



HAL
open science

**Prospective sur l'avenir du secteur semencier :
Répercussions pour la politique de l'INRA. Tome 2 :
Annexes**

Michel Sebillotte, Hélène Lecoer, . Délégation À L'Agriculture, Au
Développement Et À La Prospective

► **To cite this version:**

Michel Sebillotte, Hélène Lecoer, . Délégation À L'Agriculture, Au Développement Et À La Prospective. Prospective sur l'avenir du secteur semencier : Répercussions pour la politique de l'INRA. Tome 2 : Annexes. 185 p., 1998, Bilan et Prospectives - INRA. hal-02841331

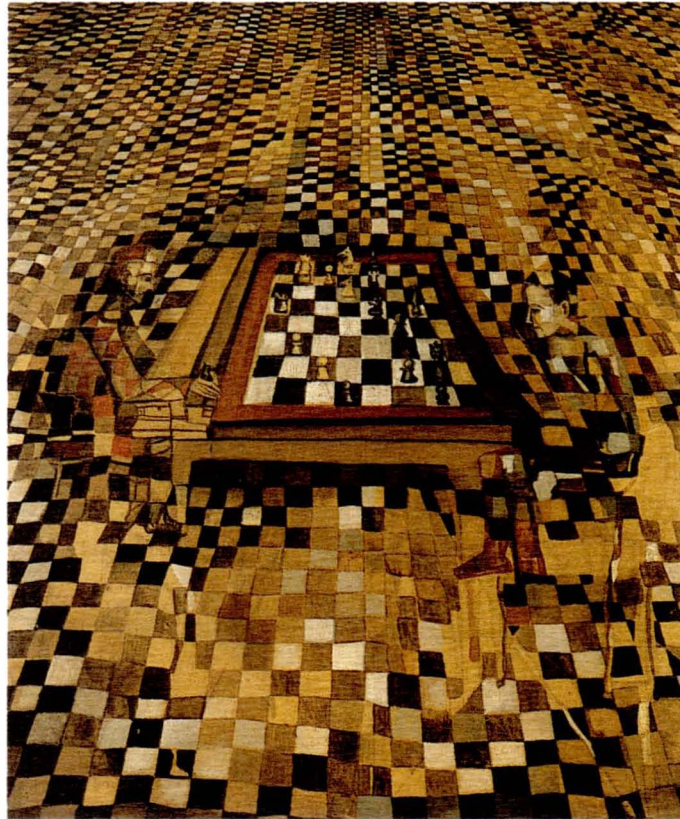
HAL Id: hal-02841331

<https://hal.inrae.fr/hal-02841331>

Submitted on 7 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



PROSPECTIVE : AVENIR DU SECTEUR SEMENCIER

RÉPERCUSSIONS POUR LA RECHERCHE

Tome 2 - Annexes

**PROSPECTIVE
SUR L'AVENIR DU SECTEUR SEMENCIER**

Répercussions pour la politique de l'INRA

ANNEXES

TOME II

Direction et responsabilité des travaux :

Michel SEBILLOTTE

Responsable de la Délégation à l'Agriculture,
au Développement et à la Prospective

Rapporteur : Michel Sebillotte en
Collaboration avec Hélène Lecoœur

DECEMBRE 1998

TABLE DES MATIERES

Annexe 0

Liste des personnes impliquées dans la prospective

“Avenir du Secteur Semencier” 1

Annexe 1

Compte rendu des travaux du groupe :

“Evolution des Règles et des Institutions dans l’Industrie des Semences” 9

Annexe 2

“Notes sur les Modèles d’Entreprises dans l’Industrie des Semences” 37

Annexe 3

“ Place des Biotechnologies dans l’Organisation

des Entreprises Semencières en Europe : l’Exemple du Marquage Moléculaire” 59

Annexe 4

Compte rendu des travaux du groupe :

“Le Marché des Semences et des Produits Agricoles” 67

Annexe 5

Compte rendu des travaux du groupe :

“Sciences et Techniques” 109

Annexe 6

Extraits de :

“Dynamique des Systèmes et Méthodes Prospectives” 149

Annexe 7

Classement des Hypothèses (par ordre décroissant) 159

Annexe 8

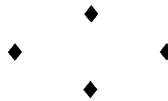
Traitement de la Matrice d'Analyse Structurale par le Logiciel Leximappe 163

Annexe 9

Sens et Signes des Relations entre les Hypothèses des Agrégats 173

Annexe 10

Compte Rendu de la réunion du 19 septembre 1996
avec le bureau élargi Département Génétique et Amélioration des Plantes 177



ANNEXE 0

**LISTE DES PERSONNES IMPLIQUEES
DIRECTEMENT DANS LA PROSPECTIVE
“AVENIR DU SECTEUR SEMENCIER”**

Les membres du groupe

“Le marché des semences et des produits agricoles”

Animateur : **Lecoeur Hélène**, INRA - DADP

Co-animateurs : **Jamet Jean Paul**, INRA - DADP

Priolon Joël, INA-PG - Enseignant

Arnaud Jean-Daniel

Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants (GNIS)
Chef du Service Statistique

Barnous J.Ch.

Union Nationale des Coopératives Agricoles de Collecte (SIGMA)

de Baynast Régis

ARD Reims,
Directeur Général

Bellot Pierre Yves

Ministère de l'Agriculture
Ex Chef du bureau de la Sélection Végétale et des Semences

Bonastre Jean-Bernard

ASGROW France SA
Président Directeur Général

Capelle Gery

Bonduelle SA

Debois Jean-Marie

OCDE
Direction de l'Agriculture
Semences et Réglementation

Denis Jean Pierre

Directeur Général des Semences de France
Union Nationale des Coopératives Agricoles de Collecte (SIGMA)

Duval Jean Louis

Verneuil Semences
Directeur Général

Gandon Marie Laure

Chambre d'Agriculture de Lot et Garonne

Gracien Philippe

Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants (GNIS)
Directeur

Mahé Louis

INRA
Enseignant en Economie et Sociologie Rurales

Plet Françoise

Enseignante

Rosell C.H. et Sikora I.

FAO
Service des Semences et des Ressources
Phytogénétiques

Les membres du groupe "Les sciences et les technologies"

Animateur : **Bannerot Hubert**, INRA - D A D P

Co-animateurs : **Doussinault Gérard**, INRA - DGAP

Mangematin Vincent, INRA – ESR

Arnaud Fernand
Prograin Génétique
Directeur Technique

Berthe Grégoire
Limagrain
Responsable de la Recherche en Grandes
Cultures

Brunet Jean-Pierre
Maribo France
Directeur Général

Caboche Michel
INRA
Chercheur

Dattée Yvette
GIP GEVES
Directeur

Deshayes Alain
Nestlé France Réco
Centre de Biotechnologie Végétale

Dumas Christian
ENS - INRA
Chef du département de Physiologie et
Biochimie Végétales

Fauconneau Guy
INRA
Retraité

Freyssinet Georges
Rhône Poulenc Agrochimie
Conseiller Plantes et santé

Gallais André
INA P-G / INRA
Enseignant - Chercheur

Marrou Jean
Ministère de l'Agriculture
Ex Conseiller Scientifique à la DPE
Retraité

Thevenet Gilles
ITCF
Directeur Scientifique

Les membres du groupe "Les entreprises semencières"

Animateur : **Jamet Jean Paul**, INRA - D A D P

Co-animateurs : **Joly Pierre Benoît**, INRA-ESR

Arnaud Jean-Louis

Rhône Poulenc Agro-chimie
Directeur des Affaires Scientifiques et
Techniques

Bezot Pierre

Agri Obtentions
Retraité

Bonjean Alain

AGROGENE
Directeur

Boucly Michel

Rustica Semences
Directeur Général

Desprez Bruno

Florimond Desprez
Directeur

Dumas de Vaulx Robert

INRA - GAP
Chercheur

d'Olne André

Monsanto Europe
Responsable du Développement des
Biotechnologies Végétales

Fajet André

Pioneer Hi-Bred
Directeur pour l'Europe

Gandon Marie Laure

Chambre d'Agriculture de Lot et Garonne

Gautier Jacques

Graines Gautier
Directeur Général

Hière Christian

Semences Coop de Pau

Lemarié Stéphane

INRA - IREP
Chercheur

Pétiard Vincent

Francereco
Centre de Biotechnologie Végétale

Vernede Alain

Ministère de l'Agriculture
Sous - Directeur de la Protection des Végétaux

Moulin Jean Philippe

Limagrain
Bureau de la représentation à Bruxelles

Les membres du groupe “L'organisation du secteur semencier et les réglementations”

Animateur : **Joly Pierre Benoît**, INRA - ESR

Noyau dur :

Baychelier Georges

Prograin Génétique
Directeur Général

Bellot Pierre Yves

Ministère de l'Agriculture et de la pêche
Ex Chef de bureau de la Sélection et des
Semences

Béranger Sophie et Hucherot J.C.

Ministère de l'agriculture, DGAL
Chargés de mission en Biotechnologies

Bustin Nicole

CPOV

Chrétien François

Rhône Poulenc Agrochimie
Direction de la Propriété Intellectuelle

Catton Bruno

Union Nationale des Coopératives Agricoles
de Collecte (SIGMA)
Directeur Général

Guiard Joël

Comité Technique Permanent de la Sélection
des plantes cultivées (CTPS)
Secrétaire Général

Gracien Philippe

GNIS
Directeur

Hermitte Marie Angèle

Enseignant - Chercheur

Lefort Marianne

Bureau des ressources génétiques (BRG)
Directeur

Marrou Jean

Ministère de l'Agriculture
Ex Conseiller Scientifique à la DPE
Retraité

Monod Jean Pierre

Groupement National Interprofessionnel des
Semences et Plants (GNIS)
Président

Rico Béatrice

Ministère de l'Agriculture, DGAL
Bureau de la Réglementation Générale

**Membres supplémentaires pour le thème
"Propriété intellectuelle et organisation de la recherche"**

Bouckaert Anne-Marie
Plant Genetic System

Drouin Stéphane
Gutmann Plasseraud

Jupin Claude
INPI

Pelletier Georges
INRA/GAP
Chercheur

Pétiard Vincent
Francerepo

Renard Michel
INRA/GAP
Chercheur

Robaglia Christophe
INRA/ Laboratoire d'Ecologie Végétale
Chercheur

Roger Pierre
Limagrain

**Membres supplémentaires pour le thème
"Evolution des règlements sur la qualité des produits et
sur la mise en marché des variétés"**

Megnin Jean Pierre
LVMH

Desmaresi Patrice
Pernod Ricard

Gonon Yves
Royal Sluis

Roger Pierre
Limagrain

Pétiard Vincent
Francerepo

Desprez François
Florimond Desprez

Chupeau Yves
INRA
Chercheur

Chambolle Marc
INRA/Laboratoire de Biologie
Cellulaire

de Vogel Peter
BSN

**Membres supplémentaires pour le thème
"Semences de ferme et modes de financement
de la recherche"**

Delfini Francesco
F.N.CUMA
Directeur

Desprez Victor
Caisse de Gestion des Licences
Végétales (CGLV)
Sté d'Intérêt Collectif des Obtenus de
Variétés Végétales (SICASOV)
Présidents

Doussinault Gérard
INRA
Chercheur

Malpel Georges-Pierre
A.G.P.B.

Petitpas Henry
F.D.S.E.A

**Autres personnalités scientifiques ayant participé aux
travaux**

Coleno Alain
INRA
Directeur Scientifique des Productions
Végétales

Chominot Albert
INRA – INA - PG

Derieux Maurice
INRA - Génétique et Amélioration des
Plantes

Dosba Françoise
INRA-Génétique et Amélioration des
Plantes

Forêt Louis
Directeur d'Agri-Obtention – Directeur

Jayet Pierre Alain
INRA – ESR

Lefort Pierre-Louis
GIP GEVES

Le Guen joël
INRA - Génétique et Amélioration des
Plantes

Le Nard Marcel
INRA - Génétique et Amélioration des
Plantes

Pecaut Pierre
INRA - Génétique et Amélioration des
Plantes

Pelletier Georges
INRA - Génétique et Amélioration des
Plantes

Poisson Charles
INRA - Génétique et Amélioration des
Plantes

Schweisguth Bertrand
INRA - Génétique et Amélioration des
Plantes

Viau Claude
INRA – ESR

ANNEXE 1

COMPTE-RENDU DES TRAVAUX DU GROUPE

EVOLUTION DES REGLES ET DES INSTITUTIONS DANS
L'INDUSTRIE DES SEMENCES

PIERRE BENOIT JOLY

INRA - SERD

EVOLUTION DES REGLES ET DES INSTITUTIONS DANS L'INDUSTRIE DES SEMENCES

1

HYPOTHESES DE CADRAGE SUR L'EVOLUTION DES REGLES ET DES INSTITUTIONS

Les règles et les institutions structurent le jeu des acteurs. On ne saurait donc les laisser à l'écart, dans un exercice de prospective, surtout pour l'industrie des semences, dans laquelle elles jouent un rôle central.

Deux domaines réglementaires distincts ont en effet marqué l'histoire récente de l'industrie des semences :

▪ **Le premier concerne les droits de l'obteneur**

Le brevet n'étant pas adapté à la protection de la propriété intellectuelle des obtenteurs, un droit *sui generis* est conçu : celui de la Convention de l'Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales (UPOV). Moins coûteux que le brevet, il permet au titulaire d'un COV de s'opposer à l'utilisation de sa variété à des fins commerciales mais non comme source initiale de variabilité dans des schémas de sélection. Nous reviendrons sur cette spécificité.

