

EVOLUTION DE L'ORGANISATION DE LA RECHERCHE ET DU SECTEUR DES SEMENCES

Aline FUGERAY-SCARBEL & Stéphane LEMARIE¹

INRA, UMR GAEL, Univ. Grenoble Alpes,
BP 47, 38040 GRENOBLE Cedex 9

A paraître dans *Le Sélectionneur Français*

RESUME

Depuis son émergence à la fin du XIX^{ème} siècle, le secteur des semences a connu des évolutions importantes conduisant à une réorganisation générale de la recherche en amélioration des plantes. Le premier fait marquant de cette évolution concerne le positionnement relatif de la recherche publique et de la recherche privée. L'effort privé en recherche a augmenté suite aux évolutions réglementaires (DHS, VAT), à la mise en place de droits de propriété (COV) et, dans certains cas, au développement des semences hybrides. La recherche publique s'est alors repositionnée sur les domaines pour lesquels il existait des défaillances du marché (recherche amont, recherche méthodologique, segments orphelins). Le deuxième fait marquant de cette évolution concerne la structure interne du secteur des semences. Bien qu'il soit encore globalement peu concentré, ce secteur a vu progressivement émerger des acteurs majeurs ayant des positions fortes à la fois sur les semences et dans le domaine des biotechnologies, ces positions étant renforcées par le développement de brevets sur le vivant. Cette concentration croissante s'explique également par les coûts (fixes) croissants liés à la recherche, la réglementation, et la gestion de la propriété intellectuelle.

(Mots clefs : amélioration des plantes, biotechnologie, structure industrielle, recherche publique)

1- INTRODUCTION

Le secteur des semences est particulièrement intensif en recherche et en innovation, la plupart des entreprises investissant plus de 10% de leur chiffre d'affaires en recherche². On comprend donc que l'évolution de ce secteur est intimement liée aux modifications des technologies et des stratégies de recherche dans ce domaine. Dans cet article nous analysons cette évolution en mettant l'accent sur deux questions : (i) sur quels domaines la recherche publique et la recherche privée se positionnent-elles respectivement ? (ii) comment a évolué la structure même de l'industrie des semences et comment expliquer cette évolution à partir des changements technologiques et de l'environnement institutionnel ?

¹ Aline Fugera-Scarbel est chargée d'étude contractuelle, financée dans le cadre des projets Breedwheat et Amaizing. Stéphane Lemarié est directeur de recherche à l'INRA.

² L'OCDE considère dans ses critères que les secteurs qui investissent plus de 3% de leur chiffre d'affaires en R&D sont fortement intensifs en innovation.

Pour cette analyse, nous mobiliserons des notions économiques générales qui peuvent être appliquées à d'autres secteurs, nous chercherons à expliquer les équilibres stratégiques et leurs déterminants, et à apprécier l'efficacité économique globale du système étudié. Nous illustrerons notre étude par des exemples se rapportant notamment à la situation française, mais aussi à d'autres pays industrialisés qui connaissent une évolution similaire.

2 - LE POSITIONNEMENT DE LA RECHERCHE PUBLIQUE ET DE LA RECHERCHE PRIVEE

Les premières recherches privées en amélioration des plantes remontent à la fin du XIX^{ème} siècle avec, par exemple, les travaux de Vilmorin. Néanmoins, le secteur privé de la semence n'a véritablement émergé en France qu'au lendemain de la seconde Guerre Mondiale. Pour sa part, la recherche publique en amélioration des plantes est également devenue importante à partir des années 50. Nous nous intéressons ici aux positionnements respectifs de ces deux types de recherche et à leur évolution au cours des 60 dernières années.

Quelques éléments généraux d'économie sont utiles pour comprendre cette évolution. En général, les incitations qui mènent les entreprises à innover dépendent des retours qu'elles peuvent attendre de leurs investissements en recherche. Ces retours sont liés en particulier à la taille du marché pour les produits innovants et à la possibilité pour les innovateurs de s'approprier les gains de leurs innovations (COHEN, 2010; HEISEY *et al.*, 2001). En effet, si les firmes n'ont pas de garantie de retour sur investissements concernant leurs innovations, elles ne seront pas incitées à innover sur des sujets qui pourraient pourtant être bénéfiques pour les agriculteurs et les consommateurs avec, par voie de conséquence, l'apparition d'une défaillance du marché. Une telle défaillance de marché intervient donc lorsque des externalités, ici positives, ne sont pas prises en compte par les acteurs privés de la semence et qu'il y a divergence entre les intérêts privés et les intérêts sociaux³.

De telles défaillances de marché peuvent être corrigées par une politique publique avec deux voies possibles. La première consiste à mettre en place des régulations qui permettent de rendre les marchés plus attrayants et plus efficaces dans leur fonctionnement (ex: droit de propriété intellectuelle, contrôle de la qualité des produits). La seconde voie consiste en un investissement en recherche publique. Dans ce cas, la recherche publique se substitue à la recherche privée sur les marchés non couverts par cette dernière. Par ailleurs, des coopérations public/privé peuvent être mises en place notamment pour permettre l'innovation sur de petits marchés.

