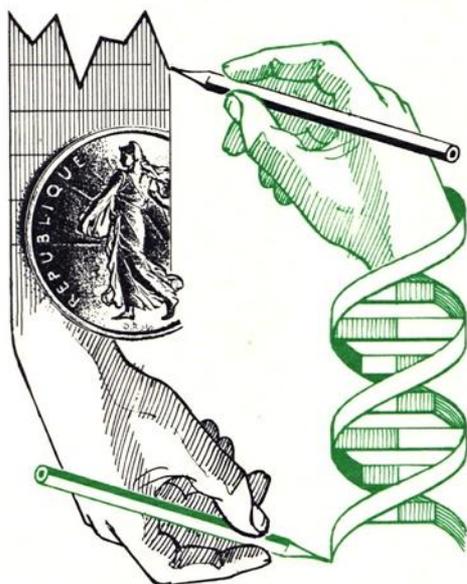


# les artifices du vivant

stratégies d'innovation  
dans l'industrie des semences

PIERRE-BENOIT JOLY  
CHANTAL DUCOS

COLLECTION





**COLLECTION**



COLLECTION

**les artifices  
du  
vivant**



# **les artifices du vivant**

**stratégies d'innovation  
dans l'industrie des semences**

**PIERRE-BENOIT JOLY  
CHANTAL DUCOS**

*Postface de J.-L. GAFFARD*

**COLLECTION**



147, rue de l'Université  
75341 Paris Cedex 07



**ECONOMICA**  
49, rue Héricart, 75015 Paris

INRA - ECONOMICA

*Ouvrages parus dans la même collection :*

**Les théories économiques de la croissance agricole**

Alain MOUNIER

1992, 427 p.

**Catastrophe écologique et dommages économiques. Problèmes d'évaluation à partir de l'Amoco-Cadiz**

François BONNIEUX, Pierre RAINELLI

1991, 208 p.

**Nourrir l'humanité. Espoirs et inquiétudes**

Joseph KLATZMANN

1991, 128 p.

**Banques de gènes et alimentation mondiale**

Donald L. PLUCKNETT, Nigel J.H. SMITH, J.T. WILLIAMS et  
N. Murthi ANISHETTY

1990, 228 p.

**L'énergie : un nouveau marché pour l'agriculture ?**

sous la direction de Vincent REQUILLART

1989, 264 p.

**Politiques d'avenir pour l'Europe agricole**

Denis BERGMANN, Pierre BAUDIN

1988, 170 p.

© INRA, Paris, 1993

ISBN : 2-7380-0474-1

© ECONOMICA, Paris, 1993

ISBN : 2-7178-2480-4

## AVANT-PROPOS

Ce livre est la version entièrement remaniée d'une thèse d'économie soutenue à l'université des sciences sociales de Toulouse en 1987. Les membres du jury nous avaient alors vivement encouragés à reprendre le manuscrit pour en faire un ouvrage plus aisément accessible à un large public.

Ce long délai est dû à une occupation par ailleurs débordante qui n'a pas toujours permis de consacrer le temps nécessaire à la réécriture. Mais, plus fondamentalement, il tient à la nature du sujet et à la façon de le traiter. S'agissant de l'analyse d'un changement « en train de se faire », la tentation est forte de toujours revenir sur les pages noircies pour compléter une information, reconsidérer une analyse à la lumière d'un événement important, ou ajouter une section concernant un sujet dont on n'avait pas perçu l'importance. Le parti pris qui consiste à confronter systématiquement les théories des innovations aux changements structurels observés dans l'industrie des semences n'est pas étranger aux difficultés rencontrées. Qu'il s'agisse de l'économie du changement technique ou de la sociologie des innovations, ces thèmes ont considérablement évolué au cours des cinq dernières années. Il faut alors se faire violence pour passer à côté du dernier ouvrage sur la question sans le voir. Finalement, il nous a fallu faire le pari que, concernant le sujet choisi, nous étions arrivés au bout de ce qu'on pouvait dire, quel que soit le cours des événements historiques à venir.

Mais les conditions matérielles de la réalisation du travail ne sont pas neutres. Le traitement de texte offre de nombreuses possibilités techniques nouvelles et permet de réaliser des gains de temps appréciables. Cependant, qui a travaillé auparavant sur des feuillets manuscrits remis à une secrétaire pour la dactylographie connaît la différence. Alors que la division du travail impose dans le premier cas qu'on se sépare du texte très vite, à une date fixée à l'avance compte tenu des contraintes d'organisation, dans ce nouveau mode de production, l'auteur a beaucoup plus de difficultés à se dégager de son texte. La possibilité de pouvoir sans cesse, et pour un coût minime, revenir sur un texte, participe sûrement à l'impression qu'on n'a jamais atteint la version définitive.