▪ **Le second concerne la protection des utilisateurs**

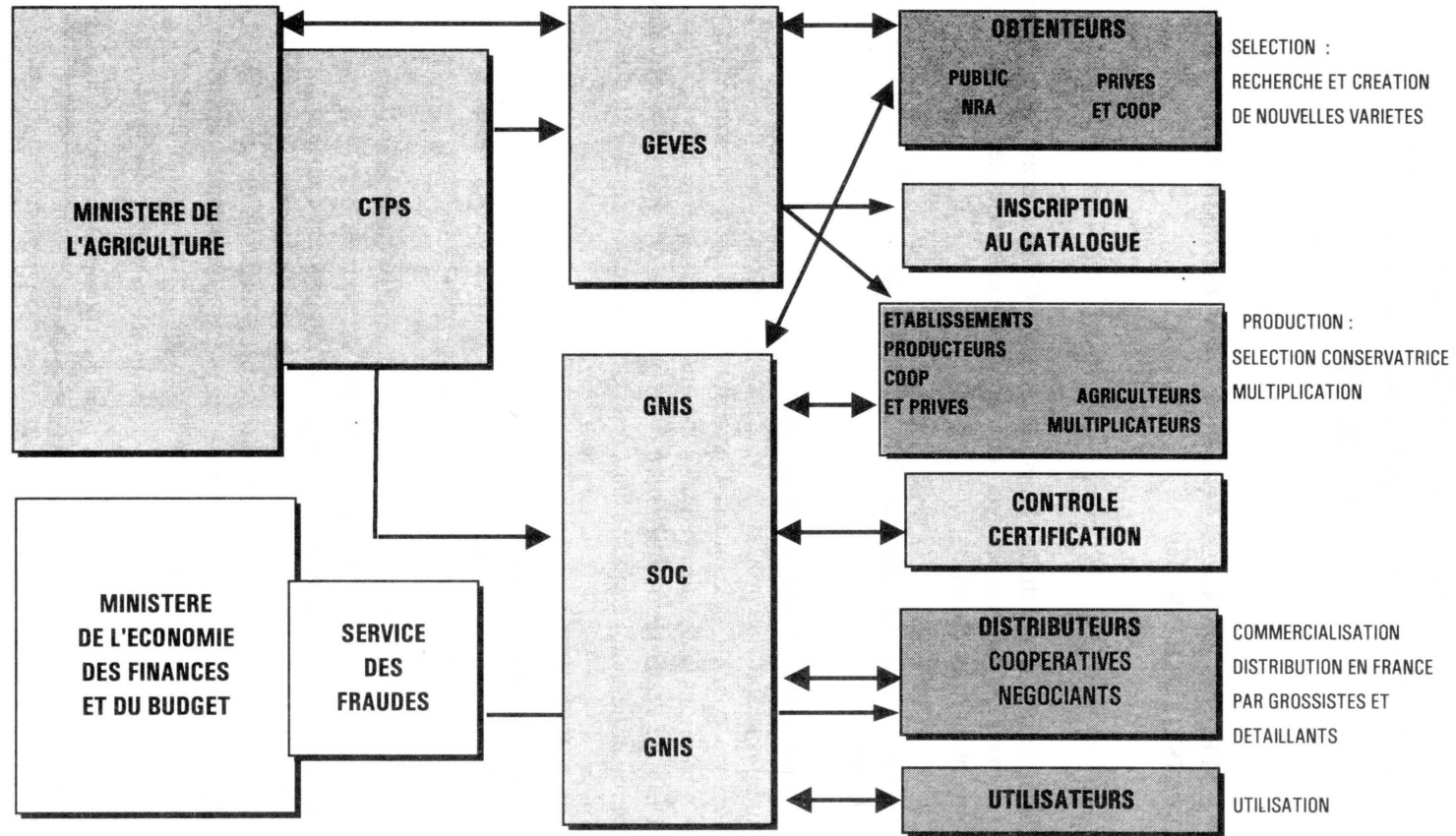
Afin d'assurer la protection des utilisateurs et de favoriser une diffusion rapide du progrès génétique sont mises en place deux réglementations complémentaires :

- *l'inscription des variétés au Catalogue Officiel* : pour être commercialisée en France, une variété doit être inscrite au Catalogue Officiel¹ et, pour ce faire, subir avec succès des tests de Valeur agronomique et technologique (VAT) pendant deux ans ;

- *la certification des semences* : toute semence vendue en France doit être produite selon des standards de qualité et sous le contrôle des Services officiels de contrôle (SOC) qui garantissent que la semence correspond bien au prototype variétal (pureté spécifique, pureté variétale) et qu'elle est de bonne qualité technique (taux de germination).

¹ Depuis 1970, la Commission Européenne a mis en place des Catalogues Communs autorisant la libre circulation des variétés végétales au sein de la future Union Européenne.

**Diagramme 1 : ORGANISATION DU SECTEUR FRANCAIS
DES SEMENCES ET PLANTS**



- INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique
- CTPS** : Comité Technique Permanent de la Sélection
- GNIS** : Groupement National Interprofessionnel des Semences et Plants
- SOC** : Service Officiel de Contrôle et de Certification
- GEVES** : Groupe d'Etude et de Contrôle des Variétés et des Semences

Source GNIS

Cet encadrement réglementaire fort se manifeste également par la mise en place d'instances diverses qui permettent une gestion commune de ces activités par l'administration et par la profession (Cf. Diagramme 1).

Sous la pression conjointe de l'émergence des biotechnologies et des modifications des rapports de force entre les acteurs en présence, les règles et les institutions connaissent depuis dix ans des modifications importantes. Ces modifications concernent *les modalités de financement de la recherche* liées à l'évolution du contexte économique (négociations sur les semences de ferme) et aux modifications des techniques et des stratégies des entreprises (protection de la propriété intellectuelle) et les *règles d'utilisation des produits de procédés biotechnologiques*.

2

LES MODALITES DE FINANCEMENT DE LA RECHERCHE

♦ 2.1. Le problème des semences de ferme et ses différentes solutions possibles ²

Ces toutes dernières années, une baisse importante de l'utilisation de semences certifiées de céréales à paille, affecte durement ce domaine d'activité. A court terme, la production de semences de céréales à paille enregistre des pertes très élevées. A moyen et long terme, le maintien d'une telle situation entraînerait probablement la disparition des activités d'obtention.

Ce problème important est intéressant car il permet de bien saisir un changement qualitatif dans l'attitude des agriculteurs vis-à-vis du facteur de production "semence". En creux, il conduit à poser des questions essentielles pour le devenir de cette activité : qui doit financer le progrès génétique ? quel est le niveau souhaitable de financement ? quel doit être le rôle des pouvoirs publics (subvention, collecte des taxes, réglementation, exécution de la R&D,...) ?

² Cette note se base sur le compte rendu de la réunion de l'Atelier « semences de fermes » organisé le 7/4/94 à l'INRA, à laquelle participaient: Bannerot H., Baychelier, Bellot P.Y., Bustin N., Catton B., Desprez V., Jamet J.P., Joly P.B., Lecoœur H., Mordillat P.. Les remarques écrites de MM Bellot, Desprez, Gracien et Mordillat ont permis d'améliorer la première version de ce texte. La version finale n'engage cependant que son auteur.

• 2.1.1. Le constat et les évolutions possibles

Depuis 1983/84, on assiste à une stagnation du marché des semences de céréales à paille. Cette stagnation est relayée par une tendance à la baisse à partir de 1989/90 et par un effondrement lors de la campagne 1993. Alors que le taux d'utilisation des semences de céréales à paille en blé était traditionnellement de 55%, il serait tombé à un niveau de 43-44% (voir statistique GNIS).

La conséquence de cette dégradation est double :

▪ au niveau de la production et de la commercialisation de semences :

la campagne 1993 - 1994 s'est effectuée dans des conditions déplorable, de nombreux offreurs ayant choisi de "brader" les produits. Dans des cas certes exceptionnels, certaines coopératives ont offert les semences à leurs clients. Très souvent, les établissements ont diminué les prix de 30 à 40 F/q afin d'augmenter les ventes. Ce comportement a eu pour effet de limiter la baisse de la demande, et a surtout bénéficié au circuit court qui a progressé de 8% en volume alors que le circuit long baissait de 15%³. En moyenne, le prix de vente s'est établi à 150 F/q. A ce prix, de nombreux établissements ne couvrent pas leurs coûts de production et doivent donc financer l'activité semences par un report de marges venant d'autres activités (approvisionnement, collecte,...) ;

▪ au niveau des obtenteurs :

les obtenteurs sont rémunérés par une redevance (ou droits de licence) directement perçue sur leurs ventes lorsqu'ils sont également producteurs ou versée par le producteur lorsque celui-ci constitue une entité différente. Les droits de licence sont variables selon les variétés. La SICASOV s'efforce cependant d'harmoniser les droits de licence par classe d'âge des variétés. En moyenne, les droits de licence sont de **35F/q de semences certifiées**. La baisse de l'utilisation de semences certifiées a donc un effet mécanique puisqu'elle réduit l'assiette sur laquelle les obtenteurs perçoivent leurs droits. Le niveau minimal pour assurer la survie d'une population suffisante d'obteneurs de céréales à paille est estimé à 220 millions de Francs soit un total de 6,5 à 7 millions de quintaux de semences certifiées.

³ Le circuit court (producteur - agriculteur) correspond à la vente directe de semences par un établissement dans sa zone d'influence alors que le circuit long passe systématiquement par un distributeur (producteur - distributeur - agriculteur). Actuellement, le circuit long représente le tiers du marché contre les 2/3 pour le circuit court. Ces dix dernières années ont vu une substitution progressive du circuit court par rapport au circuit long.

Au cours de la campagne 1993/94 le taux d'utilisation des céréales est tombé à 53% (49% pour le blé tendre), mais celui-ci est remonté, lors de la campagne suivante à 56% (51% pour le blé tendre).

A long terme, on peut supposer deux évolutions opposées :

- **H1** : si aucune mesure n'est prise, le taux d'utilisation pourrait s'établir à 20-25%, ce qui correspond au niveau minimal nécessaire pour le renouvellement des variétés. Sous une hypothèse de maintien des superficies de céréales à paille à leur niveau actuel, les volumes de semences certifiées utilisées seraient de 3 à 3,5 millions de quintaux et la rémunération des obtenteurs de 100 millions de Francs. A ce niveau, il apparaît assez clairement que la pression de sélection qui s'exerce sur les obtenteurs est trop élevée pour que se maintienne une population d'une dizaine d'entreprises. Bien qu'il soit difficile de la chiffrer, une telle réduction a une incidence considérable sur le progrès génétique, sur la diversité des variétés créées et sur le maintien des ressources génétiques. Pour les obtenteurs, une telle perspective est d'autant moins supportable que les budgets de R&D des différentes entreprises connaissent une forte croissance avec, notamment, la nécessaire intégration des nouvelles techniques de biologie cellulaire ou moléculaire. D'ailleurs, comme le souligne l'un des participants, les problèmes immédiats sont tellement graves qu'il est un peu illusoire de parler d'évolution à l'horizon 2010 si des mesures d'urgence ne sont pas prises.

- **H2** : une hypothèse raisonnablement optimiste qui pose une augmentation de l'utilisation des semences certifiées avec une stabilisation à 55-60% ou bien un élargissement de l'assiette de perception des droits des obtenteurs (en percevant ces droits sur des semences non certifiées). Dans ce cas, la recherche privée française sur les céréales à paille pourrait se maintenir grâce à un niveau de financement correct.

• 2.1.2. Les nœuds du problème

Avant d'envisager les différentes mesures possibles, pour se situer sous l'hypothèse raisonnablement optimiste, il convient d'explicitier trois points centraux. En effet, les discussions font apparaître qu'un manque de connaissances ou que des divergences sur certains problèmes ne permettent pas de représenter correctement les effets des mesures alternatives.

2.1.2.1. Les comportements des agriculteurs

Deux variables déterminent la demande de semences certifiées de céréales à paille : (i) les choix de culture des agriculteurs et (ii) le choix entre semences certifiées et semences de ferme.

A court terme, le premier choix est indépendant du prix des semences : à 150 F/q, la charge de semences/ha est de 200 F ; un doublement de cette charge ne représente qu'une augmentation de 10% des charges directes, soit encore 3 quintaux de blé⁴. Cependant, à long terme, il n'y a pas indépendance. Une suppression de certains programmes d'amélioration tenant à un effondrement du marché des semences certifiées pourrait provoquer une baisse de la performance relative du blé par rapport à d'autres cultures "hybrides".

Le deuxième choix pose le problème de l'élasticité de la demande par rapport aux prix. Il ressort des discussions les éléments suivants :

- **Au niveau des exploitations individuelles**, la fonction de demande (la demande exprimée en fonction des prix) est discontinue.

- M. Mordillat (AGPB) estime que le prix de réservation de l'exploitant pour l'achat de semences est équivalent au prix net culture qui lui est payé plus une majoration de 50 à 60%. Cette estimation avait été faite avant la réforme de la PAC, sur la base d'un prix net de 110 F/q. La majoration est donc de 55 à 66 F/q.

- Pour MM Catton et Desprez la campagne 1993 - 1994 permet de tirer des enseignements : la baisse des prix de 30 à 50 F/q pratiquée par les établissements a généralement permis un maintien des ventes, voire une augmentation de 10 à 20%. Des baisses de prix de 20 à 25 F/q étaient par contre sans effets. Notons que malgré cette pratique largement répandue, les ventes totales ont tout de même baissé ;

- **De telles estimations restent cependant fort imprécises**, ce qui peut s'expliquer par une très forte hétérogénéité des comportements des agriculteurs. Deux exemples donnés par M. Catton :

- dans le département de l'Eure et Loir, le blé est une production fort traditionnelle ; les exploitations agricoles, de dimensions importantes, disposent d'unités de stockage. *Le taux d'utilisation de semences certifiées y est de 20%;*

- dans le département de la Marne, le blé est réalisé dans des exploitations de grande taille, celles-ci ne disposant pas d'unités de stockage (la culture du blé ne s'y est répandue que récemment). *Le taux d'utilisation est de 60 à 70%.*

⁴ Compte tenu d'une tendance d'augmentation des rendements de 1 q/ha/an (dont 50% s'expliquent par le progrès génétique), cela ne représente jamais qu'un décalage de 3 ans.

Par ailleurs, il est connu que les petites exploitations ont un taux d'utilisation de semences certifiées plus fort que les grandes, que le taux d'utilisation varie selon les comportements des coopératives (problèmes des queues de contrat, triage à façon,...).

Ainsi, les comportements des agriculteurs ne sont pas homogènes, ce qui rend difficile l'estimation des élasticités, données qu'il est absolument nécessaire pour évaluer l'efficacité d'une politique de subventions.

▪ **Il faut probablement redouter un effet d'irréversibilité dans les comportements.**

Lorsque des agriculteurs se sont organisés, se sont équipés et parfois regroupés pour produire des semences de ferme, ils reviennent difficilement aux semences certifiées. De ce fait, les producteurs de semences de pois protéagineux portent sûrement une responsabilité importante dans la dégradation de ce marché.

2.1.2.2. Existe-t-il un potentiel lié à des initiatives de la filière semences en termes de production et de commercialisation ?

Pour les céréales à paille, les agriculteurs n'acceptent que difficilement une charge semences de 200 à 250 F/ha alors que celle-ci est couramment de 700 à 800 F/ha pour les semences hybrides. Les producteurs de semences de céréales à paille utilisent-ils toutes les marges de manoeuvre dont ils disposent ?

Deux aspects peuvent être abordés :

- **L'efficacité de l'outil de production** : en France, on compte actuellement 140 usines de production de semences de céréales à paille alors que l'on sait que 50 à 60 d'entre elles seraient suffisantes pour fournir le marché ⁵. De nombreuses unités peu efficaces subsistent. Cependant, remarque M. Catton, les prix sont alignés sur les coûts de production les plus efficaces en circuit court. Les unités peu efficaces vendent à perte. On ne peut donc pas attendre un assainissement de la filière par la seule suppression des unités les moins performantes.

