures organisationnelles ainsi mises en évidence retracent l'évolution d'une firme qui naît dans la périphérie de la recherche académique et se rapproche peu à peu du marché, jusqu'à l'atteindre (au moins dans ses objectifs actuels). Les diverses transformations qui touchent à la forme organisationnelle de la firme sont bien guidées par la dynamique d'industrialisation des connaissances. Il apparaît alors une superposition presque parfaite entre les deux mouvements. Ainsi, derrière chaque étape qui marque les transformations organisationnelles, se profilent une évolution relativement continue qui s'appuie sur la technicisation des connaissances et l'émergence du génie biomoléculaire. L'identification de ce continuum pour la firme peut schématiquement partir des techniques de séquençage et de cartographie du génome, pour se poursuivre par la localisation de gènes défectueux dans certaines pathologies (cancer, obésité, diabète ou maladies cardio-vasculaires pour Genset), puis l'identification des protéines codées, et le développement de ces protéines. Le caractère générique des techniques de séquençage, d'identification et de cartographie (qui traduit également la proximité du milieu académique), tend à se réduire et les compétences à se finaliser autour de la production de protéines à des fins thérapeutiques (au fur et à mesure que l'activité de la firme se rapproche des marchés).

Bibliographie :

- Acs Z. J. et Audretsh D. B. [1988] Innovation in large and small firms : an empirical analysis. The American Economic Review N° 4 Vol. 78 (Septembre).(pages 678 - 689)
- Acs Z. J. et Audretsh D. B. Feldman M. P. [1992] Real effects of academic research : Comment. The American Economic Review N° 1 Vol. 82 (Septembre).(pages 363 - 367)
- Bensaude-Vincent B et Stengers I. [1995]. Histoire de la chimie. Edition La découverte
- Canguilhem G. [1992] La connaissance de la vie. Editions J. Vrin.
- Dosi G., Teece D., J. Winter S. G. [1990] Les frontières des entreprises. Revue d'Economie Industrielle, 1° trimestre.
- Gibbons M., Limoges C., Nowotny H., Schwartzman S., Scott P., Trow M. [1994]. The new production of knowledge. The dynamics of science and research. Dans : Contemporary Societies. London : Sage Publications.
- Guillaume H. [1998] Rapport sur la technologie et l'innovation. Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie - France - .
- Les Echos de 28 février 2001.
- Mignot J. P. et Poncet C [1998] De la technicisation des connaissances : une lecture de l'histoire des sciences de la vie. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurale*, Novembre.
- Nelson R. Rosenberg N. et. [1994], « American Universities and Technical Advance in Industry », *Research Policy*, Vol. 23, N° 3.
- OCDE [1998] Economics aspects of biotechnologies related to human health. Science Technology Industry.
- Pestre D. [1995]. Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques. *Annales Histoire, sciences sociales* Mai-Juin ; n°3.
- Rapport d'activité Genset [1999].
- Rapport d'activité Genset [2000].
- Rosenberg N. [1974] Science, innovation and economic growth. *Economic Journal*. N° 84 (pages 90 - 108).
- Scherer F. [1992] Schumpeter and plausible capitalism. *Journal of Economic Literature*. Vol. XXX pages 1416-1433.
- Schmookler J [1966] Invention and economic growth. Harvard University Press
- Schumpeter J. [1984] Capitalisme, socialisme et démocratie Editions Payot (première édition, 1942).
- Schumpeter J. [1999] Théorie de l'évolution économique. Recherches sur le profit, le crédit et le cycle de la conjoncture. Edition Dalloz (première édition 1935).
- Walsh V., Niosi J. Mustar P. [1995] Small firm formation in biotechnology : a comparison of France, Britain and Canada. *Technovation* ; Vol 15 n° 5 (pages 303 - 327)