Les moyens matériels qui nous ont permis de réaliser ce travail sont variés. Dans le cadre de l'INRA, Pierre-Benoit Joly a bénéficié d'une assez grande liberté pour mener ce projet à terme. Mais les nombreux travaux en tant que consultants menés en collaboration

avec Chantal Ducos ont également beaucoup contribué à ce travail, citons notamment : une première étude pour le Ministère de l'Agriculture, le GNIS et le Crédit Agricole, des rapports d'expert demandés par l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, par la CNUCED et par le PNUE. La participation à certaines négociations internationales sur les brevets et la biodiversité ont considérablement enrichi l'expérience des auteurs. Mention spéciale doit être faite des réunions de consensus du Keystone Dialogue sur les Ressources Génétiques Végétales.

Comme l'innovation, la production de connaissances est un acte collectif qui procède de la construction de réseaux. Ainsi, les relations multiples tissées au cours de ce travail sont-elles d'une certaine façon indissociables des résultats. Trois apports majeurs doivent être signalés. Sans le travail sur les brevets réalisé en collaboration avec Marie-Angèle Hermitte avec le soutien de l'AIP, *Changements techniques dans les industries liées à l'agriculture* (CNRS-INRA-MRT), la thèse d'une entre-définition des objets techniques et des institutions n'aurait pas le même poids. Le travail réalisé en collaboration avec Ehud Zuscovitch a permis d'identifier le point important des stratégies organisationnelles adaptées à la valorisation des économies de variété. Les recherches menées en collaboration avec Alban Richard sur l'analyse des stratégies technologiques dans le cadre de modèles séquentiels ont joué un rôle essentiel dans la conception de la décision comme un processus dynamique.

Mais évidemment, notre dette intellectuelle ne s'arrête pas à ces contributions, si importantes fussent-elles. Les discussions de ce projet avec les collègues du laboratoire d'économie de l'INRA Grenoble ont permis d'améliorer de nombreux points. Leurs lectures méticuleuses et leurs encouragements jouent un rôle important dans l'aboutissement de ce projet. Paul Bouvier-Patron, Pascal Byé, Patrick Cohendet, Alain Deshayes, André Gallais, Robert Magnaval et Christian Poncet ont également mis à notre disposition leur capacité critique qui s'est toujours montrée positive. La présentation de résultats partiels dans de nombreux séminaires, colloques ou conférences a contribué à l'identification des points les plus importants et à une meilleure organisation des idées.

Enfin, les encouragements de Jean-Luc Gaffard ont été essentiels dans notre volonté de donner une certaine ambition à cet ouvrage en le situant au confluent de la théorie économique et de l'analyse empirique approfondie. Les apports de cet ouvrage à une économie appliquée de l'innovation lui doivent beaucoup.

Bien que la participation de Chantal Ducos soit essentielle à toutes les étapes de ce travail, la rédaction finale a été assurée par Pierre-Benoit Joly. Enfin, les corrections d'Anne Judas ont largement contribué à améliorer la forme de ce texte.

# TABLE DES MATIÈRES

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

<b>1. L'évolution de l'environnement de l'industrie des semences : de nouvelles exigences pour les innovations biovégétales.....</b>	18
<b>2. La dynamique propre du système d'innovation dans l'industrie des semences : le déplacement des grands équilibres.....</b>	20
L'appropriation des ressources génétiques au cœur de la dynamique de l'innovation .....	21
Le brevet comme élément de remise en cause de l'organisation du système d'innovation.....	23
Les nouveaux rapports entre la science et la technologie : vers une nouvelle organisation de la recherche .....	25
<b>3. Les nouvelles stratégies mises en œuvre : changements institutionnels et politiques industrielles.....</b>	28
Le rôle décisif des États dans l'élaboration d'un nouveau système de règles .....	28
Les nouvelles stratégies des entreprises.....	30
<b>4. Questions de méthode et structure de l'ouvrage .....</b>	32

## PREMIÈRE PARTIE

**L'innovation entre l'organisation et le marché : vers une nouvelle approche de la dynamique industrielle****CHAPITRE I. INNOVATION, STRATÉGIES D'ENTREPRISES ET STRUCTURES DE MARCHÉ**