- **Contrairement au marché des semences hybrides, l'innovation commerciale est absente.** M. Bellot souligne que la conjonction entre une réglementation contraignante et un comportement peu dynamique des producteurs provoque un véritable nivellement par le bas. Seuls 100 000 q de semences de céréales à paille (sur un total de 7 millions q) font l'objet d'une politique originale de services. Les producteurs français ne se sont pas lancés dans les semences "en vrac" et n'ont pas exploré l'ensemble des possibilités qui

⁵ La capacité de production totale est de 15 millions de quintaux alors que les ventes de la campagne 1993 se sont établies à 5,3 millions de quintaux seulement.

permettraient, par une **meilleure segmentation** du marché, de maximiser les retours sur investissement. Il prend l'exemple du marché des semences de céréales à paille en Angleterre ou du marché des semences de soja aux Etats-Unis : les normes de qualité y sont moins strictes, ce qui permet d'offrir un ensemble varié de produits de qualité différente, de la semence haut de gamme (très fort taux de germination, très bonne pureté...) à la semence bas de gamme (exemple des semences de soja aux Etats-Unis).

M. Baychelier abonde dans ce sens : il vaut peut-être mieux se limiter à un taux d'utilisation de semences certifiées de 35% mais le faire dans des conditions de prix et rentabilité convenables.

Quant à eux, MM Desprez et Catton estiment qu'une stratégie d'écramage est peu efficace pour une espèce autogame puisque cela impose de réduire considérablement l'assiette de recouvrement des droits de l'obteneur, ce qui va à l'encontre de l'objectif visé, sauf à prélever une taxe en dehors des semences certifiées. Par ailleurs, le marché des semences de céréales à paille est un marché banalisé, subissant la concurrence potentielle des agriculteurs, sur lequel les stratégies de segmentation se sont révélées peu efficaces. De même, il n'y a pas grand chose à attendre des stratégies de pelliculage. Compte tenu des piètres conditions de rentabilité et s'agissant de semences très pondéreuses, les possibilités sont extrêmement limitées.

De plus, selon M. Catton, la décomposition des coûts des semences fait apparaître que les stratégies visant à fournir une semence de bas de gamme ne permettront pas un abaissement significatif du prix ; la différence entre le prix des semences de ferme et celui des semences certifiées s'explique pour l'essentiel par la redevance qui est de 35 F/q. Plusieurs participants, dont M. Bellot, estiment que tel n'est pas le cas. Les semences de base, la prime de multiplication, les coûts de certification, les taxes interprofessionnelles contribuent aussi à expliquer cette différence. Cela explique que les trieurs à façon soient disposés à payer les redevances aux obtenteurs.

Les hybrides de blé, quant à eux, apporteraient bien évidemment une solution définitive à ce problème pour les semenciers. Les participants n'envisagent pas que, à court terme, cette solution soit crédible. Bien que des variétés de blé hybride soient proposées à la commercialisation en 1994, leur intérêt est encore contestable. Les producteurs de semences de blé hybride reconnaissent eux-mêmes qu'il faudra encore 4 ou 5 années pour démontrer l'intérêt des hybrides ⁶.

⁶ M. Majestée, Coop de Pau, entretien personnel avec PB Joly le 8/4/94.

2.1.2.3. Ce que permettent les textes actuels et ce que pourraient apporter les textes actuellement en discussion

Une précision importante concerne la loi de 1970 portant sur la protection des obtentions végétales. Le procès de Nancy a en effet montré que cette loi autorise la perception des droits de l'obtenteur sur toutes formes de semences et non pas seulement sur les semences certifiées. Malheureusement, ces affaires ont également montré que la perception d'un tel droit n'est pas chose facile. En de nombreuses occasions, des réactions violentes des agriculteurs ont clairement montré qu'ils ne perçoivent pas la légitimité du recouvrement de ces redevances. Devant les difficultés d'une application stricte de la loi, les différents acteurs sont parvenus à des solutions de compromis.

Le rappel de ce contexte est essentiel : en la matière, disposer d'une loi pour prélever des redevances autrement que par les semences certifiées ne constitue pas une condition suffisante. Encore faut-il bénéficier d'un accord largement partagé avec la profession agricole.

C'est en effet dans ce même contexte qu'il faut considérer l'article 13 b de la proposition de règlement communautaire instituant un régime de protection des obtentions végétales. Celui-ci reconnaît *de jure* le privilège du fermier⁷ pour un certain nombre d'espèces de plantes fourragères, de céréales, de plantes oléagineuses et pour les pommes de terre. En compensation, les agriculteurs sont "tenus de payer au titulaire une rémunération équitable". Les "petits agriculteurs" (surface équivalente en céréales inférieure à 92 tonnes) sont exonérés de ce droit. Cependant, le texte est très clair sur la responsabilité du recouvrement :

"La responsabilité du contrôle de l'application des dispositions du présent article ou des dispositions adoptées au titre du présent article incombe exclusivement aux titulaires ; dans l'organisation de ce contrôle, ils ne peuvent pas avoir recours aux services d'organismes officiels".

De facto, la situation créée par le projet de réglementation ne serait guère différente de la situation actuelle. Cela pose, encore une fois, le problème de l'accord avec la profession agricole.

⁷ On peut se baser sur ce texte comme référence en la matière car, dans un souci d'équilibre des droits, la proposition de Directive sur les brevets devrait s'aligner sur la position du règlement de l'obtenteur pour le privilège du fermier.

• **2.1.3. Les différentes mesures envisagées**

L'ensemble des participants s'accorde pour reconnaître qu'une « taxe recherche » qui s'élèverait à 40 F / ha serait à la fois suffisante pour régler le problème des obtenteurs et n'aurait qu'une faible incidence sur l'économie des exploitations agricoles.

D'ailleurs, la Coordination Nationale pour la Défense des Semences de Ferme (CNDSF) envisage quatre modes possibles de financement de la recherche variétale :

- sur la production de céréales et de protéagineux, par un prélèvement au prorata des tonnages produits ;
- une retenue sur la prime compensatoire à la source ;
- un prélèvement au vu des produits de traitement et d'enrobage des semences qu'achètent les trieurs à façon et les agriculteurs qui font des semences de ferme ;
- un prélèvement versé par les trieurs et les agriculteurs qui font des semences de ferme (une façon de légaliser triage à façon et semences fermières), à l'instar d'une taxe professionnelle. (Agra-France, n°2453, 5/3/94)

Cependant, d'un point de vue juridique, toute mesure obligatoire, effectuée par des services officiels, est à exclure car on se situe dans le cadre du droit privé.

Différentes solutions sont néanmoins envisageables. On en présente deux principales :

▪ **Solution 1 : Prélèvement des droits sur les semences certifiées et sur les "semences grises"**

Définition : les semences grises sont les semences qui sont préparées par des trieurs à façon.

Les semences grises représentent environ 35% des semences utilisées. On peut envisager de percevoir une demi-taxe (18F/q sur ces semences).

Type de semence	Quantités (10 ⁶ q)	Redevance (F/q)	Total des redevances (millions de Francs)
Semences certifiées	6	35	210
Semences grises	2,5	18	44
Total des redevances			254

Cependant, il faut compter avec les ajustements dynamiques qui ne manqueront pas d'avoir lieu. On ne sait pas en effet comment les semences grises vont se positionner entre les semences de ferme et les semences certifiées. Le risque est d'assister à un double effet de substitution : des semences de ferme par rapport aux semences grises et des semences grises par rapport aux semences certifiées. De tels effets diminueraient considérablement la portée de la mesure.

Bien qu'ils soient difficiles à évaluer a priori, ces effets de substitution ne doivent pas être négligés. Il est donc fort probable qu'une telle mesure ne résolve pas tous les problèmes. Ne gommant pas les effets de substitution, elle entraîne une fuite vers les semences n'acquittant pas les droits.

Avantages :

- la mesure peut être mise en oeuvre rapidement (il suffit d'organiser la perception des droits auprès de 300 ou 400 installations de triage à façon à poste fixe) ;
- elle n'entraîne aucune dépense budgétaire ;
- les trieurs à façon sont prêts à verser des redevances.

Inconvénients :

- il est difficile d'apprécier son effet a priori ;
- avec ce système, il existe encore des distorsions liées à des différences dans les droits appliqués selon les différentes catégories de semences.

▪ **Solution 2 : Prélèvement d'un droit équivalent quel que soit le type de semences utilisé**

L'idée centrale est de restaurer des conditions de concurrence "équitables" entre les différents types de semences. Les distorsions actuelles sont en effet liées au fait que seule une catégorie de semences acquitte des droits. Il s'agirait donc de prélever des droits de licence sur les semences certifiées et sur les semences grises et, sur les surfaces couvertes par les semences de ferme, une taxe recherche (qui pourrait être, pour fixer les idées de 30 à 40 F/ha).

En augmentant ainsi l'assiette de perception des droits, il serait possible de baisser le montant des droits de licence perçus actuellement sur les semences certifiées.

La perception des droits pourrait ne pas s'appliquer aux "petits producteurs", comme il est proposé dans le projet de règlement communautaire.

Avantages :

- supprime la distorsion ;

- assure le financement de la recherche ;
- pas de coût budgétaire.

Inconvénients :

- difficulté de mise en oeuvre car cette mesure doit être acceptée par les agriculteurs.

Ce dernier point a fait l'objet de discussions.

M. Catton rappelle qu'aujourd'hui, les grands producteurs de céréales ne sont que 150 000 ; ils représentent 80% de la production. Dans 3 à 4 ans, ils devraient être 110 à 120 000. Si les agriculteurs se regroupent pour préparer leurs semences, les obtenteurs pourraient n'avoir à faire "qu'à" 25 à 30 000 entités pour le recouvrement de leurs droits, ce qui pose des problèmes de gestion largement surmontables.

Donc, sur le plan technique, il est envisageable que le financement de la recherche soit assuré dans une relation directe entre l'obteneur et le producteur.

Le problème difficile consiste cependant à obtenir un large accord des producteurs sur le financement de la recherche. Celui-ci pourrait être obtenu d'autant plus aisément que la gestion des sommes collectées est réalisée en collaboration avec la profession agricole. L'organisation de ces relations dans le cadre de structures interprofessionnelles pourrait éventuellement jouer un rôle favorable.

Il n'en reste pas moins qu'un obstacle difficilement surmontable est le manque de cohésion actuel des structures professionnelles et syndicales.

Au printemps 1994, une autre solution était également envisagée : elle consiste en une subvention à l'utilisation des semences certifiées. Le projet du "groupe charnière" avait obtenu le soutien de nombreuses organisations professionnelles françaises⁸ ainsi que du COPA-COGECA. Il s'agissait d'une subvention de 5 ECU par quintal de semences certifiées : les 2/3 fournis par le FEOGA, le 1/3 fourni par un budget national (dont 2/3 prélevés chez les producteurs). Cependant, le coût budgétaire d'un tel projet était très élevé (140 millions d'ECU au niveau communautaire) compte tenu notamment de sa faible efficacité en termes de financement de la recherche.

La solution 2 est actuellement partiellement appliquée⁹.

L'idée est de rémunérer la recherche par le prélèvement d'une taxe basée sur l'hectare de culture, taxe dont les agriculteurs qui utilisent des semences certifiées seraient exemptés. Une interrogation demeure concernant les moyens mis en oeuvre pour percevoir la taxe: cette tâche doit-elle être organisée par les obtenteurs ? comment peut-on songer à l'équivalent de la SACEM ? quelle peut être la participation d'un organisme public ou para-public ? (...)

⁸ FNSEA, AGPB, FOP, FFCAT, INAC, SICASOV, FNAMS, GNIS.

⁹ Remarque ajoutée en décembre 1998.

◆ 2.2. La protection de l'innovation : Certificat d'Obtention Végétale, brevets, accès aux ressources génétiques et exclusivité sur les techniques de base

Ces 10 dernières années ont été marquées par une évolution rapide de la protection juridique des inventions biologiques. Sans nul doute, de telles évolutions ont été induites par le renouvellement des techniques. Avec l'application de certaines techniques de biologie cellulaire et de biologie moléculaire, le régime technique de l'obtention végétale est progressivement complété par celui de l'invention. Du point de vue de la protection juridique, il semble donc nécessaire de compléter les Certificats d'Obtention Végétale (COV) par les brevets. En effet, si les recherches en biotechnologie végétale permettent de réaliser des inventions qui satisfont les critères usuels de la brevetabilité (activité inventive, nouveauté, application industrielle), il n'y a pas de raison semble-t-il que ce domaine de la technique échappe au régime général des brevets.

Exposé ainsi, le problème semble simple et sa solution évidente. Cependant, une telle approche ne permet pas de comprendre pourquoi le parcours du dossier de la propriété intellectuelle est semé d'embûches. On ne comprend pas non plus pourquoi, exemple illustre parmi d'autres, la proposition de Directive de la Commission de l'Union Européenne sur la protection juridique des inventions biotechnologiques (ci-après appelée *Directive sur les brevets*), publiée pour la première fois en octobre 1988, est en cours de révision après son rejet par le Parlement Européen en février 1995.

Pour essayer de comprendre, il est donc nécessaire de resituer ce dossier dans un contexte plus large. En effet, admettons comme hypothèse de travail qu'avec la brevetabilité du vivant, on modifie un équilibre fragile d'autant plus sensible qu'il se situe au point de convergence de différents débats sociétaux :

▪ **le libre accès aux ressources génétiques** a lui même plusieurs dimensions qui renvoient à autant de débats :

- une dimension liée aux rapports Nord/Sud ;
- une autre qui tient aux rapports interindustriels (rapports entre l'industrie des semences et l'agrochimie pour rester schématique) ;
- une, enfin, qui relève de ce qui doit être public et de ce qui doit relever de l'initiative privée au double-sens de l'appropriation et du financement des activités.

▪ **les rapports entre propriété privée, droits d'usage et droits de la propriété intellectuelle**, particulièrement illustrés par le débat animé et récurrent sur le "privilège du fermier".

- **les rapports entre l'homme et la nature**, dimension bioéthique du dossier des brevets que nous n'abordons pas ici (et pourtant c'est celui qui a fait refuser la directive européenne...).

- **2.2.1. Un bilan rapide de l'évolution des droits de la propriété intellectuelle (DPI) dans l'industrie des semences**

Il nous faut tout d'abord retracer l'évolution récente des DPI afin de rappeler les modifications majeures et de dresser un état des lieux. L'exercice est périlleux car le droit et les règlements se prêtent mal aux tentatives de synthèse, surtout lorsque leur auteur n'est pas un spécialiste de la matière. Pourtant, une telle tentative de synthèse s'avère nécessaire même si différents ouvrages dressent des états des lieux de façon tout à fait complète¹⁰.