Après avoir rappelé le rôle de la recherche publique après la seconde Guerre Mondiale, nous présenterons les facteurs qui ont favorisé l'émergence d'un secteur des semences et d'une recherche privée en amélioration des plantes. Parmi ces facteurs nous distinguerons les facteurs généraux valables pour l'ensemble de l'activité et les facteurs spécifiques qui peuvent expliquer des différences entre espèces. Enfin, nous terminerons cette section en revenant sur la recherche publique et en discutant l'évolution de son positionnement ces vingt dernières années. Nous nous concentrerons ici sur le cœur de métier de l'amélioration des plantes à savoir le fait de croiser, évaluer et sélectionner des plantes.

2.1 - Le positionnement de la recherche publique après la seconde Guerre Mondiale

Les enjeux d'augmentation de la productivité agricole française et les faibles investissements des opérateurs privés ont amené la recherche publique à prendre en charge, jusque dans les années 60, une part importante de l'amélioration des plantes, y compris sur les cultures concurrentielles. Citons

³ Ce raisonnement sur les défaillances de marché vaut de la même manière pour les externalités négatives.

quelques exemples (BONNEUIL et THOMAS, 2009). En blé tendre, un huitième des 66 variétés inscrites entre 1945 et 1962 ont été sélectionnées par l'INRA. Il s'agit notamment de variétés adaptées aux régions du sud de la Loire, à hauts rendements en conditions intensives et de bonne valeur boulangère. En maïs, l'INRA a été pionnier sur les variétés hybrides franco-américaines, avec l'obtention des variétés Inra 200 et Inra 244 en 1957, et des variétés Inra 258 et Inra 353 en 1958. En 1960, l'INRA a été leader sur le marché du maïs hybride, la part de marché des variétés de maïs INRA étant de 78% en 1970. En colza, l'INRA a eu un rôle clé dans l'amélioration variétale (les variétés INRA représentent 79% du marché en 1965) et la structuration de la filière, avant d'opérer un transfert de technologie à l'entreprise Ringot.

2.2 – Les déterminants généraux ayant favorisé l'émergence du secteur des semences

L'émergence du marché des semences et, de façon liée, de la recherche privée en sélection variétale s'expliquent par trois grands facteurs : i) la réglementation sur les semences (DHS et VAT) qui a permis de mieux garantir l'information des agriculteurs sur les produits qu'ils pouvaient acheter sur ce marché ; ii) les droits de propriété intellectuelle qui ont assuré aux firmes une meilleure appropriabilité de leurs innovations et, enfin ; iii) la PAC et le Conseil agricole qui ont amené les agriculteurs à être plus sensibles aux innovations sur leurs intrants.

La certification de la qualité des semences et l'inscription au Catalogue Officiel sont des éléments importants qui ont permis d'assurer le bon fonctionnement du marché des semences en corrigeant l'asymétrie d'information existante. Une telle asymétrie d'information survient lorsqu'il y a ambiguïté sur la qualité des produits, l'offreur détenant des informations que l'acheteur ne connaît pas. Cette asymétrie d'information sur la qualité des produits empêche le bon fonctionnement du marché puisque, du côté de la demande, elle conduit à une certaine méfiance des utilisateurs et, du côté de l'offre, elle empêche les firmes de bien valoriser leurs produits de qualité. Au final, avec la certification de la qualité des semences et les épreuves DHS et VAT liées à l'inscription des variétés au Catalogue Officiel, les agriculteurs ont bénéficié d'une meilleure information et ont pu ainsi mieux valoriser la qualité des produits, ce qui a incité les entreprises à investir en recherche pour proposer des variétés supérieures.

Les réglementations concernant la propriété intellectuelle, à savoir le COV (Certificat d'Obtention Variétale) en Europe et le Plant Variety Protection Act aux USA ont pour leur part permis aux semenciers de s'approprier les gains de l'innovation variétale en obtenant un retour sur leurs investissements en recherche. En l'absence de telles réglementations, les entreprises innovantes peuvent facilement voir leurs produits être imités par les concurrents. Elles ne sont donc pas incitées à innover puisque les coûts qu'elles engagent pour la R&D ne sont pas compensés par un avantage concurrentiel: elles ne profitent pas de leurs innovations. La propriété intellectuelle, en garantissant aux entreprises innovantes l'appropriation des bénéfices de leurs innovations, les incite donc à investir en recherche.

Enfin, la Politique Agricole Commune a permis aux agriculteurs de bien valoriser les innovations sur leurs intrants, et le conseil agricole (Chambres d'Agriculture, instituts techniques...) a favorisé la diffusion des semences certifiées. Ces deux éléments ont contribué à l'émergence d'une demande structurée et exigeante qui a également favorisé l'innovation dans le secteur.