<b>1. Les analyses récentes de l'innovation dans la théorie standard</b> .....	48
L'origine de la problématique et les travaux empiriques : les « hypothèses. » de Schumpeter .....	49
Innovation et interactions stratégiques : les modèles de course aux brevets.....	52
L'intérêt de la théorie des jeux .....	52
Les modèles de course aux brevets .....	55
Le rôle des externalités dans les systèmes d'innovation : le cas des nouvelles technologies.....	59
Nouvelles évidences empiriques et hypothèses théoriques...	59
Externalités, interactions stratégiques et investissements en R & D : typologie et approche en termes de jeux ...	63
Conclusion .....	66
<b>2. Innovation, marchés et processus de sélection : une approche non standard</b> .....	67
Les bases conceptuelles de l'approche évolutionniste.....	68
L'apport des analyses empiriques .....	75
L'apport des approches formalisées.....	78
Conclusion .....	81
<b>3. Conclusion</b> .....	82

**CHAPITRE II. INNOVATION ET DYNAMIQUE D'ORGANISATION**

<b>1. Le problème de la rationalité des individus et des organisations</b> .....	87
La prise en compte de l'incertitude et de l'irréversibilité dans l'analyse économique.....	88

L'acteur, l'organisation et les institutions : bases de l'apprentissage organisationnel .....	91
<b>2. Modèles d'organisation et changement technique : bilan partiel et intuitions</b> .....	95
L'analyse des coûts de transaction ou les deux figures de l'organisation .....	96
Entreprises-réseau ou marchés organisés : des formes de coordination adaptées au changement technique? .....	103
Conclusion .....	110
<b>3. Apprentissage et irréversibilité dans la dynamique de l'innovation</b> .....	113
Les réseaux de l'innovation .....	115
Le mouvement de l'innovation : temps de l'apprentissage et temps de l'irréversibilité .....	122
<b>CONCLUSION</b> .....	128

## DEUXIÈME PARTIE

### **Concurrence et innovation dans l'industrie des semences**

#### **CHAPITRE III. LES FACTEURS CONSTITUTIFS DE LA TRAJECTOIRE DE L'INDUSTRIE DES SEMENCES**

<b>1. De la plante comme objet technique : la notion de variété végétale et l'amélioration des plantes</b> .....	137
L'introduction des plantes : l'espèce comme objet technique central .....	138
La sélection et le concept de variété végétale .....	140
Quelques points de repère dans l'histoire de la sélection .....	141
Caractéristiques du vivant et éléments d'une théorie de l'amélioration des plantes .....	145
Nombre de caractères, valeur phénotypique et valeur génotypique .....	146
Les contraintes qui tiennent aux opérateurs de transformation .....	147

Les contraintes dynamiques liées au fonctionnement du système vivant.....	148
<b>2. La pratique de l'amélioration des plantes .....</b>	<b>149</b>
Les caractéristiques de l'activité inventive .....	150
L'utilisation des ressources phylogénétiques à l'épreuve des faits .....	153
Le phénomène de convergence et son explication .....	154
La sélection végétale victime de son succès? .....	157
<b>3. Les déterminants de la trajectoire de l'industrie des semences : nature de la demande et appropriabilité .....</b>	<b>161</b>
L'impératif d'augmentation de la productivité et la genèse du modèle productiviste.....	161
Appropriabilité, nature de la demande et genèse de l'industrie des semences.....	164
La semence comme marchandise : l'appropriation, vecteur de la division du travail entre agriculteur et semencier .....	165
L'adaptation à la nature de la demande .....	171
Crise du modèle de production et évolution de la demande en semence .....	174
<b>4. Conclusion .....</b>	<b>178</b>

#### **CHAPITRE IV. LES CARACTÉRISTIQUES DE L'INDUSTRIE DES SEMENCES : CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS LIÉES AUX PROCESSUS D'INNOVATION**

<b>1. Système d'innovation et stratégies de Recherche et Développement.....</b>	<b>183</b>
L'évolution du rôle de la recherche publique : l'aboutissement d'une longue tendance au transfert de la recherche vers l'industrie .....	183
Les représentations traditionnelles de l'innovation et de la recherche.....	184
L'institutionnalisation de la recherche publique agricole et la dynamique de la recherche privée .....	186
Mineur et majeur : la distinction entre recherches génériques et recherches spécifiques .....	189