Le schéma 2 donne un aperçu général de l'évolution. Lorsqu'on retrace la séquence des événements historiques on observe que la possibilité de breveter des micro-organismes puis des plantes et enfin des animaux a eu un impact très important dont deux éléments concernent tout particulièrement l'industrie des semences :

- Au cours des années 1980, les pays du sud ont le sentiment que les négociations de l'Engagement International sur les Ressources Phytogénétiques de la FAO (signé en 1983 mais modifié de façon substantielle aux différentes Conférences de la FAO), basées sur le statut de **Patrimoine Commun de l'Humanité**, les entraînent dans une direction qui ne leur est pas favorable. Si les biotechnologies sont couvertes par des brevets, il convient de contrôler l'accès aux ressources génétiques afin de négocier, en retour, l'accès aux technologies. L'accord entre la société pharmaceutique nord-américaine Merck et le Costa Rica (via IN-Bio), conclu début 1992, apparaît alors comme un modèle du genre. De telles idées inspirent de nombreuses délégations des pays du sud au cours des négociations de la Convention Internationale sur la Diversité Biologique, signée à Rio en juin 1992. Cette dernière affirme la **Souveraineté Nationale** sur la biodiversité et que les bénéfices issus de l'utilisation des ressources génétiques doivent être partagés de façon équitable. Progressivement, l'Engagement International est adapté à "l'esprit de Rio" de sorte que, aujourd'hui, on envisage de l'adopter comme Protocole à la Convention sur la Biodiversité. On peut donc considérer que le statut de Patrimoine Commun de l'Humanité

¹⁰ Voir par exemple:

Bergmans B. (1991) *La protection des innovations biologiques*, Maison Larcier, Bruxelles

Hermitte M.A. (1987) *Le droit du génie génétique végétal*, Librairies Techniques, Paris

Hermitte (1991) *Brevets et agriculture*, Rapport pour l'Office Parlementaire d'Evaluation Scientifique et Technologique

est révolu ; l'accès aux ressources génétiques est de plus en plus contrôlé et soumis à des accords d'échange de matériel génétique (les "MTA" du monde anglo-saxon). Ces derniers prévoient la non utilisation à des fins commerciales lorsque l'accès concerne les milieux académiques ou bien un engagement de partage des bénéfices dans le cas contraire.

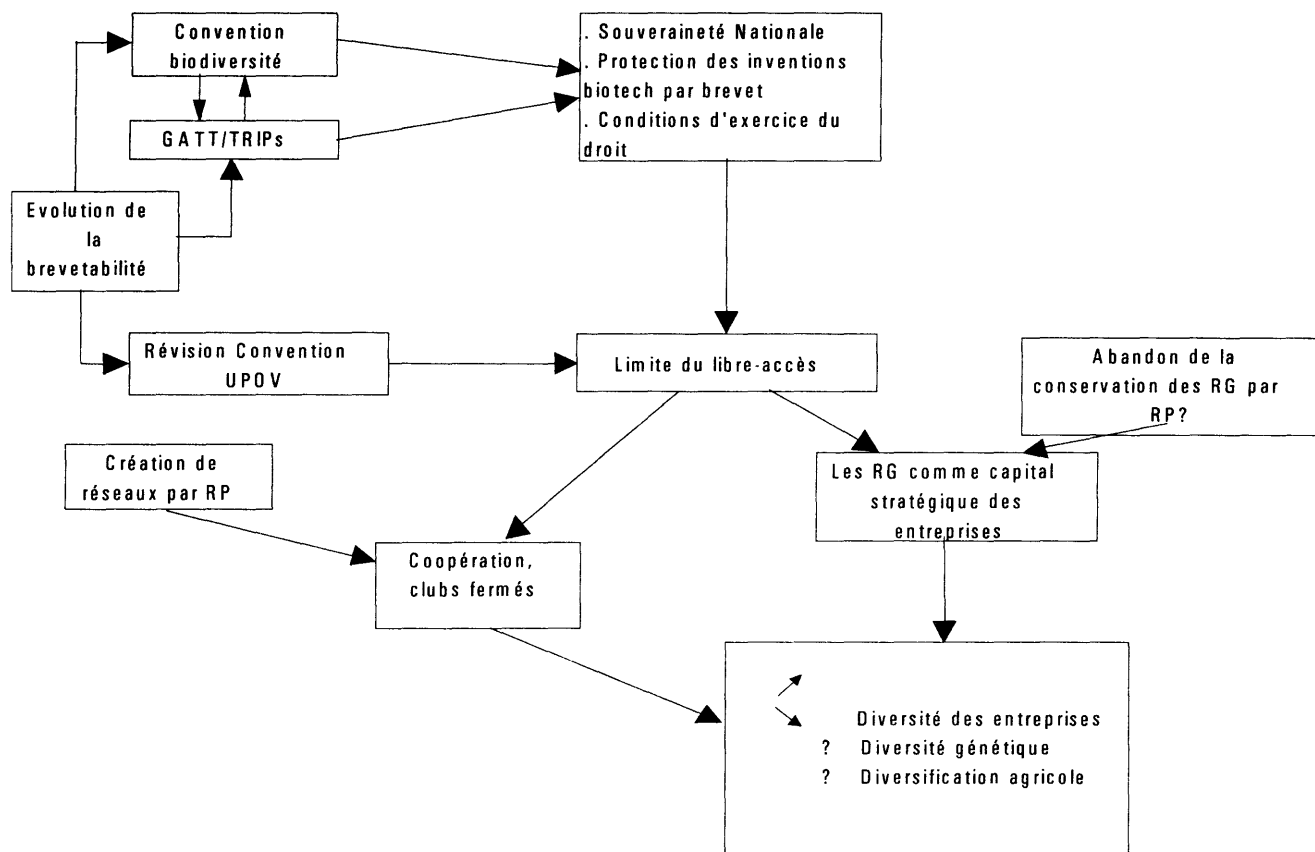
▪ Les brevets ne sont pas sans conséquence sur le droit de l'obtention végétale car, en l'absence d'une transformation de ce dernier, ils conduisent à un traitement inéquitable de l'inventeur et de l'obteneur. En effet, avant la révision de la Convention UPOV (mars 1991), l'inventeur pouvait utiliser une variété A protégée par COV, créer une variété Ax distincte de la première et commercialiser celle-ci sans demander l'autorisation au titulaire du COV de la variété A. La réciproque n'est pas vraie : si un obteneur utilise une variété Ax pour créer une variété distincte Bx, il reste sous la dépendance du brevet qui couvre le gène x. Compte tenu de cette très forte distorsion, il était donc nécessaire de réviser la Convention UPOV ; ce faisant, une série de débats latents étaient ouverts, concernant particulièrement : le privilège du fermier (Cf. 2.1), l'autorisation de double-protection,... Cependant, c'est l'introduction du concept de variété essentiellement dérivée (VED) qui retiendra notre attention dans ce paragraphe compte tenu que, selon l'interprétation qui en est donnée, ce concept peut altérer profondément le principe prévalent de libreaccès aux ressources génétiques.

Notons en outre que le Traité de l'OMC/GATT n'est pas sans effet puisque les Accords relatifs aux ADPIC (Aspects des Droits de Propriété Intellectuelle qui touchent au Commerce) font obligation aux Etats signataires de se doter d'un droit de protection de la propriété intellectuelle pour les variétés végétales, fut-ce un droit *sui generis*. De plus, ce texte vise à limiter la pratique des licences obligatoires.

Il est encore difficile de statuer sur les conséquences de ces textes (notamment la Convention Biodiversité et l'Accord du GATT), résultat de compromis et dont les multiples ambiguïtés laissent une grande place à l'interprétation. Cependant, ils s'inscrivent dans un mouvement général d'accroissement de l'appropriabilité de la recherche et des organismes vivants.

Une question centrale demeure : celle de savoir dans quelle mesure la recherche publique (R.P.) peut contribuer au maintien d'un "espace" de libre échange du matériel génétique. Au niveau international, la décision de mise sous tutelle de la FAO des collections génétiques des CIRA (Centres de Recherche Agricole Internationale) est particulièrement importante. En France, il semble plutôt que l'on se dirige vers des organisations « hybrides » semi-ouvertes, comme c'est le cas par exemple du réseau pour la conservation des ressources génétiques des céréales à paille.

Schéma 2: Dynamique de transformation des règles et évolution du statut des ressources génétiques



• 2.2.2. Une analyse des questions en suspens

En termes prospectifs, deux points sont à considérer de façon spécifique :

- l'impact prévisible du brevet des biotechnologies végétales et
- la transformation du Certificat d'Obtention Végétale (COV).

2.2.2.1. Les brevets vont-ils changer les conditions d'appropriabilité des méthodes et des procédés ?

Il faut tout d'abord faire un bilan rapide de l'évolution de la jurisprudence.

Aux Etats-Unis, tout d'abord, rien dans la loi ne s'opposait à la protection par brevet des variétés végétales. Le premier brevet revendiquant une variété fut accordé en 1985 (USPTO, Hibberd Case). Depuis, de nombreux brevets revendiquant des inventions en biotechnologie végétale sont déposés et acceptés, qu'ils revendiquent ou non des plantes sous la forme de variétés.

En Europe, la situation est assez différente puisque les pays signataires de la Convention de Munich (1973) se trouvent liés par l'article 53 b qui exclut du brevet les variétés végétales et les races animales. Cependant, cet obstacle fut très vite surmonté : la Chambre de Recours Technique considéra en effet que cet article ne concerne que les variétés végétales *stricto sensu* c'est-à-dire au sens où elles sont protégeables par COV (décision T320/87)¹¹. Ainsi, rien ne s'oppose à ce que, dans un brevet, soient acceptées les revendications qui portent sur les constructions génétiques, les vecteurs, les cellules transformées et les plantes dans lesquelles s'exprime le caractère génétique visé.

Ainsi, les brevets en biotechnologie végétale font généralement l'objet de dépôts aux Etats-Unis et en Europe et les professionnels considèrent qu'à ce stade, les différences sont mineures¹². Précisons néanmoins deux éléments nouveaux :

- le rejet par le Parlement Européen du Projet de Directive du Conseil sur la Protection juridique des inventions biotechnologiques : parce qu'inattendu, ce rejet révèle la très forte incertitude qui résulte d'un cheminement erratique de la construction européenne. Une nouvelle mouture de la Directive doit être présentée fin 1996 ;
- l'acceptation, par l'Office Européen des Brevets, de la procédure d'opposition contre un brevet de Plant Genetic System, limitant les revendications de ce dernier aux cellules transformées. Si une telle décision fait jurisprudence, les différences entre la protection des brevets aux Etats-Unis et en Europe deviendront substantielles.

Plusieurs éléments prospectifs doivent être pris en considération¹³ :

▪ *l'évolution des rapports entre le brevet et le COV :*

Il semble que la ligne de démarcation entre le COV et le brevet ne soit pas amenée à se déplacer de façon substantielle. Aux Etats-Unis, les brevets de variétés végétales demeurent exceptionnels ;

▪ *la question de l'étendue des brevets :*

C'est un sujet de préoccupation important car certains brevets comportant des revendications très larges peuvent sembler conférer à leur titulaire des droits exorbitants. Le brevet sur la PCR suscite encore de nombreuses discussions ; dans le domaine végétal, plusieurs brevets "majeurs" pourraient avoir des effets analogues (promoteur 35S, stratégie ARN anti-sens, résistance aux virus par la protéine capsidique, vecteur binaire, brevet couvrant tous les cotons transgéniques, ...).

Cependant, ces cas semblent plutôt constituer des exceptions, liées à une situation de rupture technologique. L'analyse des dépôts actuels montre que l'étendue des brevets tend

¹¹ Qui s'inspire de la décision T59/83 du 26.7.83.

¹² Il faut encore attendre de voir quelle sera l'attitude des différents tribunaux nationaux dans les actions en contentieux pour porter une appréciation complète.

¹³ Ces éléments ressortent notamment des discussions de l'Atelier « Propriété intellectuelle et organisation de la recherche », organisé à l'INRA le 19/4/95.

à diminuer. Compte tenu qu'en quelques années, l'état de l'art a avancé très rapidement, il est bien difficile d'avoir une activité inventive telle que des revendications très larges puissent être acceptées.

▪ *la concurrence entre les offreurs de "biotechnologies" :*

L'analyse des profils technologiques des entreprises impliquées dans le développement des biotechnologies par les dépôts de brevets est riche d'enseignements. Une étude réalisée par l'INRA/SERD a repéré plus de 1100 dépôts de brevets entre 1980 et 1992 en biotechnologies végétales (*lato sensu*)¹⁴. Elle montre que les profils technologiques sont peu différenciés : la plupart des organisations impliquées (une cinquantaine dans le monde) maîtrisent les mêmes techniques de base et prennent pour cible des applications analogues. Bien sûr, elles se distinguent par des avances et des retards souvent liés à des variations dans l'intensité de l'investissement. Cependant, leurs bases de connaissances et leurs compétences sont très proches. Il s'ensuit que les "offreurs de biotechnologies" forment un *réseau dense d'interdépendance technologique*.

Ça et là, des positions exclusives fortes peuvent apparaître. On songe notamment aux brevets de gènes codant pour des caractéristiques qualitatives bien déterminées. Cependant, de telles situations ne semblent pas devoir se rencontrer très fréquemment. On peut toutefois craindre que, par le jeu de licences croisées sur des domaines technologiques donnés, les offreurs organisent des situations d'exclusivité forte. Toutefois, compte tenu d'une vitesse de diffusion faible, l'impact sur les structures industrielles devrait se trouver assez limité.

2.2.2.2. La révision du COV aura-t-elle un impact sur le libre-accès au matériel génétique ?

Comme indiqué ci-dessus, la nouvelle version de la convention de l'UPOV adoptée par la conférence diplomatique de mars 1991 introduit le concept de "Variété Essentiellement Dérivée" (VED).

L'article 14.5 précise en effet que l'obteneur d'une VED devra obtenir l'autorisation de l'obteneur de la variété initiale à des fins de commercialisation :

"Une variété est réputée essentiellement dérivée d'une variété ("variété initiale") si :

- elle est principalement dérivée de la variété initiale, ou d'une variété qui est elle-même principalement dérivée de la variété initiale, tout en conservant les expressions des caractères essentiels qui résultent du génotype ou de la combinaison de génotypes de la variété initiale.
- elle se distingue nettement de la variété initiale et

¹⁴ Joly, de Looze (1995) « An analysis of innovation strategies and industrial differentiation through patent applications: the case of plant biotechnologies» (forthcoming, Research Policy)

- sauf en ce qui concerne les différences résultant de la dérivation, elle est conforme à la variété initiale dans l'expression des caractères essentiels qui résultent du génotype ou de la combinaison de génotypes de la variété initiale”.

La convention précise que :

“Les variétés essentiellement dérivées peuvent être obtenues, par exemple, par sélection d'un mutant naturel ou induit ou d'un variant somaclonal, sélection d'un individu variant parmi les plantes de la variété initiale, rétrocroisements ou transformation par génie génétique”.

L'application de ces dispositions pose des problèmes d'interprétation dans lesquels s'expriment jeux d'influence et rapports de force. En effet, si le déséquilibre entre brevet et COV donna l'impulsion initiale pour une révision du texte, celle-ci fut l'occasion tant attendue par certains pour changer les règles du jeu. Depuis longtemps en effet, de nombreux professionnels critiquent les possibilités étendues de démarcation scientifique (ou d'“amélioration cosmétique”) permises dans le cadre du COV. On cherche donc le moyen d'étendre la portée du droit, en d'autres termes, d'augmenter la distance nécessaire pour qu'une variété soit distincte d'une variété préalablement inscrite.