2.4 – Les déterminants spécifiques expliquant le poids de la recherche privée pour certaines espèces

L'importance de la recherche privée en amélioration des plantes est très différente selon les espèces et ceci s'explique par trois déterminants principaux qui contribuent tous à définir la taille de marché et l'appropriabilité. Le premier de ces facteurs est la surface cultivée pour la culture considérée. Le second facteur est la possibilité et l'intérêt pour l'agriculteur d'autoproduire sa propre

semence, ce qui est empêché par les semences hybrides. Les semences fermières ont deux effets économiques négatifs sur la taille des marchés : en volume car elles conduisent à diminuer la quantité de semence vendue, en marge car elles contraignent les semenciers à baisser leur prix pour les aligner sur le coût de production des semences fermières. Cet effet défavorable des semences de ferme sur l'investissement en recherche est cependant réduit lorsque l'agriculteur paye une redevance sur ces semences comme c'est le cas en France avec la CVO sur le blé tendre⁴. Enfin, le troisième facteur est relatif aux prix des produits agricoles : le gain marginal apporté par un certain progrès génétique est plus élevé avec des cours élevés, ce qui tend à augmenter la propension à payer de l'agriculteur pour ce progrès génétique.

Ces propriétés sont illustrées avec les Tableaux 1 et 2 qui présentent les surfaces cultivées et les investissements privés en recherche aux USA et en France pour différentes grandes cultures. Aux Etats-Unis, pour une surface cultivée à peu près équivalente, le nombre de chercheurs affectés à la sélection variétale sur le maïs - variétés hybrides - était cinq fois plus élevé en comparaison du soja⁵ et presque dix fois plus élevé par rapport au blé, toutes deux espèces autogames avec sélection de lignées. Le même constat peut être fait pour la France, où le rapport entre budget recherche et surfaces cultivées est particulièrement élevé dans le cas du maïs et de la betterave - les variétés étant obtenues par hybridation, mais aussi dans le cas de la pomme de terre qui se caractérise par une très faible utilisation de plants de ferme.

Tableau 1 : Aux USA en 1994, surfaces cultivées et nombre de chercheurs de la recherche privée affectés à la sélection variétale pour chaque espèce. Sources: FREY (1996), USDA-NASS

	Surfaces cultivées	Nombre de chercheurs (recherche privée)
Maïs	29,0 Mha	510
Soja	24,6 Mha	101
Blé	25,0 Mha	54
Coton	5,4 Mha	103

Tableau 2 : En France en 2011, surfaces cultivées et budget dédiés à la recherche par les entreprises pour chaque espèce. Source: GNIS, SEMENCES ET PROGRES

France 2011	Surfaces cultivées	Budget recherche
Céréales et protéagineux	7,80 Mha	40,0 M€
Maïs (H)	3,00 Mha	67,0 M€
Fourragères et gazons	3,2 Mha	6,2 M€
Betteraves (H)	0,40 Mha	8,0 M€
Pommes de terre (0 SF)	0,15 Mha	4,6 M€
Oléagineux et fibres	2,30 Mha	38,0 M€

2.5 - Evolution du positionnement de la recherche publique en amélioration des plantes

⁴ La CVO a été mise en place en 2001 sur le blé tendre. Par cette CVO l'agriculteur qui utilise sa propre semence paye une redevance de l'ordre de 5€/ha.

⁵ Il convient de noter que les données du Tableau 1 sont antérieures à l'introduction des OGM. Actuellement 95% du soja cultivé aux Etats-Unis est tolérant au glyphosate. Sur toutes ces surfaces, les agriculteurs signent des engagements à ne pas réutiliser leur semence. Une telle situation conduit à la quasi-disparition des semences fermières, même si les semences de soja sont toujours des lignées.

Les facteurs généraux et spécifiques présentés ci-dessus ayant contribué à l'émergence et à la consolidation du secteur semencier privé, l'INRA s'est peu à peu désengagé de la création variétale sauf sur certaines cultures. La recherche publique s'est donc adaptée à l'évolution de la défaillance du marché, en se concentrant sur certaines espèces mineures présentant des enjeux particuliers.

Ainsi en blé, l'INRA s'est désengagé de la création variétale et s'est recentré sur l'apport de connaissances en amont des programmes de sélections privés. En maïs, l'INRA a perdu sa place de leader avec l'arrivée d'hybrides issus de variétés américaines mieux adaptées aux conditions du Sud Ouest. Les variétés INRA ne représentaient plus que 2,5% du marché en 1980. En colza par contre, suite à la crise soulevée par la mise en évidence de l'impact de l'acide érucique sur la santé, l'INRA a joué un rôle important pour la création de variétés à faible teneur en acide érucique. Néanmoins, l'engagement de l'INRA en création variétale sur le colza est maintenant réduit.