La protection juridique des innovations : vers une remise en cause du principe de libre accès aux ressources génétiques?.....	192
La protection des obtentions végétales : un vieux débat.....	195
L'argument de l'appauvrissement génétique : l'amélioration des plantes entre logique publique et logique privée.....	196
Evolutions récentes et contestation du système.....	200
Les efforts de recherche des entreprises privées.....	203
La R & D dans l'industrie des semences : une analyse des comportements traditionnels.....	203
L'évolution des stratégies de R & D.....	206
Pioneer : un nouveau modèle de stratégies de R & D .	209
<b>2. Innovation, structures de marché et formes de concurrence.....</b>	<b>214</b>
Innovation et segmentation des marchés.....	216
Technologie, formes de concurrence et rentes différentielles ..	222
Barrières à l'entrée, barrières à la sortie.....	223
Les formes de concurrence.....	225
La coordination par les coûts.....	228
<b>3. Trajectoire technologique et dynamiques d'entreprises....</b>	<b>231</b>
Une forte hétérogénéité des performances liée à la diversité des formes d'organisation des entreprises.....	231
L'instabilité des parts de marché liée à la création variétale.....	235
La diversité des formes d'organisation.....	236
Les investissements spécifiques.....	236
Les stratégies macro-sectorielles.....	240
D'importantes restructurations industrielles.....	240
Pas de modification du fonctionnement du secteur.....	245
Les stratégies de diversification et d'internationalisation.	248
Retour sur la diversité des firmes semencières : une approche en termes d'ensembles stratégiques.....	254
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>259</b>

## TROISIEME PARTIE

**L'industrie des semences face aux biotechnologies :  
vers une nouvelle maîtrise du vivant ?****CHAPITRE V. LA PHASE DE TRANSITION : INCERTITUDE  
TECHNOLOGIQUE ET COMPORTEMENTS DES AGENTS**

<b>1. Rupture technologique, incertitude et anticipations : les biotechnologies constituent-elles un nouveau paradigme ?.....</b>	<b>270</b>
Les biotechnologies : constat et évolution.....	271
Les biotechnologies végétales demain : anciens contre nouveaux ou culture des agronomes contre culture des chimistes ?.....	276
La création déterministe de plantes sur mesure .....	278
La formalisation des activités de sélection .....	283
Le difficile parcours de la prouesse technique au marché	286
<b>2. Flexibilité et apprentissage : les comportements des entreprises dans la période de rupture technologique...</b>	<b>290</b>
Les stratégies d'acquisition de technologie en univers incertain : une approche en termes de théorie de la décision.....	291
Stades de développement des technologies et stratégies d'acquisition.....	292
Quelques éléments conceptuels sur les décisions séquentielles .....	294
Un exemple de décision séquentielle : stratégie technologique et rachat d'entreprise .....	299
Les stratégies d'apprentissage : diversité des formes organisationnelles .....	304
De nouvelles formes d'investissement technologique : les ESB à la rencontre de la science, du capital et du marché .....	306
Les stratégies technologiques des groupes industriels ..	317
<b>3. Conclusion .....</b>	<b>326</b>

**CHAPITRE VI. LA PHASE DE CONSOLIDATION : INVESTISSEMENTS STRATÉGIQUES ET JEUX INSTITUTIONNELS**

<b>1. Les investissements stratégiques : vers la définition d'une nouvelle organisation industrielle .....</b>	<b>331</b>
--	------------

Les nouveaux problèmes de coordination des activités économiques dans les filières agro-alimentaires .....	333
Du prêt à porter alimentaire à l'alimentation sur mesure : les déterminants macro-économiques du développement des biotechnologies .....	333
Les logiques économiques de la valorisation des biotechnologies végétales : la quantité ou la qualité.....	335
Les investissements stratégiques et les représentations des agents : les voies de la valorisation des biotechnologies .....	340
Formes de coordination et investissements stratégiques .	341
Intégration verticale ou partenariat? .....	343
Les stratégies de contrôle de l'industrie des semences....	347
<b>2. Jeux institutionnels et politiques publiques</b> .....	354
Les nouvelles données des politiques de la recherche publique .....	355
L'industrie sur le campus : évolution des relations entre la recherche publique et l'industrie aux Etats-Unis .....	356
La solution à l'anglaise.....	360
L'expérience française .....	363
Les transformations du cadre juridique .....	367
Des plantes protégées par des brevets.....	368
Les négociations européennes .....	373
Quels modèles juridiques pour la régulation de l'innovation et des ressources génétiques ? .....	375
<b>3. Conclusion</b> .....	383
 CONCLUSION GÉNÉRALE .....	 387
 POSTFACE	
<b>Les nouveaux chantiers de l'économie industrielle</b> .....	395
 ANNEXES	
<b>1. La prime à l'innovation dans le système UPOV</b> .....	403
<b>2. Quelques exemples de réseaux d'entreprises dans l'industrie des semences</b> .....	407
 BIBLIOGRAPHIE .....	 411



## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis la fin des années 1970, l'industrie des semences se trouve progressivement au carrefour de débats complexes et d'enjeux stratégiques divers. D'une part, l'innovation biovégétale joue un rôle central dans le problème crucial de la sécurité alimentaire de l'humanité mais aussi, d'autre part, dans les nouveaux défis qu'est amenée à relever l'agriculture européenne compte tenu de la réforme de la politique agricole commune (PAC). En même temps, les événements actuels qui marquent l'industrie des semences sont essentiels. Les biotechnologies végétales constituent en effet, au même titre que les applications médicales, une des grandes voies de valorisation des connaissances issues de la révolution des sciences du vivant. Du fait des enjeux économiques, ces évolutions ne peuvent laisser indifférents ni les responsables des pouvoirs publics, ni ceux des grandes entreprises qui se sont engagées dans ce domaine. Le grand public n'y est pas lui non plus insensible car de telles évolutions soulèvent de nouveaux problèmes qui concernent directement tout un chacun : bioéthique, biosécurité, propriété intellectuelle,...

Dans un tel contexte, une analyse approfondie permettant de dégager les tendances de fond, d'éclairer les enjeux stratégiques, de détecter les marges de manœuvre et la nature des compromis envisageables s'impose. Un tel objectif suppose qu'on puisse dépasser une simple description des faits afin de révéler les logiques et les mécanismes sous-jacents des évolutions observées. Pour ce faire, il est nécessaire de choisir un angle d'attaque afin de ne pas se perdre dans l'observation d'une réalité complexe. Tel est l'objet de cette introduction : décrire les faits saillants de l'évolution de l'industrie des semences et des changements techniques qui peuvent l'affecter, définir une méthodologie et enfin présenter la question centrale qui sera traitée dans cet ouvrage. Dans cet exposé préliminaire, nous distinguons les évolutions de l'environnement de l'industrie des semences (les facteurs exogènes) des transformations qui sont propres à la dynamique de cette industrie (les facteurs endogènes de l'évolution du système).

## **1. L'évolution de l'environnement de l'industrie des semences : de nouvelles exigences pour les innovations biovégétales**

L'application des connaissances scientifiques et techniques issues de la biologie à la manipulation des ressources génétiques a joué un rôle décisif dans l'augmentation de la productivité des productions végétales. Sur la période récente, on estime en effet que le progrès génétique explique environ la moitié de la progression des rendements des principales cultures. Une telle estimation est contestable au sens où les différents facteurs de l'amélioration de la productivité agissent non pas de façon additive mais de façon interactive. Pourtant, il est indéniable que la création de nouvelles variétés a été associée aux grandes évolutions de l'agriculture au cours du xx<sup>e</sup> siècle, qu'il s'agisse de la diffusion des « Variétés à Haut Rendement » (VHR) au cours de la Révolution Verte ou de l'intensification de la production agricole dans les pays industrialisés.

En toute hypothèse, les contraintes qui pèsent sur la production agricole devraient conduire à une utilisation plus intensive des ressources génétiques et des connaissances biologiques. Que l'on évoque la question cruciale de l'alimentation de l'humanité ou les nouvelles exigences liées à la réforme de la PAC, les pressions compréhensibles existent pour recourir au spectre des solutions le plus large possible.

Selon les prévisions les plus récentes, la population mondiale atteindra en 2020 huit milliards d'habitants, dont 83 % vivront dans les pays en voie de développement (PVD). Compte tenu de la croissance démographique, les besoins alimentaires augmenteront donc de 60 %. C'est un immense défi pour la production agricole. Bien entendu, il ne faut pas tomber dans le piège tendu par des groupes de pression divers qui défendent leurs propres intérêts en se présentant comme les porte-parole des hommes qui risquent de mourir de faim demain. Les analyses menées sur le sujet démontrent que la faim n'est pas actuellement un problème de disponibilité physique mais le résultat de dysfonctionnements économiques et sociaux. Pourtant, d'après les prévisions réalisées par les experts du Worldwatch Institute et de la Banque Mondiale, au cours des trente prochaines années, l'évolution de la population mondiale se fera au rythme de 2 % par an alors que les rendements ne progresseraient que de 1 % par an. A ce rythme, il faudrait trouver chaque année 40 à 50 millions d'hectares de culture supplémentaires, soit l'équivalent de la superficie de la France, pour satisfaire les nouveaux besoins. On connaît malheureusement les conséquences de cette emprise croissante des cultures sur la destruction des forêts, la dégradation des sols et, dans certaines zones, la désertification. Comment, dans ce cas, assurer la sécurité alimentaire