La solution envisagée par la convention révisée permet de résoudre le problème en le déplaçant légèrement : une variété pourra être distincte mais dépendante.

La société Pioneer, par exemple, cherche à obtenir une protection de ses pools génétiques, ce qui lui permettrait d'affirmer sa position de leader sur le marché mondial des semences de maïs. Aussi propose-t-elle l'interprétation suivante :

“Pioneer has proposed an EDV boundary equivalent to the similarity that would be expected between an inbred line (A) used once as a recurrent parent in a backcrossing scheme to the F1 A*B (where A and B are unrelated by pedigree)”

La position majoritaire qui s'exprime en France est favorable à une conception plus restrictive des VED, ce qui laisserait un espace d'opérations plus important pour les “petits obtenteurs”.

3

LE TRAITEMENT REGLEMENTAIRE DES BIOTECHNOLOGIES : L'ADAPTATION DES REGLEMENTATIONS DE MISE SUR LE MARCHÉ DES SEMENCES ET DES PRODUITS ALIMENTAIRES

A plusieurs reprises, en Europe ou aux Etats-Unis, le problème de la dissémination des Organismes Génétiquement Modifiés s'est trouvé au centre de l'actualité. En effet, les

risques environnementaux liés à l'utilisation de ces nouvelles techniques suscitent de nombreuses interrogations et provoquent des craintes.

Au cœur même de la communauté scientifique, on constate un partage entre ceux qui, d'une part, rejettent toute discrimination des plantes génétiquement transformées et considèrent qu'il faut les considérer sans a priori, comme les autres produits et ceux qui, d'autre part, adoptent une attitude prudente, estimant que devant l'inconnue et la méconnaissance des risques, aussi faibles soient-ils, il convient d'adopter une démarche progressive. Au risque de donner une vision caricaturale, on peut considérer que de telles différences se retrouvent dans la pratique des instances réglementaires. Aux Etats-Unis, le choix a été fait de ne pas créer d'organes réglementaires spécifiques aux OGM (dont le concept même n'est pas accepté); comme tous les autres produits, les plantes transgéniques doivent subir un certain nombre d'examen, selon l'utilisation envisagée. Les différences instances réglementaires sont alors chargées de les mettre en œuvre : USDA, FDA, EPA,... L'Europe, sous la pression des mouvements écologistes, mais s'inspirant de l'expérience française ¹⁵ a adopté un cadre réglementaire et des organes spécifiques. L'expérience tend à montrer que, dans la pratique, les différences concernant l'expérimentation des plantes transgéniques ne sont pas très importantes. Toutefois, des différences sensibles pourraient être observées du point de vue des conditions de mise sur le marché et de l'utilisation des produits alimentaires.

Dans ce sens, le décalage croissant entre le nombre de plantes transgéniques autorisées à la commercialisation aux Etats-Unis (près d'une vingtaine pour 1996) et en Europe (aucune à part le tabac résistant au bromoxynil) a lieu d'inquiéter.

◆ 3.1. Un point rapide sur les évolutions réglementaires en Europe ¹⁶

Au niveau européen, la Directive concernant la dissémination volontaire d'OGM (90-220) prévoit les principales dispositions concernant l'expérimentation et la mise sur le marché

¹⁵ La Commission de Génie Biomoléculaire (CGB) créée en 1984 a favorisé en France la réalisation d'expérimentations sur les plantes transgéniques, considérant avec pragmatisme que c'était l'une des conditions pour mieux connaître les risques. Les procédures légères mais efficaces mises en œuvre par une administration diligente expliquent probablement que la France soit le second pays après les Etats-Unis pour le nombre d'autorisations d'essais au champ de plantes transgéniques. Cette Commission vise à modifier les risques potentiels (aussi faibles soient-ils) en demandant pour chaque dossier une description moléculaire précise des constructions génétiques réalisées. De l'avis même de certains industriels, cette exigence a donné l'habitude de travailler beaucoup plus « proprement ».

¹⁶ Ce paragraphe reprend certains éléments de l'exposé de Jean Marrou au Séminaire Agrogène des 6 et 7 février 1995. On conseille vivement au lecteur de se reporter à ce texte pour une information plus précise et complète sur ce dossier : Marrou (1995) *Réglementation française sur les variétés génétiquement modifiées*.

des variétés génétiquement modifiées. Afin d'assurer la sécurité et la libre circulation des marchandises, une telle directive s'avère tout à fait nécessaire.

Sa traduction en droit français est assurée par la loi 92-654 du 13/7/92 et par différents Décrets et Arrêtés.

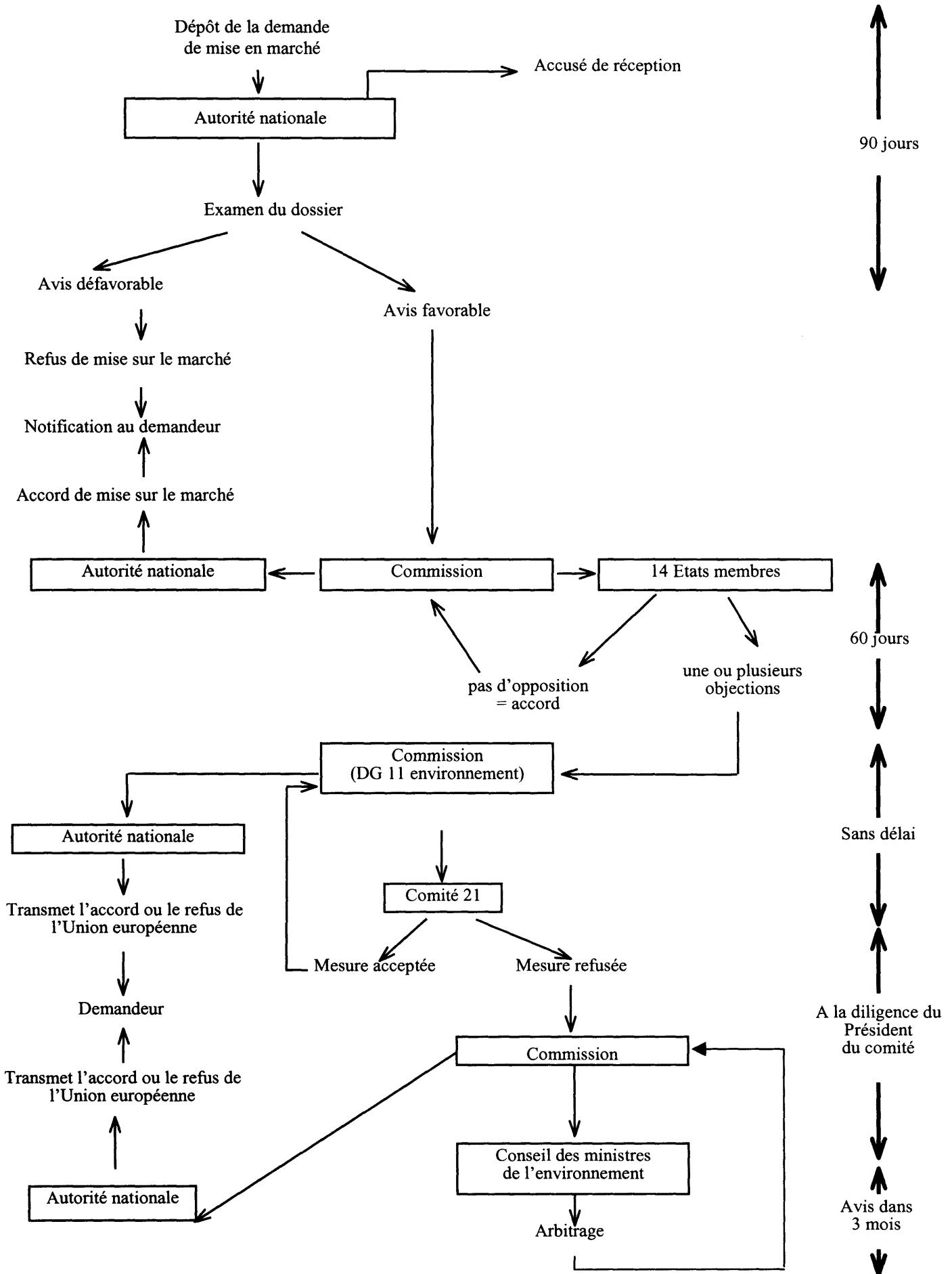
Les différentes procédures qu'il n'est pas possible de détailler dans ce cadre distinguent nettement les problèmes de l'expérimentation de celui de l'autorisation de mise sur le marché, ce qui se conçoit aisément car les conditions de suivi et de contrôle sont tout à fait différentes. En France, l'autorisation de dissémination à des fins de recherche et de développement est donnée par le Ministère chargé de l'agriculture, sur avis de la CGB (le Ministère chargé de l'Environnement peut exercer son veto); la Commission et les Etats membres doivent en être informés. Par contre, les demandes d'autorisation de mise sur le marché sont sous le contrôle de la Commission de l'Union Européenne. En cas d'objection d'un des Etats membres, la Commission demande l'arbitrage du Conseil des Ministres de l'Environnement.

Les autorisations de dissémination à des fins de recherche et développement sont nombreuses et ne posent pas de problème. La procédure est simple, rapide et peu coûteuse. Des amendements successifs de la Directive 90-220 visent à simplifier les procédures de demande d'autorisation aux fins de recherche et de développement (voir Marrou, 1995 pour une analyse détaillée).

Par contre, début 1995, une seule autorisation de mise sur le marché avait été accordée : celle concernant le tabac résistant au Bromoxynil. Le parcours du dossier semble s'être fait sans obstacles particuliers mais cela peut tenir au fait que les risques de pollution génétique sont très faibles. On ne peut donc pas extrapoler à partir de ce premier cas. Rappelons que la procédure peut s'avérer longue et contraignante en cas de conflit (schéma 3).

Autre élément d'incertitude, les conditions d'utilisation des produits alimentaires issus de plantes transgéniques. En Europe, nous n'avons aucune expérience sur laquelle s'appuyer. Aux Etats-Unis, par contre, l'exemple de la tomate Mac Gregor's (FLAVRSAVR) de l'entreprise Calgene est intéressant. Devant une vive réaction des groupes écologistes à ses projets de mise sur le marché de la tomate long life, l'entreprise a choisi de passer par les fourches caudines de l'USDA. La controverse portant sur l'utilisation du gène codant pour une résistance à la kanamycine, Calgene utilisa la réglementation sur les additifs alimentaires pour démontrer l'innocuité de son produit. Il est difficile d'estimer dans quelle mesure cette décision joua sur la suite des opérations. Toujours est-il que la tomate ne fut pas boycottée, bien au contraire. Quoique clairement identifiées comme produit transgénique (la publicité met en avant l'utilisation du génie génétique pour l'obtention du nouveau produit), les tomates se vendirent sans problème, bénéficiant semble-t-il de l'attrait de la nouveauté.

Schéma 3 : Mise en marché d'une variété génétiquement modifiée : la marche à suivre



Cette expérience illustre bien la nature des liens entre réglementation et acceptabilité des produits¹⁷. Dans certains cas, les entreprises ont besoin de sécuriser leurs clients en s'appuyant sur les expertises d'organes indépendants, de tiers extérieurs qui permettent de balayer des doutes quant à la qualité, l'innocuité ou la toxicité des produits.

En Europe, les débats d'experts sont focalisés sur le projet de Règlement "Novel Food" (Nouveaux aliments). Ce projet en était fin 1994 à sa énième version et son adoption n'était pas assurée compte tenu d'une absence de consensus sur plusieurs points importants :

- **le problème de l'étiquetage** : faut-il que les produits issus d'OGM portent une mention spéciale permettant de les reconnaître ?

- **le problème des procédures** : est-il nécessaire d'avoir des procédures extensives de test d'innocuité ou de toxicité ou bien, peut-on rechercher une simplification des procédures en utilisant autant que possible les références historiques sur l'utilisation du produit (méthode des équivalences substantielles et des arbres de décision) ?

Le premier point renvoie à la discussion précédente. Il ne faudrait pas en portant l'attention sur les seuls règlements prendre la proie pour l'ombre. Potentiellement, les problèmes d'acceptabilité des produits existent en tant que tels. On connaît encore mal les déterminants de tels comportements. Cependant, des représentants d'associations de consommateurs mettent en garde contre une fausse solution : en prêtant à penser au public que l'on a voulu lui cacher quelque chose, l'absence d'étiquetage peut avoir des effets négatifs beaucoup plus importants qu'une discrimination supposée. Au demeurant, les acteurs industriels sont souvent conscients de ce risque ; ils revendiquent avant tout la liberté d'étiqueter ou de ne pas le faire mais aussi, ils recherchent la garantie d'une réglementation flexible et évolutive. Une telle revendication semble fondée compte tenu du rythme d'évolution des connaissances scientifiques et techniques.

Le besoin d'une réglementation flexible vaut également pour le second point (les procédures). La crainte partagée par certains industriels et par des représentants de l'administration française est que, sous l'influence d'acteurs imprégnés par la culture de l'industrie pharmaceutique, l'innovation alimentaire soit régie par un carcan réglementaire très lourd. Le représentant d'une entreprise très impliquée dans les biotechnologies végétales a mentionné un coût supérieur à 2 millions de \$ pour l'instruction de dossiers de nouveaux produits alimentaires. Même s'il faut se garder d'extrapoler de tels chiffres, on conçoit aisément que, compte tenu des marges faibles, des coûts réglementaires élevés

¹⁷ Les éléments qui suivent reprennent les discussions de l'atelier sur les nouvelles réglementations organisé à l'INRA le 19/4/95.

auraient probablement une incidence négative très importante sur le développement des biotechnologies végétales.

◆ 3.2. Quelles perspectives d'évolution ?

Le durcissement des réglementations sur l'utilisation des plantes transgéniques n'est pas une hypothèse à exclure, même si les évolutions les plus récentes vont dans le sens d'une simplification des procédures.

Pour plus de 70%, les produits agricoles passent par la transformation agro-alimentaire. Or, ces grands utilisateurs ne sont pas forcément intéressés par ces nouveaux produits, voire dans certains cas, redoutant des mouvements de boycott sur l'ensemble de leurs marques, ont une attitude de très grande prudence.

Dans un tel contexte, la réglementation apparaît comme l'un des facteurs de la diffusion des biotechnologies végétales. Le choix des premiers produits qui seront commercialisés est crucial. S'il apparaît qu'ils n'apportent pas grand chose aux utilisateurs et que, par contre, leur impact sur l'environnement peut être contesté, on peut être entraîné dans un cycle de justification sur le fond dont la seule issue serait un renforcement de l'état réglementaire. Cela devrait inciter à la plus grande prudence concernant le dossier des plantes transgéniques résistantes aux herbicides.