Une tendance identique a été observée dans d'autres pays, avec par exemple la privatisation de la recherche publique en Angleterre à la fin des années 80, qui s'est traduite par la vente à Unilever de la National Seed Development Organisation auparavant sous contrôle du Ministère de l'Agriculture et d'une part importante du Plant Breeding Institute qui dépendait de l'Agriculture and Food Research Council. Le gouvernement considérait "qu'il n'avait pas à faire ce que le secteur privé pouvait accomplir par lui-même" (THIRTLE *et al.*, 1997).

Le Tableau 3 reprend les données de FREY (1996) et montre qu'aux USA en 1994, les principales cultures travaillées par la recherche publique étaient non hybrides (blé, soja, pomme de terre). Le secteur privé, quant à lui, travaillait sur 144 espèces mais 73% de ses ressources humaines scientifiques étaient alors consacrées à 16 espèces seulement, notamment celles qui font intervenir l'hybridation (maïs, sorgho, tournesol, maïs doux, betterave sucrière, melon) (FREY, 1996 et 1997).

Tableau 3 : Nombre de chercheurs de la recherche publique et privée par espèce aux USA en 1994. Source: FREY (1996).

USA - 1994	Nb de chercheurs publics	Nb de chercheurs privés	Nombre total de chercheurs affectés à l'espèce	Poids relatif public/privé
Mais	35	510	545	0,07
Soja	55	101	156	0,54
Coton	31	103	134	0,30
Blé	76	54	130	1,41
Pomme de terre	41	9	50	4,56

En Australie au début des années 90, les investissements privés ont surtout été réalisés sur les oléagineux, le maïs et le sorgho, tandis que les investissements publics étaient avant tout concentrés sur le blé et l'orge. Au Canada également, les investissements publics sur le blé étaient relativement importants (HEISEY *et al.*, 2001).

A la fin des années 90, une faible part des surfaces de blé étaitensemencée avec des variétés sélectionnées par le secteur privé (24% aux USA, 1% en Australie, 3% au Canada), à l'exception de l'Europe (71% des surfaces) en raison de l'activité historique de sélection du blé et du système de protection des obtentions variétales. A l'inverse, 100% des surfaces de maïs aux USA, 97% en Europe et 95% au Canada étaient semées avec des variétés du secteur privé (HEISEY *et al.*, 2001).

2.6 - Positionnement actuel de la recherche publique

L'INRA a été amené à revoir progressivement son positionnement dans le domaine de l'amélioration variétale (LEFORT et RIBA, 2005). Ce repositionnement peut être interprété comme une réponse à l'évolution des défaillances de marché dans ce secteur. La recherche publique se positionne ainsi aujourd'hui sur certaines recherches d'amont, par exemple sur la méthodologie de la sélection ou la compréhension du fonctionnement et de l'évolution du génome; sur les cultures mineures stratégiques (exemple du pois et de la féverole); sur certains caractères ou cultures présentant un intérêt environnemental (ex: variétés adaptées à des niveaux d'intrants réduits, résistance à la sécheresse); sur la conservation des ressources génétiques (gestion des collections); et sur l'expertise publique (ex: CTPS, expertise sur l'impact des OGM...).

Là encore, une évolution similaire est observée dans d'autres pays. Ainsi au Royaume-Uni, THIRTLE et *al.* (1997) notaient que les objectifs de la recherche publique se recentraient sur la recherche fondamentale, les recherches d'intérêt public dont on ne peut tirer des bénéfices immédiatement et les questions d'alimentation et de sécurité alimentaire, importantes au regard de l'opinion publique (utilisation d'hormones de croissance chez les bovins, crise de l'ESB...). La recherche privée se concentrait pour sa part sur des aspects plus rentables et appropriables avec développement de produits.

Aux USA, FREY (1996 et 1997) montre que l'USDA a choisi de se concentrer sur la recherche fondamentale (40% de ses chercheurs y sont affectés contre seulement 9% des chercheurs du privé), au détriment de la création variétale qui ne concerne que 12% des ressources humaines scientifiques de l'USDA alors qu'elle occupe 80% des chercheurs du privé.

3 - EVOLUTION DE LA STRUCTURE INDUSTRIELLE

Nous nous sommes intéressés dans la première partie aux déterminants qui expliquent la présence d'acteurs privés sur certains domaines de recherche en amélioration des plantes, sans étudier la structure même de ce secteur, objet de cette seconde partie. Combien d'acteurs sont présents dans ce secteur ? Comment se positionnent-ils les uns par rapport aux autres ? Comment cette structure a évolué au cours du temps et quels ont été les déterminants de cette évolution ?