LISTE DES CAHIERS DE RECHERCHE CREDEN*

- 95.01.01** *Eastern Europe Energy and Environment : the Cost-Reward Structure as an Analytical Framework in Policy Analysis*
Corazón M. SIDDAYAO
- 96.01.02** *Insécurité des Approvisionnements Pétroliers, Effet Externe et Stockage Stratégique : l'Aspect International*
Bernard SANCHEZ
- 96.02.03** *R&D et Innovations Technologiques au sein d'un Marché Monopolistique d'une Ressource Non Renouvelable*
Jean-Christophe POUDOU
- 96.03.04** *Un Siècle d'Histoire Nucléaire de la France*
Henri PIATIER
- 97.01.05** *Is the Netback Value of Gas Economically Efficient ?*
Corazón M. SIDDAYAO
- 97.02.06** *Répartitions Modales Urbaines, Externalités et Instauration de Péages : le cas des Externalités de Congestion et des «Externalités Modales Croisées»*
François MIRABEL
- 97.03.07** *Pricing Transmission in a Reformed Power Sector : Can U.S. Issues Be Generalized for Developing Countries*
Corazón M. SIDDAYAO
- 97.04.08** *La Dérégulation de l'Industrie Electrique en Europe et aux Etats-Unis : un Processus de Décomposition-Recomposition*
Jacques PERCEBOIS
- 97.05.09** *Externalité Informationnelle d'Exploration et Efficacité Informationnelle de l'Exploration Pétrolière*
Evariste NYOUKI
- 97.06.10** *Concept et Mesure d'Equité Améliorée : Tentative d'Application à l'Option Tarifaire "Bleu-Blanc-Rouge" d'EDF*
Jérôme BEZZINA
- 98.01.11** *Substitution entre Capital, Travail et Produits Energétiques : Tentative d'application dans un cadre international*
Bachir EL MURR
- 98.02.12** *L'Interface entre Secteur Agricole et Secteur Pétrolier : Quelques Questions au Sujet des Biocarburants*
Alain MATHIEU

* L'année de parution est signalée par les deux premiers chiffres du numéro du cahier.

- 98.03.13** *Les Effets de l'Intégration et de l'Unification Économique Européenne sur la Marge de Manœuvre de l'État Régulateur*
Agnès d'ARTIGUES
- 99.09.14** *La Réglementation par Price Cap : le Cas du Transport de Gaz Naturel au Royaume Uni*
Laurent DAVID
- 99.11.15** *L'Apport de la Théorie Économique aux Débats Énergétiques*
Jacques PERCEBOIS
- 99.12.16** *Les biocombustibles : des énergies entre déclin et renouveau*
Alain MATHIEU
- 00.05.17** *Structure du marché gazier américain, réglementation et tarification de l'accès des tiers au réseau*
Laurent DAVID et François MIRABEL
- 00.09.18** *Corporate Realignment in the Natural Gas Industry : Does the North American Experience Foretell the Future for the European Union ?*
Ian RUTLEDGE et Philip WRIGHT
- 00.10.19** *La décision d'investissement nucléaire : l'influence de la structure industrielle*
Marie-Laure GUILLERMINET
- 01.01.20** *The industrialization of knowledge in life sciences Convergence between public research policies and industrial strategies*
Jean Pierre MIGNOT et Christian PONCET
- 01.02.21** *Les enjeux du transport pour le gaz et l'électricité : la fixation des charges d'accès*
Jacques PERCEBOIS et Laurent DAVID
- 01.06.22** *Les comportements de fraude fiscale : le face-à-face contribuables – Administration fiscale*
Cécile BAZART
- 01.06.23** *La complexité du processus institutionnel de décision fiscale : causes et conséquences*
Cécile BAZART
- 01.09.24** *Droits de l'homme et justice sociale. Une mise en perspective des apports de John Rawls et d'Armatya Sen*
David KOLACINSKI
- 01.10.25** *Compétition technologique, rendements croissants et lock-in dans la production d'électricité solaire photovoltaïque*
Pierre TAILLANT
- 02.01.26** *Harmonisation fiscale et politiques monétaires au sein d'une intégration économique*
Bachir EL MURR