4

LISTE DES HYPOTHESES

Hypothèse A : “Du fait des brevets, certaines techniques de base et/ou certaines séquences ne sont pas accessibles à l'ensemble de la profession”

Commentaire :

- Cela peut sembler contradictoire avec les résultats de l'atelier sur la propriété intellectuelle (à savoir : faible probabilité de brevets verrous). Cependant, force est de reconnaître que les brevets sur les techniques diminuent les possibilités d'accès, même lorsque leurs détenteurs ont des politiques de licences ouvertes. Par contre, les brevets sur les séquences et sur leurs utilisations peuvent constituer la base de positions de monopole pour certaines fonctions particulières (Cf. les brevets sur les enzymes delta-désaturases).
- Même si l'on ne voit pas clairement les contours futurs de l'exercice de la propriété intellectuelle, force est de reconnaître que, par rapport à une situation où la recherche publique est la principale source de techniques de base, le changement est important.

- Globalement, les brevets bénéficient aux entreprises à fort potentiel en biotechnologie ; elle est même une condition nécessaire pour la viabilité des stratégies de leadership technologique qui misent sur le caractère générique de certaines techniques et évitent d'investir dans les semences (les "parasemenciers").

Hypothèse B : "Le cadre juridique limite le libreaccès à la variabilité génétique"

Commentaire :

- Cette hypothèse découle principalement de la révision de la Convention UPOV qui marque l'introduction du concept de variété essentiellement dérivée. Lorsqu'en mars 1991 la nouvelle Convention sera appliquée, le démarquage scientifique des variétés ne sera plus possible.
- Les délais d'application sont encore incertains compte tenu d'une difficile mise au point des règlements techniques. Toutefois, une application en routine d'ici l'an 2000 est fort probable. L'incertitude subsiste sur l'étendue du champ de la dépendance : estime-t-on que la variété est dépendante lorsqu'elle comporte 95% ou seulement 70% de la variabilité de la variété démarquée? Selon la réponse apportée, la régulation est sensiblement différente. L'esprit de la Convention conduit plutôt à une définition restrictive de la dépendance (seuil de 95% ou plus).
- Sous cette hypothèse, les entreprises qui ont une bonne maîtrise de la variabilité génétique se trouvent renforcées. Compte tenu de la baisse de la démarcation scientifique, la rentabilité de leur recherche devrait en effet augmenter. Le rapport de force avec les entreprises qui ont des stratégies de leadership technologique s'améliore également. Bon nombre d'entreprises semencières spécialisées, de dimension moyenne se trouvent ainsi confortées.

Hypothèse AI : "Réaction de rejet vis-à-vis des plantes transgéniques"

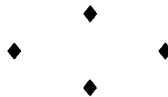
Commentaire :

- L'incertitude est très élevée compte tenu que l'issue dépend à la fois de la perception du risque par le public et du jeu de différents groupes d'acteurs sur l'instrument réglementaire. Les controverses actuelles sur l'utilisation des plantes transgéniques résistantes aux herbicides illustrent bien la complexité des phénomènes en cause. Cependant, on ne peut pas exclure que la perception que nous avons de l'attitude du public soit biaisée par l'action des groupes « activistes » qui, comme Jeremy Rifkin aux Etats-Unis, jouent de la complexité des arguments pour créer de grands mouvements d'opposition. Cependant, l'expérience de la tomate "Favr Savr" comme celle du lait

produit avec l'utilisation de la BST montrent que le public n'a pas les comportements escomptés : il consomme !

- On peut supposer qu'il existe un lien entre l'acceptation des nouveaux produits et l'intensité du contrôle réglementaire. Un contrôle rigoureux, exercé par des instances crédibles qui agissent dans la transparence, peut donner confiance aux consommateurs. Des conditions d'examen sévères imposées dans une période transitoire peuvent donc, *in fine*, jouer un effet positif sur l'utilisation des plantes transgéniques.
- Les réactions de rejet en période transitoire sont défavorables aux leaders. Si ces réactions devaient être plus durables, les conséquences sur le développement des biotechnologies pourraient être extrêmement importantes.

Hypothèse AK : “Le taux d’utilisation des semences certifiées ne va pas diminuer”



ANNEXE 2

**NOTE SUR LES MODELES D'ENTREPRISES
DANS L'INDUSTRIE DES SEMENCES**

PIERRE BENOIT JOLY

INRA - SERD

NOTE SUR LES MODELES D'ENTREPRISES DANS L'INDUSTRIE DES SEMENCES

1

INTRODUCTION

Trop souvent orientée vers une politique de champions nationaux, la politique industrielle passe souvent sous silence l'un des caractères marquants des structures industrielles : la diversité des entreprises. Une telle tendance est bien naturelle car l'appréhension de cette réalité complexe qu'est la dynamique industrielle semble subitement possible lorsque l'on suppose qu'il existe une forme idéale d'entreprise, "un modèle", qui devient du coup un guide opérationnel pour les actions de l'Etat ou pour les stratégies d'entreprise.

L'industrie des semences n'échappe pas à un tel constat. En effet, la réalité est d'autant plus trompeuse que l'on pourrait penser qu'à une époque dominée par la présence de PME familiales et de coopératives régionales succède l'ère des grands groupes industriels de la chimie / pharmacie et des petites entreprises de high tech. Différentes observations vont dans ce sens (Cf. Joly & Ducos, 1993) :

- Depuis la fin des années 1960, l'industrie des semences a connu une vague massive d'acquisition / fusion d'entreprises. Parmi les 12 premières entreprises au niveau international, rares sont celles dont l'activité semencière est encore dominante.

- En France, quelques restructurations particulièrement significatives sont intervenues depuis 1993 :

✓ L'entreprise Orsan, filiale de Lafarge Coppée, s'est progressivement désengagée de l'activité semencière en cédant tout d'abord les activités semences de grande culture à Maisadour (hors l'activité blé hybride) et, plus récemment, sa participation dans Clause à son partenaire Rhône-Poulenc Agrochimie.

✓ Le groupe Sanofi a cédé ses actifs semenciers (Rustica et Prograin) et ses recherches en biotechnologie végétale à Pau Euralis (ex- Coop de Pau) ;

✓ Les groupes Limagrain et Rhône Poulenc Agrochimie ont regroupé leurs activités semencières : ils détiennent ensemble Limagrain Grandes Cultures (83% Limagrain, 17% RPA) ; Limagrain Grandes Cultures détient à 50/50 avec RPA un GIE qui reprend l'ensemble des recherches en biotechnologie végétale des deux groupes.

✓ Enfin, Pau Euralis a choisi de rattacher ses recherches en biotechnologies végétales (anciennement réalisées par Sanofi) dans le GIE RPA/LG .

Compte tenu de ces restructurations, tout se passe comme si les structures industrielles françaises à même de développer les biotechnologies végétales se regroupaient progressivement en un seul pôle.

Néanmoins, il apparaît que de telles visions peuvent être prises en défaut lorsqu'on change légèrement de perspective :

- malgré les nombreuses restructurations, la concentration de l'industrie des semences reste très faible : les 12 premières entreprises ne représentent que 22% du marché mondial dans cette industrie contre 85% dans l'industrie des phytosanitaires. Une telle différence structurelle s'explique non seulement par des différences dans l'histoire de ces deux industries. Elle tient également à la très forte segmentation des marchés de l'industrie des semences ;

- compte tenu de cette segmentation, les entreprises de grandes dimension n'ont pas un avantage concurrentiel déterminant. Une entreprise spécialisée sur une niche de marché peut se retrouver dans une position très favorable, ce qui explique que l'on n'observe pas de relation positive entre la taille et les performances économiques et financières.

- Comme le faisait remarquer un observateur averti : "aux USA, les groupes de la chimie ont racheté 40% des parts de marché il y a 15 ans ; ils n'ont plus aujourd'hui que 25% de ce même marché." Une telle observation conduit à faire l'hypothèse de la spécificité du métier de semencier.

Ces considérations sont particulièrement importantes pour un organisme de recherche finalisée comme l'INRA. En effet, il est beaucoup plus difficile d'organiser les relations industrielles (et, par induction arrière, les recherches qui leur sont liées ¹⁸) lorsque l'on est en présence d'une diversité des centres de décision et d'une grande hétérogénéité des acteurs. Schématiquement, deux questions centrales se posent :

- la diversité industrielle observée correspond-elle à une phase transitoire ou bien peut-on supposer qu'elle est l'une des caractéristiques permanentes de cette industrie ?

¹⁸ Concernant le lien entre type de recherche et relations industrielles, envisagé dans le cadre de l'analyse des stratégies de laboratoires du DGAP, cf. Joly et Mangematin, 1995.

- en tant qu'acteur de la recherche, l'INRA doit-il agir en faveur du maintien de cette diversité ou, au contraire, doit-il contribuer à son élimination progressive, par des stratégies restrictives de diffusion de ses résultats ?¹⁹

Afin de se doter d'un outil qui permette d'aborder efficacement ces questions, la présente note construit plusieurs typologies d'entreprises. Cela revient à distinguer trois niveaux dans l'élaboration des modèles d'entreprise :

- **Le premier niveau** se réfère aux activités semencières *stricto sensu* et considère les différences dans l'organisation des entreprises selon les différentes filières. S'opposent schématiquement deux modèles nettement différents :
 - le modèle hybride (avec une variante importante, le modèle potagères)
 - le modèle "lignées"

L'esquisse de ces modèles a simplement pour but de raisonner de façon différenciée l'impact des hypothèses d'évolution de l'économie de la production agricole. Par exemple, une tendance accrue à la réduction des coûts de production a un très fort impact sur le modèle lignée, un impact modéré sur le modèle hybride, un faible impact sur le modèle potagères. Sous cette hypothèse, on peut donc envisager une différenciation accrue des différentes filières (ce qui est le cas aux Etats-Unis) : quelles en sont les conséquences sur le fonctionnement du secteur (création variétale notamment) ? Quels enjeux pour l'économie nationale ? (...) Autre hypothèse, le passage de certaines plantes du modèle lignée au modèle hybride (le colza actuellement, éventuellement le blé à plus long terme) : quelles conséquences pour l'organisation du secteur, (...) ?²⁰

- **Le deuxième niveau** se réfère à une différenciation des entreprises selon leur potentiel technologique, concernant notamment les biotechnologies.
- **Le troisième niveau** se réfère enfin aux formes d'organisation. Il est donné à titre indicatif mais, dans un premier temps, il n'est pas utilisé de façon opérationnelle. Pour une présentation plus détaillée, on se référera à Estadès et alii, 1995.

Dans la quatrième section, sont explicités les liens entre les différents types d'entreprises, les techniques qu'elles maîtrisent, leurs objectifs principaux et leurs méthodes. L'identification de ces liens est une étape décisive si l'on souhaite intégrer le travail sur les entreprises à celui réalisé sur les sciences et techniques. C'est à partir de ce travail qu'il est probablement possible de resituer l'évolution des techniques dans le contexte du jeu

¹⁹ Pour une excellente analyse de ces questions, voir Lemarié, 1995.

²⁰ Réciproquement, on pourrait se demander quelles seraient les conséquences d'un passage des hybrides vers les lignées (l'INRA doit-il investir dans l'apomixie ?), ce qui pourrait conduire à envisager des formes radicalement différentes d'évolution de l'organisation de ce secteur d'activité.

des acteurs. Une identification de l'impact des différentes hypothèses sur le cadre réglementaire permet de compléter cette première analyse.

2

LES TROIS MODELES D'ENTREPRISES SEMENCIERES

◆ 2.1. Le modèle hybride

• 2.1.1. Caractéristiques générales

- dépendance des agriculteurs,
- taux de marge unitaires très élevés,
- le taux de marge industrielle dépend du volume car certains "coûts fixes" sont élevés (notamment marketing,...). Cela explique une très forte dispersion des indicateurs de performance,
- intégration verticale forte,
- la semence est un produit sophistiqué, peu pondéreux,
- utilisation du marketing moderne (segmentation de la clientèle, moyens de communication,...).

• 2.1.2. Types d'entreprises

- semenciers de "deuxième génération" (entités créées au XX^e siècle) (Pioneer, Limagrain, Pau-Euralis, KWS, Van der Have, Maisadour, RAGT,...),
- groupes diversifiés (Sandoz, Ciba-Geigy, Cargill, Zeneca, Upjohn²¹,...).

• 2.1.3. Tendances d'évolution

- au cours des années 70/80, une rente forte explique une croissance rapide par diversification et internationalisation (avec des niveaux de réussite divers),

²¹ En 1995, Asgrow, filiale semencière de Upjohn, est reprise par le groupe mexicain Pulsar pour un montant de 300 millions US\$. Ce même groupe a également acquis deux entreprises de semences potagères (Petoseed et Royal Sluis). L'ensemble de ces entités a donné naissance à la société Seminis Vegetable Genetics qui détient 30% du marché mondial des semences potagères (contre 20% pour le groupe Sandoz).

- la diversification vise à atteindre une masse critique élevée ou à diminuer les risques de l'entreprise par effet de portefeuille.

◆ 2.2. Le modèle “lignées”

Le terme “lignées” ne doit pas être entendu au sens précis des sélectionneurs. Les entreprises qui correspondent au « modèle lignées » sont celles qui, par opposition au “modèle hybride”, produisent des semences reproductives de faible valeur ajoutée. Ainsi, trouve-t-on dans cette catégorie des semences qui correspondent effectivement à des lignées (céréales à paille, pois protéagineux) mais également les fourragères (bien que les variétés utilisées ne soient généralement pas des lignées).

• 2.2.1. Caractéristiques générales

- l'agriculteur reste un concurrent,
- les marges unitaires sont faibles,
- la marge industrielle est très limitée à tous les niveaux,
- faible niveau d'intégration verticale,
- semences pondéreuses, produit peu sophistiqué.

• 2.2.2. Types d'entreprises

- semenciers traditionnels (première génération les “agronomes de génie”: Desprez, Benoist, Pichot, Momont,...),
- les coopératives, surtout dans la production (intégration de l'obtention dans la période récente - 30 dernières années - ,
- pas de grands groupes diversifiés.

• 2.2.3. Tendances d'évolution

- bonnes marges pour les obtenteurs, très menacées si les tendances actuelles se prolongent. Très faibles marges pour les producteurs/distributeurs (voire pertes ces dernières années),
- possibilités de croissance limitées par la rentabilité du capital,
- entreprises dont la logique de la rémunération du capital n'est pas dominante :
 - ✓ logique patrimoniale pour les entreprises familiales
 - ✓ logique de “service global” aux adhérents pour les coopératives

◆ 2.3. Le modèle “potagères” (variante du modèle 1)

• 2.3.1. Caractéristiques générales

Les caractéristiques générales sont très proches du modèle hybride²² :

- dépendance des agriculteurs,
- taux de marge unitaires très élevés,
- intégration verticale forte,
- la semence est un produit sophistiqué, peu pondéreux,
- utilisation du marketing moderne (segmentation de la clientèle, moyens de communication,...),
- très grande diversité des produits qui valide les stratégies de niche, éventuellement au plan international.