Rappelons tout d'abord quelques notions générales. La structure industrielle se définit par la taille et le positionnement relatif des entreprises sur les différentes activités concernées par le secteur. Cette structure peut s'analyser selon deux dimensions principales, l'une horizontale et l'autre verticale. La dimension horizontale de la structure industrielle est décrite par le niveau de concentration : un secteur est concentré lorsque l'essentiel des parts de marché est détenu par un nombre limité d'entreprises. La dimension verticale est décrite par le degré avec lequel les entreprises intègrent différentes activités complémentaires. Concentration (horizontale) et intégration (verticale) définissent les pouvoirs de marché des firmes. Dans un secteur intensif en recherche comme celui des semences, les firmes ne réalisent des investissements en recherche que si elles anticipent qu'elles pourront obtenir un certain pouvoir de marché. Un pouvoir de marché excessif a néanmoins des effets négatifs sur le plan économique puisqu'il limite la concurrence et peut réduire, de ce fait, les incitations à investir en recherche.

Après avoir présenté quelques éléments empiriques sur la concentration dans le secteur des semences, nous analyserons les différents effets de l'introduction des biotechnologies sur la structure de cette industrie. Nous présenterons, enfin, l'effet des politiques publiques à travers la réglementation et la stratégie de partenariat de la recherche publique.

3.1 - Une concentration modérée mais croissante sur l'ensemble du secteur

Le Tableau 4 présente les neuf principaux acteurs du marché mondial des semences, leur chiffre d'affaires et leurs parts de marché respectives en 1985, 1996 et 2009. La concentration est

mesurée par deux indicateurs : l'indice de concentration (CRn) et l'indice d'Herfindahl (HHI). Le premier de ces deux indicateurs se définit comme la part de marché cumulée des n firmes les plus grandes (ici n=9). L'indice d'Herfindahl est la somme des carrés des parts de marché de toutes les firmes de ce secteur. Cet indice varie entre 0 et 10000, la valeur maximum correspondant à une situation de monopole où un seul acteur détient 100% du marché. Il est généralement reconnu qu'un secteur tend à être concentré lorsque l'HHI dépasse un seuil situé entre 1000 et 2000. On peut remarquer à partir du Tableau 4 que la concentration sur le secteur des semences a augmenté entre 1985 et 2009. Néanmoins, cette concentration reste faible puisque l'HHI en 2009 est très nettement inférieur à 1000. On observe aussi une intégration croissante entre les activités des semences et de l'agrochimie puisque 5 des 7 premiers semenciers sont des firmes de l'agrochimie en 2009 alors qu'elles n'étaient que 3 en 1985.

Tableau 4 : Concentration et leaders sur le marché mondial des semences.

Source : SCHENKELAARS *et al.* (2011).

En italique figurent les groupes présents multi-secteurs, les autres acteurs étant spécialisés sur les semences

	1985		1996			2009		
Pioneer	735	4.1%	Pioneer	1500	5.0%	<i>Monsanto</i>	7297	17.4%
<i>Sandoz</i>	290	1.6%	<i>Novartis</i>	900	3.0%	<i>DuPont-Pioneer</i>	4700	11.2%
Dekalb	201	1.1%	Limagrain	650	2.2%	<i>Syngenta</i>	2564	6.1%
<i>Upjohn-Asgrow</i>	200	1.1%	<i>Advanta</i>	460	1.5%	Limagrain	1155	2.8%
Limagrain	180	1.0%	Seminis	375	1.3%	KWS	920	2.2%
<i>Shell-Nickerson</i>	175	1.0%	Takii	320	1.1%	<i>Bayer</i>	645	1.5%
Takii	175	1.0%	Sakata	300	1.0%	<i>Dow</i>	635	1.2%
<i>Ciba-Geigy</i>	152	0.8%	KWS	255	0.9%	Sakata	485	1.2%
VanderHave	150	0.8%	Dekalb	250	0.8%	Land O'Lakes		?
CR9		12.5%			16.7%			43.8%
Indice d'Herfindahl		97			113			551
Marché global (M\$)		18000			30000			42000

Comme le marché des semences est très segmenté, cette concentration modérée au niveau agrégé peut cacher des niveaux de concentration plus élevés sur certains segments. Le Tableau 5 illustre ce point dans le cas du marché français. On retrouve de manière agrégée des niveaux de concentration sur le marché français proches de ceux observés à l'échelle mondiale (HHI aux alentours de 550). En revanche, la concentration est beaucoup plus élevée (HHI aux alentours ou supérieur à 2000) pour les semences de betteraves, potagères et oléagineuses. Des observations similaires peuvent être faites dans d'autres pays. Par exemple, sur le marché des semences de maïs aux Etats-Unis, l'indice d'Herfindahl est relativement élevé (1800) et stable entre 1992 et 2008 (SCHENKELAARS *et al.*, 2011).

Tableau 5 : Concentration (HHI) par marché de grandes cultures en France. Source: GNIS.

	2006	2011
Céréales à paille	271	326
Maïs-sorgho	895	916
Fourragères	939	859
Betteraves	2391	3353
Oléagineux	894	1908

Potagère	957	2019
Total	280	541

Bien que de telles mesures de concentration ne soient pas disponibles sur le marché des caractères OGM, tout laisse penser que celles-ci devraient être beaucoup plus élevées, puisque l'essentiel des caractères sont détenus par 4 firmes (Monsanto, Dupont, Syngenta, Bayer) avec un leadership important de Monsanto du fait en particulier de la diffusion très large de la tolérance au glyphosate.

3.2 - Les biotechnologies à l'origine d'une modification importante de la structure industrielle

Les biotechnologies expliquent en grande partie les évolutions de la structure de l'industrie des semences depuis 20 ans. Les mécanismes et effets économiques sont multiples et peuvent être regroupés en deux grands types qui ont été dominants de façon successive pendant cette période. Les avancées technologiques ont tout d'abord été une opportunité pour l'entrée de nouveaux acteurs et pour la création d'un marché de la technologie. Plus récemment, le développement des biotechnologies et leur importance dans les activités de recherche a conduit à différentes formes de consolidations. Bien qu'il ne soit pas possible de développer davantage ce point on notera que cette succession – opportunité d'entrée puis consolidation – présente certaines similarités avec les cycles de vie observés dans différentes industries après l'introduction de nouvelles technologies⁶.

- Des opportunités d'entrée et de création d'un marché de la technologie

Comme c'est généralement le cas dans des situations de rupture technologique, les biotechnologies ont créé des opportunités d'entrée pour de nouveaux acteurs. Ces entrées ont également été favorisées par une évolution de la propriété intellectuelle qui a permis à certains acteurs de se spécialiser en recherche sur certains domaines. Ce phénomène a été particulièrement important à partir de la fin des années 80 avec l'arrivée de nombreuses startup spécialisées en recherche sur les biotechnologies agricoles (ex : Calgene, PGS). Des acteurs présents sur d'autres secteurs ont également intégré le marché, ayant vu dans les biotechnologies une option importante pour élargir ou redéployer leurs activités (JOLY et DUCOS, 1993).

Les options technologiques choisies par les acteurs qui ont investi dans les biotechnologies ont été différentes selon les activités et leur base de connaissance. On retrouve ici un résultat qui avait été mis en avant dans la littérature économique (TUSHMAN et ANDERSON, 1986). Lorsque les ruptures technologiques valorisent les compétences existantes, ce sont souvent les acteurs déjà présents sur le marché qui s'engagent sur ces technologies. A l'inverse, lorsque les ruptures nécessitent des compétences de nature différente, elles sont plutôt développées par de nouveaux acteurs entrant sur le marché alors que les firmes en place ont tendance à rester bloquées avec les techniques usuelles. Dans le cas des biotechnologies, ces deux effets ont pu être observés. Ainsi, le marquage moléculaire a fait intervenir des compétences classiques des sélectionneurs et a pu être développé par les semenciers présents sur le marché, tandis que la transgénèse a nécessité de nouvelles compétences et a donc favorisé l'entrée sur le marché de nouveaux acteurs (fournisseurs de biotechnologies) au détriment des firmes en place sur les semences et pesticides (LEMARIE, 2003).

Une particularité du développement des biotechnologies tient à la création de différents marchés de technologies en amont de l'activité d'amélioration des plantes. Les marchés de technologies peuvent couvrir une très large gamme de produits ou de services : des composants d'innovation comme les traits OGM, des services comme le séquençage de gènes, des technologies utilisées pour la recherche comme les puces ADN. L'existence de ces marchés conduit à une division

⁶ Voir KLEPPER (1997) pour une synthèse de la littérature sur ce sujet.

du travail en recherche, certaines firmes pouvant se spécialiser en amont du secteur sur des éléments particuliers des activités de recherche. Une telle spécialisation en recherche et donc l'existence de ces marchés de technologie n'est généralement possible que si les firmes amont arrivent à protéger leurs innovations par des droits de propriété intellectuelle. On notera enfin que certains de ces marchés de technologies peuvent être spécifiques à l'agriculture (ex : vente de licence sur un caractère OGM) ou couvrir un ensemble plus vaste de secteurs (ex: développement de puces ADN pour l'homme et pour l'agriculture par des entreprises comme Affymetrix). Ces marchés de technologies existent dans d'autres secteurs comme l'informatique ou les logiciels (ARORA et GAMBARDELLA, 2010). Ils peuvent permettre d'améliorer l'efficacité économique du secteur dans son ensemble tant que les coûts de transaction restent modérés (coût relatif à la propriété intellectuelle, à la définition de contrat ou à la recherche de partenaire).

- La consolidation des activités

Un important mouvement de consolidation des activités a été observé depuis la deuxième moitié des années 90. Ce mouvement s'est traduit par une entrée plus importante d'acteurs de l'agrochimie sur les semences, comme cela a été observé plus haut (Tableau 4). Il s'est également illustré par une concentration plus forte des activités dans le domaine des biotechnologies agricoles avec une disparition presque complète des start up de biotechnologie spécialisées sur l'agriculture. Enfin, les quelques acteurs qui avaient une activité à la fois dans le domaine agricole (surtout agrochimie) et dans le domaine de la pharmacie ont eu tendance à séparer ces deux activités. Le développement des biotechnologies explique en bonne partie l'ensemble de ce mouvement de consolidation pour différentes raisons (LEMARIE, 2003).