• 2.3.2. Types d'entreprises

- entreprises niches, souvent sous contrôle familial (Cf. les hollandaises, ...),
- groupes mondiaux plus ou moins diversifiés (Sandoz, Limagrain, Asgrow,...),
- nouveaux entrants parasemenciers sur nouvelle qualité (long life,...),
- présence marquée de groupes japonais (Sakata, ...).

• 2.3.3. Tendances d'évolution

- entreprises “niche” : internationalisation ; à terme, problèmes de maintien liés au contrôle familial
- groupes diversifiés : consolidation des structures industrielles hétérogènes résultant d'une forte croissance externe

Remarque transversale

La distinction est importante pour analyser les effets différenciés de :

²² Pour les “semences humides” (melon, tomate), même dans le cas où les variétés sont des lignées, les comportements s'apparentent au “modèle hybride”. Par contre, pour les semences sèches et pondéreuses (le haricot par exemple), on observe des comportements proches du “modèle lignée”.

- Une dégradation de l'économie de la production agricole

Modèle	Impact de l'économie agricole
Hybride	modéré
Potagères	faible <i>(relative déconnexion vis-à-vis de la production agricole grâce notamment au segment des amateurs)</i>
Lignées	fort <i>(c'est là que les logiques de réduction de coût par autoproduction des semences ont des effets immédiats)</i>

- La révision de la Convention UPOV (introduction de la dépendance avec la notion de variété essentiellement dérivée)

Modèle	Impact de la révision UPOV
Hybride	fort ²³ <i>(disparition progressive des entreprises axées sur la création variétale)</i>
Potagères	modéré <i>(une meilleure protection peut améliorer la viabilité des petites entreprises spécialisées qui souffrent actuellement d'un piratage de leur matériel par des contrefacteurs)</i>
Lignées	modéré

²³Conférerait un avantage déterminant aux entreprises qui ont gagné une avance technologique grâce à l'amélioration des populations (cf. Pioneer pour le maïs). Conduirait les entreprises de faible dimension, vivant sur la démarcation des lignées ou sur le matériel végétal public, à la ruine. Cet effet est moins marqué pour les semences potagères compte tenu d'une très forte segmentation des marchés; au contraire, une meilleure protection peut renforcer la viabilité des stratégies de niche.

Elle est également importante pour envisager les modifications structurelles du passage des lignées vers les hybrides pour de nouvelles espèces (colza, éventuellement blé,...) et leurs effets sur le système semencier.

3

LA DIFFERENCIATION DES ENTREPRISES SELON LEUR POTENTIEL TECHNOLOGIQUE

La notion de potentiel technologique est définie par la *relation entre l'ensemble des techniques maîtrisées par l'entreprise et les stratégies globales mises en oeuvre*. Il s'agit donc de la description d'une situation d'état et non d'un pronostic sur les techniques que les entreprises pourront maîtriser dans l'avenir.

Cette notion a un double intérêt :

- Elle permet d'éclairer le jeu des entreprises autour de la maîtrise des biotechnologies. Trois attitudes globales sont distinguées :
 - Adopte-t-on une stratégie de leadership technologique ?
 - Essaie-t-on de suivre en se dotant des capacités d'absorption qui permettront éventuellement d'imiter les leaders ?
 - Ou bien encore, choisit-on de se recentrer sur le métier afin de renforcer ses points forts et négocier l'accès aux nouvelles techniques ?

- On peut supposer que les types d'entreprises sont assez stables du fait d'une assez forte inertie technologique et organisationnelle. Ces attitudes dépendent en effet de trois facteurs :
 - La base de connaissances de l'entreprise qui contraint l'espace des stratégies praticables : les PME ne peuvent pas jouer la carte du leadership technologique (...)
 - Les anticipations technologiques des acteurs : pour jouer la stratégie de leadership, il faut penser que les biotechnologies sont la source d'une véritable rupture technologique(...)

Trois types d'entreprises doivent donc être distingués.

◆ 3.1. Les “biotechnologues parasemenciers”

- Choix stratégique de ne pas entrer dans les semences car ils considèrent que cela correspond à un métier différent qui ne les intéresse pas.
- Ils ont donc une forte stratégie de différenciation vis-à-vis du métier de semencier : l'idée est plutôt de jouer sur les valorisations possibles de l'innovation végétale, l'augmentation du progrès génétique telle qu'on l'entend généralement n'étant qu'une voie parmi d'autres.
- La valorisation de leur potentiel technologique peut prendre trois formes différentes
 - licence ouverte pour des techniques de base permissives²⁴ (promoteur 35S, PCR,...),
 - licence fermée, exclusive pour des applications spécifiques quand le partenaire potentiel existe et qu'il a une bonne position concurrentielle,
 - intégration verticale jusqu'aux produits finaux lorsque les partenaires potentiels sont défaillants.
- Ces groupes sont contraints à jouer un double-rôle :
 - un rôle de leaders technologiques (ils doivent donc “essayer les plâtres” pour les nouvelles réglementations),
 - un rôle de coordinateurs d'activités hétérogènes lorsqu'ils essaient de jouer sur le facteur qualité - problème des “IDP” - (Cf. par exemple FreshWorld, filiale commune Du Pont DNA Plant Tech ou bien encore les stratégies de différentes entreprises relatives aux acides gras de qualité).

• 3.1.1. Exemples d'entreprises :

- La plupart des entreprises spécialisées en biotechnologie (ESB) : PGS, Mogen, Calgene, Mycogene, DNA Plant Tech, Agrogene,...
- Quelques groupes industriels venant pour l'essentiel de la chimie : Monsanto, Du Pont,...
- Quelques grands groupes agro-alimentaires (Nestlé, Unilever, Danone, LVMH,...) : leur présence dans les recherches en biotechnologie mais leur rôle pourrait se renforcer considérablement. Avec la maîtrise de l'aval, ils disposent d'un atout stratégique indéniable ; leurs connaissances des contraintes technico-économiques de la transformation leur permettent d'identifier rapidement des cibles pour l'application des biotechnologies (Cf. le travail de Danone en collaboration avec l'INRA sur les blés biscuitiers, par exemple).

²⁴ Il s'agit de techniques génériques qui peuvent être utilisées dans des gammes d'application très larges. La captation de la rente se fait donc par application car les différentes applications sont protégées par des brevets. Dans ce cadre, on peut donc concevoir des exclusivités partielles (licence exclusive pour telle application dans telle plante).

- **3.1.2. Remarque sur l'évolution de ces entreprises :**

Les restructurations récentes conduisent à s'interroger sur le devenir des "biotechnologues parasemenciers" :

- les ESB sont de moins en moins indépendantes, avec notamment les prises de participation de Monsanto dans Calgene (40%) et de Dow Elanco dans Mycogene (40%) ainsi que la forte dépendance de DNA Plant Technology vis-à-vis de Du Pont de Nemours ;
- Monsanto prend une position importante dans l'activité semencière avec l'acquisition de 40% du capital de Dekalb.

Ces évolutions peuvent s'expliquer par une faible appropriabilité des inventions biotechnologiques qui tient à une grande proximité des brevets déposés (Cf. annexe sur les règles).

- ◆ **3.2. Les semenciers à fort potentiel en biotechnologie**

- Leur investissement en biotechnologie est plutôt spécifique car il résulte, à l'origine, de stratégies plutôt défensives.
- Lorsque la visée est offensive, il s'agit généralement de stratégies très ciblées sur des segments très particuliers.
- L'orientation des recherches est très dépendante des activités du groupe dans l'industrie des semences. D'ailleurs, au plan de l'organisation, les restructurations visent plutôt à rapprocher les biotechnologies de la recherche des différentes branches. D'un point de vue décisionnel, l'approche est plutôt "bottom up" que "top down".
- La justification importante de l'investissement dans les biotechnologies est l'augmentation de la capacité d'imitation ; c'est une assurance contre les ruptures technologiques. La logique industrielle spécifique de l'industrie des semences demeure très importante.

- **3.2.1. Exemples d'entreprises :**

- groupes diversifiés : Sandoz, Ciba-Geigy, Zeneca, Upjohn (...) ²⁵
- groupes spécialisés : Pioneer, Limagrain/RP, KWS, Van der Have,...

²⁵ Les grands groupes qui sont sortis récemment appartiennent à cette catégorie : Shell, Sanofi, Orsan,...

• **3.2.2. Remarque sur l'évolution de ces entreprises :**

Parmi les restructurations récentes, on note deux changements significatifs :

- la fusion de Ciba-Geigy et de Sandoz, qui tient aux restructurations en cours dans la pharmacie mais qui ne manquera de produire des effets importants dans les semences ;
- la fusion des activités semencières de Zeneca et de Van der Have à l'exclusion de Zeneca Plant Science - biotechnologies à usage agro-alimentaire - qui peut s'interpréter comme un retrait progressif de Zeneca des activités semencières.

◆ **3.3. Quelles perspectives d'évolution ?**

- Concentration sur le métier.
- Veille active dans les biotechnologies : très faibles recherches internes sur les techniques émergentes mais participation à des clubs, contrats "pour voir".
- L'optique est d'augmenter la capacité d'absorption (et également de négociation) pour intégrer les techniques émergentes dans le cadre de relations partenariales.

• **3.3.1. Exemples d'entreprises**

- obtenteurs de variétés de céréales à paille (Desprez, Benoist, ...),
- entreprises de dimension moyenne dans le modèle hybride (Pau-Euralis, RAGT, Maïsadour,...),
- entreprises "niches" dans les potagères.

L'évolution de ces entreprises dépend de deux séries de facteurs :

- les facteurs tenant à l'évolution de la pression de sélection évoquée à la fin du point 2;
- les facteurs tenant à l'appropriabilité des innovations.

4

LES DIFFERENTES FORMES D'ORGANISATION

On peut distinguer cinq types d'entreprises :

◆ **4.1. Les PME à contrôle familial (PME)**

- C.A. compris entre 30 et 500 millions de Francs,

- faible internationalisation
- un centre de recherche principal localisé au siège social de l'entreprise
- organisation fonctionnelle
- le directeur général assume souvent les fonctions de directeur de la recherche

◆ 4.2. Les coopératives semencières (CS)

- Il s'agit d'entreprises multiproduits qui ont une forte proportion d'activités dans le "modèle hybride".
- Les caractéristiques organisationnelles sont assez proches des PME. Sur le plan des territoires d'activité, on observe une logique nationale élargie. Du fait du modèle hybride, ces coopératives disposent de plusieurs centres de recherche pour se rapprocher des clients (Europe du Nord) ou pour avoir accès à du matériel tardif (Etats-Unis).
- Cependant, la nature coopérative de l'entreprise explique de fortes spécificités : une taille de groupe forte (1 à 3 milliards de Francs), la proximité vis-à-vis des agriculteurs maïs, en contrepartie, l'utilisation d'une partie des profits de l'activité semencière pour financer d'autres activités.

◆ 4.3. Les coopératives de production de semences (CPS)

- Ces coopératives limitent leur activité à l'organisation de la multiplication et à l'usinage des semences.
- Dans le maïs, elles sont sous-traitantes alors que pour les semences de céréales à paille, elles assurent également la commercialisation (importance du "circuit court").
- Dans les céréales à paille, la logique est celle du service à l'agriculture régionale. Dans le maïs, la multiplication peut constituer une importante source de profit.

◆ 4.4. Les groupes semenciers spécialisés (GSS)

- Il s'agit de groupes dont l'activité dominante est la semence maïs qui ont acquis une dimension internationale par croissance interne (Pioneer, KWS) ou par croissance externe (Limagrain).
- L'organisation est généralement divisionnelle : le groupe est géré par grande branche de produits et non par fonction.
- Le niveau de centralisation des décisions varie mais il est toutefois assez élevé.
- La logique industrielle définie par la gestion des produits est dominante dans l'organisation du groupe (d'où l'importance des branches). Entre les différentes branches, la complémentarité est surtout d'ordre financier (effet portefeuille, effet de taille) et permet d'investir dans des techniques génériques (outil informatique, biotechnologies).

◆ 4.5. Les groupes diversifiés implantés dans les semences (GD)

- Les comportements et l'organisation de ces groupes sont variés. On retrouve là à la fois des groupes pour lesquels l'activité semencière est importante et d'autres pour lesquels elle doit rester marginale.
- Se reporter à la typologie sur le potentiel technologique pour une explicitation de cette différence.
- Dans cette catégorie, il est nécessaire de distinguer les groupes dont l'activité dominante est la chimie ou la pharmacie et ceux dont c'est l'agro-alimentaire. En effet, les cultures d'entreprise sont très différentes, ce qui explique des comportements distincts concernant la recherche, la façon dont le groupe se représente les problèmes de qualité des produits alimentaires, l'attitude vis-à-vis des problèmes réglementaires...²⁶

Le tableau 1 analyse le potentiel de recherche industrielle en France en reprenant des catégories proches de celles qui viennent d'être présentées.

Tableau 1
Répartition du chiffre d'affaires semences et budget de R&D
des entreprises implantées en France
(1993, en millions de Francs)

Type d'entreprises	Nombre		Chiffre d'affaires semence (total) ²⁷		Budget R&D (total)	
PME à contrôle français	8	23 %	1 242	13 %	130	15 %
Coopératives françaises	7	20 %	4 228	45 %	345	39 %
Filiales de groupes semenciers français	8	23 %	1 419	15 %	142	16 %
Filiales de groupes semenciers étrangers	12	34 %	2 460	26 %	268	30%
Total	35	100 %	9 349	100 %	885	100 %

Source : Estadès et alii, 1995

²⁶ Notons toutefois une très faible implication des entreprises alimentaires françaises dans la sélection végétale, ce qui constitue l'un des grands handicaps du développement des biotechnologies végétales (cf. Algoud, Joly, 1995).

²⁷ Le total des chiffres d'affaire n'est pas comparable aux ventes en France (données élaborées par le GNIS) car :

- les CA des entreprises incluent le activités à l'étranger qui peuvent être très importantes dans certains cas (40% pour le groupe Limagrain) ;
- compte tenu des achats/ventes entre les différentes entreprises, une même marchandise peut être comptabilisée deux fois. En toute rigueur, il ne faudrait ajouter que les valeurs ajoutées afin d'éviter les double comptes.