Une première raison tient à l'importante fragmentation de la propriété intellectuelle (tragédie des anti-communs). Alors qu'une nouvelle variété de semence ne repose que sur un seul COV, une innovation dans le domaine des biotechnologies (ex: un caractère OGM) peut reposer sur un nombre important de brevets qui ne sont pas nécessairement détenus par les mêmes firmes. D'une façon générale, l'accès au brevet d'une autre firme peut se faire soit par un contrat de licence, soit par l'acquisition de cette autre firme. On explique ainsi le mouvement important d'acquisitions des firmes spécialisées en biotechnologie agricole (ex: Calgene, PGS, etc.) par les leaders de l'agrochimie au cours des années 90. On notera néanmoins que ces importants portefeuilles de brevets ainsi constitués peuvent défavoriser l'entrée de nouveaux acteurs, car ces derniers auront de grandes chances de dépendre de plusieurs brevets détenus par des firmes en place pour pouvoir commercialiser une innovation, une telle situation dissymétrique étant défavorable au nouvel entrant.

Une deuxième raison tient à la complémentarité entre les recherches en amélioration des plantes et celles sur les caractères OGM. Il est aujourd'hui reconnu qu'un caractère OGM ne peut avoir d'intérêt pour un agriculteur que s'il est introduit dans une très bonne variété élite. Une telle situation a placé les semenciers dans une situation favorable pour négocier les licences avec les "fournisseurs" de caractères OGM tant que ces derniers n'étaient pas présents sur le secteur des semences. On explique ainsi l'important mouvement d'acquisitions de semenciers par les firmes de biotechnologies après l'introduction des OGM. Une telle intégration verticale a placé ces derniers, et en particulier Monsanto, dans une situation plus favorable pour négocier les licences sur les caractères OGM. En conséquence, même si tous les détenteurs de caractère OGM sont maintenant intégrés avec des entreprises semencières, le marché des caractères OGM est toujours actif puisque la plupart de ces firmes intégrées continuent d'accorder des licences non exclusives sur ces caractères.

Une dernière raison tient aux coûts de la recherche et à la possibilité d'amortir ces coûts sur plusieurs secteurs ou marchés. D'une façon générale, les biotechnologies ont conduit à un accroissement des coûts de recherche, qui atteignent désormais 10 à 25% des coûts des firmes (SCHENKELAARS et al., 2011). Ces coûts qui sont en grande partie fixes sont plus facilement amortis par des entreprises ayant une taille suffisante pour y faire face, ce qui encourage une concentration horizontale du secteur. D'autres coûts fixes comme ceux relatifs à la gestion des droits de propriété intellectuelle et aux autorisations de mise sur le marché ont également eu tendance à

augmenter, avec des conséquences similaires en terme de concentration. Ces coûts limitent également la possibilité pour de nouveaux entrants d'intégrer le marché et confèrent de ce fait un pouvoir de marché aux firmes en place. Cet effet est mis en évidence par SCHENKELAARS *et al.* (2011) sur le secteur des semences de maïs et de soja aux USA. Par ailleurs, la possibilité d'utiliser dans différents secteurs les connaissances et technologies liées aux biotechnologies a conduit certaines firmes à développer des groupes en sciences de la vie en exploitant en particulier les synergies entre pharmacie et agriculture. Cette stratégie a été assez vite abandonnée compte tenu des taux de rentabilité très différents entre les deux secteurs. Les synergies sont actuellement exploitées principalement par le biais de marchés sur certaines technologies où des fournisseurs développent des produits ou services pour les deux types de secteurs.

3.3 – L'effet des politiques publiques

Deux politiques publiques ont principalement influencé l'évolution de la structure du secteur des semences : la régulation et la recherche publique.

Pour ce qui relève de la régulation, l'introduction de la brevetabilité et les règles d'autorisation de mise sur le marché sur les caractères OGM ont conduit à accroître les coûts pour les entreprises de semences ou de biotechnologies. Comme nous l'avons dit plus haut ces coûts fixes combinés à ceux de la recherche ont favorisé le mouvement de concentration. Le renforcement des règles d'autorisation de mise sur le marché sur les pesticides a aussi conduit à un mouvement similaire dans l'agrochimie. Or, comme presque tous les acteurs de l'agrochimie sont également présents sur les semences, les facteurs qui favorisent la consolidation dans l'agrochimie favorisent également la consolidation dans les semences.

Pour ce qui concerne la recherche publique, c'est en grande partie la stratégie de partenariat de la recherche publique qui peut avoir un effet important sur la structure de l'industrie des semences. D'une façon générale, un partenariat non exclusif aura un effet relativement neutre alors qu'un partenariat exclusif peut favoriser certaines catégories de firmes. Dans le cas français (LEFORT et RIBA, 2005), l'INRA a eu très généralement recours à des formes de partenariats en recherche non exclusifs au travers de GIE (ex : Club des 5 sur les céréales, GIE blé dur, GIE féverole, GIE pois), d'associations professionnelles (ex : ProMaïs, ProSorgho, Promosol), de contrats de branche ou encore d'opérations spécifiques comme Génoplante ou Investissements d'Avenir. La stratégie de licence a eu ici également un effet structurant. Par exemple, la stratégie de licence non exclusive sur le système OGU-INRA sur le colza a favorisé l'entrée de nouveaux semenciers sur ce domaine.

4- CONCLUSION - QUELLES EVOLUTIONS FUTURES ?

Plusieurs facteurs sont susceptibles d'intervenir dans l'évolution future du secteur de l'amélioration des plantes. Il existe actuellement de forts enjeux sur la politique de la concurrence et de la propriété intellectuelle afin d'éviter une concentration excessive dans certains domaines et, notamment, l'appropriation du germoplasme par un nombre limité d'acteurs privés, qui constituerait un frein à l'innovation.

D'autre part, l'intégration d'objectifs environnementaux dans le jeu concurrentiel, avec l'introduction de la composante environnementale dans les critères d'inscription des variétés (future VATE - Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale) pourrait avoir un impact sur l'évolution du secteur et les rapports de forces entre acteurs. L'objectif de désintensification agricole conduit à rendre plus hétérogènes les besoins des agriculteurs et pourrait ainsi engendrer une segmentation des marchés. Comment le secteur parviendra-t-il à répondre à cette nouvelle demande ? Une telle situation peut-elle conduire à réduire les efforts de recherche sur des segments de marché trop petits, comme c'est le cas actuellement sur les semences destinées à l'agriculture biologique ? Quel rôle jouera la sélection participative sur ces segments de marché orphelins et comment définir

une réglementation qui permette une bonne coexistence entre sélection privée et sélection participative ?

Enfin, la question du positionnement de la recherche au niveau mondial devrait avoir des répercussions sur la définition des grands pôles de recherche et sur la détermination de cultures d'avenir en fonction des zones géographiques.

“Journée ASF du 14 février 2013”

“Cinquante ans d'Amélioration des plantes au service de l'Agriculture : bilan, défis et enjeux pour demain”

BIBLIOGRAPHIE

ARORA, A., GAMBARDELLA, A. – 2010 - The Market for Technology. in Hall, B.H. et Rosenberg, N. (Eds.) *Handbook of the Economics of Innovation*. 1, 641-678. Elsevier.

BONNEUIL C., THOMAS F. - 2009 - Gènes, pouvoirs et profits - Recherche publique et régime de production des savoirs de Mendel aux OGM. *Editions Quae et Fondation pour le Progrès de l'Homme*.

COHEN, W.M. – 2010 - Fifty years of empirical studies of innovative activity and performance. in Hall, B.H. et Rosenberg, N. (Eds.) *Handbook of the Economics of Innovation*. 1, 129-213. Elsevier.

FREY, K.J. - 1996 - National Plant Breeding Study-I - Human and Financial Resources Devoted to Plant Breeding Research and Development in the United States in 1994. *Iowa State University*.

FREY K.J. - 1997 - National Plant Breeding Study-II - National Plan for Promoting Breeding Programs for Minor Crops in the U.S. *Iowa State University*.

GNIS - 2011 - Données sectorielles semences et plants 2011 - Evolution 2005 - 2011

HEISEY P.W., SRINIVASAN C.S., THIRTLE C. - 2001 - Public Sector Plant Breeding in a Privatizing World. *Agriculture Information Bulletin* 772.

JOLY P.B., DUCOS C. - 1993 - *Les artifices du vivant : stratégies d'innovation dans l'industrie des semences*. INRA Editions, Economica.

KLEPPER S. - 1997 - Industry life cycles. *Industrial and Corporate Change*, 6(1), 145-181.

LEFORT M., RIBA G. - 2005 - Quelles perspectives pour l'innovation variétale à l'INRA ? *Dossier de l'environnement de l'INRA* 30, 57-64.

LEMARIE S. - 2003- Evolution des structures industrielles et de la concurrence dans les secteurs des semences et des pesticides. *Economie Rurale* 277-278, 167-182.

SCHENKELAARS P., DE VRIEND H., KALAITZANDONAKES N. - 2011 - Drivers of Consolidation in the Seed Industry and its Consequences for Innovation. *COGEM*.

THIRTLE C., PALLADINO P., PIESE J. - 1997- On the organisation of agricultural research in the United Kingdom, 1945-1994: A quantitative description and appraisal of recent reforms. *Research Policy* 26, 557-576.

TUSHMAN, M.L., ANDERSON, P. – 1986 - Technological discontinuities and organizational environments *Administrative Science Quarterly*, 31(3), 439-465.