En France,

- une dizaine d'entreprises ont un budget R&D supérieur à 30 millions de Francs.
- 14 entreprises ont un budget inférieur à 10 millions de Francs. Parmi ces dernières :
 - 5 sont des P.M.E. indépendantes
 - 7 sont des filiales de groupes étrangers
 - 2 sont des coopératives

5

QUELQUES UTILISATIONS DES TYPOLOGIES

◆ 5.1. Croisement des trois typologies

	Parasemenciers	Semenciers forts en biotechnologie	Semenciers faibles en biotechnologie
Modèle Hybrides	ε	GD GSS	CS CPS PME
Modèle Lignées	ε	0	PME CPS
Modèle Potagères	ε	GD, GSS	PME
Non spécialisés	GD		

◆ 5.2. Impact des jeux d'hypothèses sur les entreprises

A titre d'exemple, pour susciter la réflexion :

Evolution conjoncture Appropriabilité²⁸ agricole

²⁸ L'«appropriabilité» représente la capacité d'une entreprise à empêcher les autres d'utiliser sa propre technologie. L'«appropriabilité» peut s'expliquer par le brevet ou par d'autres types de propriété intellectuelle (par exemple, le C.O.V. dans l'industrie des semences). Les grandes enquêtes industrielles menées par l'Université de Yale aux Etats-Unis ou par l'INSEE en France montrent néanmoins que le brevet n'est le moyen privilégié de protection de l'innovation que dans des cas assez rares (pharmacie, chimie fine). En

	Forte	Modérée	Faible
Détérioration	- Relations partenariales - Baisse diversité - Avantage parasemenciers	- Spécialisation horizontale - Réduction de la diversité d'entreprises - Avantage aux GD, GS	- Sortie des parasemenciers - Concentration des semenciers
Maintien ou Croissance	- Relations partenariales - Baisse diversité - Avantage parasemenciers	- Spécialisation horizontale - Maintien de la diversité d'entreprises	- Intégration verticale - la diversité des entreprises dépend de la nature de la rupture

◆ 5.3. Croisement type d'entreprises / techniques

Il apparaît nécessaire d'expliciter les techniques maîtrisées selon les différents types d'entreprises. On s'appuiera ici sur la typologie selon le potentiel technologique.

Deux points sont à considérer :

- L'ensemble des techniques maîtrisées,
- Les objectifs principaux et les approches utilisées.

◆ 5.3.1. Les “biotechnologues parasemenciers”

- L'ensemble des techniques maîtrisées :
 - Sur le plan des connaissances scientifiques, ces groupes se situent sur la “frontière technologique” ; ils disposent donc de nombreux brevets majeurs (brevet sur la protéine capsidaire de Monsanto, brevet sur la maturation des fruits de Calgene,...).
 - Les investissements fondamentaux dans la biologie moléculaire ont été très importants (les budgets de R&D sont de 5 à 20 millions de \$ depuis plus de 10 ans pour la plupart).

général, d'autres moyens sont à l'oeuvre : le savoir-faire et le secret, l'avance sur la courbe d'expérience, les effets de réputation,...

- Ces entreprises maîtrisent donc bien (autant qu'on peut le faire selon les espèces) l'ensemble des techniques de transgénèse (identification de gènes, construction de gènes chimère, insertion des gènes, régénération).

▪ Les objectifs principaux et les approches utilisées :

Ces groupes n'ont pas du tout une approche du métier selon les espèces. Trois types d'objectifs sont visés :

- Créer des techniques génériques qui ont vocation à s'imposer comme des standards : Promoteur 35S, stérilité mâle des PGS, Canon à particules,...
- Rechercher des applications d'intérêt agronomique qu'il faut développer en collaboration avec des semenciers (résistance aux herbicides, aux insectes, aux virus,...) ;
- Développer des applications sur la qualité des produits ; on cherche alors à se différencier par des stratégies partenariales ou des stratégies d'intégration verticale.

• **5.3.2. Les semenciers à fort potentiel en biotechnologie**

▪ L'ensemble des techniques maîtrisées :

- En biologie moléculaire, les techniques maîtrisées sont les mêmes que les "parasemenciers". Néanmoins, ces entreprises ne se situent pas généralement sur la frontière technologique : elles n'ont généralement pas de brevets majeurs (ZENECA fait figure d'exception).
- En plus de ces techniques, ces groupes maîtrisent très bien l'activité de sélection végétale ; elles sont très impliquées dans les travaux sur les marqueurs (particulièrement Pioneer mais aussi Zeneca et les autres,...).
- Elles ont de plus l'avantage de la maîtrise d'un réseau mondial d'expérimentation (Pioneer et ses 87 stations de recherche !), ce qui implique des capacités d'organisation et de gestion de l'information développées.

▪ Les objectifs principaux et les approches utilisées :

- L'objectif premier est de renforcer la compétitivité dans l'industrie des semences. Les recherches sont liées au portefeuille d'espèces du groupe.
- L'investissement dans les nouvelles techniques vise donc en premier lieu à renforcer la productivité des activités traditionnelles. D'où une grande importance accordée à la méthodologie de la sélection, à la biométrie, à la biologie cellulaire (haplométhodes),...
- La logique de l'investissement technologique pousse ces groupes, dans certains cas, vers une forte différenciation via les nouvelles techniques : cas de Zeneca avec les tomates long life, de Limagrain qui utilise les biotechnologies comme pivot dans une stratégie de diversification,...

• 5.3.3. Les semenciers à faible potentiel en biotechnologie

▪ L'ensemble des techniques maîtrisées :

- Ces entreprises de faible dimension n'ont pas les moyens d'investir de façon conséquente dans la biologie moléculaire. Elles ne maîtrisent la transgénèse ni comme outil de recherche ni comme moyen de créer de nouvelles plantes commerciales.
- Les plus importantes d'entre elles ont généralement un laboratoire de biologie cellulaire où les chercheurs travaillent pour l'essentiel sur les haplométhodes.
- Le travail sur les marqueurs se fait rarement en interne mais plutôt en collaboration avec des entreprises spécialisées qui travaillent à façon (Agrogene, Interlinkage,...) ou bien dans le cadre des clubs organisés dans le cadre des structures interprofessionnelles ²⁹ (Cartisol, Génoblé,...).
- Le niveau de maîtrise des techniques classiques est variable : certaines pratiquent couramment les schémas de sélection récurrente et utilisent systématiquement des modèles de biométrie alors que d'autres se limitent à de la création de variétés avec un outil statistique plus modeste.

▪ Les objectifs principaux et les approches utilisées :

- L'espèce est le seul objet qui ait une pertinence pour ces entreprises. Le concept de recherche générique leur est tout à fait étranger.
- Les innovations sont essentiellement incrémentales. Ce sont surtout des gains d'efficacité liés à une meilleure conception de l'expérimentation et à une amélioration du traitement de l'information. La connaissance de la plante permet toutefois de "flairer de bons coups" en utilisant du matériel végétal original qui permet de se démarquer nettement des concurrents.

Le tableau 2 synthétise les différents éléments exposés précédemment.

²⁹ Les autres types d'entreprises implantées en France participent aussi à ces clubs mais, pour elles, cela ne constitue qu'une voie parmi d'autres d'accès aux technologies. C'est pour cela que je n'ai pas évoqué ce moyen pour les autres acteurs.

Tableau 2

La variété des investissements des entreprises dans les biotechnologies végétales

Type d'entreprise	Stratégie générale	Objectifs principaux et approches utilisées	Type de connaissances produites	Techniques maîtrisées	Organisation / stratégie de valorisation	Exemples
Biotechnologies parasemenciers	<ul style="list-style-type: none"> - Ne pas entrer dans l'activité semence - Stratégies horizontales (valorisation du caractère générique des techniques) - Rôle de coordination d'activités hétérogènes 	<ul style="list-style-type: none"> - Créer des techniques génériques 	<ul style="list-style-type: none"> - Codifiées et génériques 	<ul style="list-style-type: none"> - Techniques "sur la frontière" - Très bonne maîtrise des différents outils en biologie moléculaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Forte recherche interne - Valorisation par stratégie de réseau (licences ouvertes, licences fermées, quasi-intégration) 	<ul style="list-style-type: none"> - Les "start-up" : PGS, Mogen, Calgene, DNA Plant Technology - Certains groupes industriels : Monsanto, Du Pont de Nemours,...
Semenciers à fort potentiel en biotechnologie	<ul style="list-style-type: none"> - Stratégie défensive - Logique industrielle spécifique de l'industrie des semences 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter la capacité d'absorption - Renforcer la compétitivité dans l'industrie des semences 	<ul style="list-style-type: none"> - Codifiées, spécifiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Mêmes techniques que parasemenciers mais décalage ; - Investissements plus importants dans biologie cellulaire et marquage moléculaire - Approche intégrée avec la sélection végétale 	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche interne assez forte - Valorisation par intégration verticale dominante (recherche de partenaires le cas échéant) 	<ul style="list-style-type: none"> - Groupes diversifiés : Sandoz, Ciba-Geigy, Zeneca,... - Groupes spécialisés : Pioneer, Limagrain /RP, KWS,...
Semenciers à faible potentiel en biotechnologie	<ul style="list-style-type: none"> - Concentration sur le métier - Veille active dans les biotechnologies 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter la capacité d'absorption - L'espèce est le seul objet qui ait une pertinence 	<ul style="list-style-type: none"> - Tacites, spécifiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de maîtrise de la transgénèse - Accès aux techniques de marquage par des collaborations avec entreprise spécialisées (Agrogen, Linkage,...) - Capacités internes en biologie cellulaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche interne faible - Accès aux nouvelles techniques par relations partenariales 	<ul style="list-style-type: none"> - Despres, Benoist, Pauralis, RAGT, Maï-sadour,...

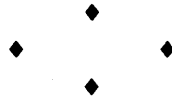
Références

Algoud D., Joly P.B., 1995 “*Les plantes transgéniques : une filière en péril ?*” Biofutur, mai 1995.

Joly P.B., Ducos, 1993. “*Les artifices du vivant : Stratégies d'innovation dans l'industrie des semences*”, Paris : INRA/Economica.

Joly P.B., Mangematin V., 1995. “*Laboratory profiles, Industrial partners and the organization of R&D*” (forthcoming, Research Policy).

Lemarié V., 1995. “*Rationalité des choix en R&D dans le cadre de la théorie évolutionniste : une application à l'industrie des semences*”, Thèse de Doctorat de Sciences Economiques, Université Pierre Mendès-France, Grenoble.



ANNEXE 3

**PLACE DES BIOTECHNOLOGIES
DANS L'ORGANISATION DES ENTREPRISES SEMENCIERES
EN EUROPE : L'EXEMPLE DU MARQUAGE MOLECULAIRE**

ALAIN BONJEAN

AGROGENE

PLACE DES BIOTECHNOLOGIES DANS L'ORGANISATION DES ENTREPRISES SEMENCIERES EN EUROPE :

L'EXEMPLE DU MARQUAGE MOLECULAIRE³⁰

Comme toute technologie, les **biotechnologies** suivent un cycle de vie :

PHRASES	MISE AU POINT DE LA TECHNOLOGIE ET DE L'OUTIL	DÉVELOPPEMENT DE PRODUITS ET DES PROCÉDÉS	DÉVELOPPEMENT D'APPLICATIONS
EFFORT DOMINANT	Recherche, études	Développement	Mise en marche
CARACTÉRISTIQUES DOMINANTES	Problèmes mal identifiés	Problèmes identifiés : solutions à trouver	Solutions élaborées
FACTEURS CLÉS DE SUCCÈS	Liens avec la recherche fondamentale Droit à l'erreur	Disponibilité et concentration des ressources	Compétences en matière d'application
EXEMPLES	QLT Génie génétique (caractères polygéniques)	Génie génétique (caractères monogéniques)	Micropropagations <i>in vitro</i> Haplo-méthodes Marquage moléculaire

Nous retiendrons à titre d'exemple le **marquage moléculaire**, technique généralement considérée comme passée en application (RFLP, PCR, RAPD, AFLP, etc...)

³⁰ Texte des transparents réalisés par Alain Bonjean pour la réunion d'un groupe d'experts.

En matière de marquage moléculaire, *seul le top 10, voire le top 15 des semenciers au sens large* (groupes industriels issus d'autres univers comme la chimie, le pétrole, la pharmacie inclus), a formé, souvent dans le secteur public, depuis 5-8 ans, certains de ces cadres aux techniques moléculaires.

Les autres obtenteurs disposent de généticiens et de sélectionneurs confirmés mais pas de spécialistes du marquage moléculaire (rarement de généralistes).

Pourquoi ?

- manque de moyens en finances et ressources humaines ;
- préférence donnée au secteur "noble" de la transformation génétique au cours de la même période ;
- intérêt tardif et relatif du secteur public pour ce domaine, sauf sur de rares couples espèces/pays.

On aboutit ainsi à une situation actuelle *proche de celle de l'introduction de l'informatique dans l'industrie européenne dans les années 50* :

- *Retard pris par rapport à l'Amérique du Nord*, notamment dans les utilisations en créations variétale ;
- *Constitution de noyaux publics et privés de spécialistes*, encore souvent coupés des utilisateurs des semenciers, voire agro-industriels ;
- *Déficit en formation*, d'où scepticisme des utilisateurs potentiels qui confondent "gourous" et spécialistes crédibles; confusion entre la finalité et les moyens (localisation de gènes d'intérêt VAT et CARTOGRAPHIE par exemple) ;
- *Manque cruel de travaux de développement* suffisant avant la mise en marche d'une technologie mature, cas parfaitement illustré par la mise en marche "loupée" des RAPD (confusion entre les niveaux de conception et de mise en place d'outils). Plus globalement, manque de clarté dû à la multiplicité de types de marquage présentes dès leur conceptualisation ;
- *Lourdeur et coût des premières technologies mises en œuvre* (notamment RFLP, exigeant la création et la gestion de banque de sondes), dont on émerge à peine avec le développement de la PCR et des AFLP ;
- *Manque de clarté dans la définition des relations Secteur Public – Secteur Privé*, limitant confusément le développement d'entreprises privées spécialisées en marquage, mais aussi la sortie rapide de résultats démonstratifs sur un matériel génétique de pointe.

➤ Cette première phase, qui correspond aux années 1980-1993, était basée surtout sur **l'intégration des RFLP en amélioration variétale**. Elle est basée sur la création et l'évaluation de banques de sondes moléculaires. Au départ de cette phase, ces outils paraissaient si important que les semenciers souhaitaient se les approprier. D'où des travaux propres chez les semenciers les plus importants (PBI en blé par exemples) ou des

joint ventures (MARIBO-SANDOZ par exemple en betterave), puis des partenariats scientifiques limités (exemples de CARTISOL en tournesol, de GENOBLE en blé...).

➤ **En RFLP**, au fil des ans, les semenciers se sont rendus compte que la *propriété des sondes* était un problème mineur par rapport aux questions de leur qualité et de leur maintenance (on peut établir un parallèle avec les lignées parentales en espèces hybrides et par suite les Foundations Seeds).

➤ **L'apparition de la PCR et de son dérivé RAPD** a amené autour de 1990, le secteur public et de nouveaux semenciers, y compris des PME-PMI à développer une masse importante de travaux internes, car elles permettaient d'espérer des retombées importantes en marquage sans subir la lourdeur des RFLP et de la gestion des sondes. En dehors de quelques cas (gymnospermes, etc...), ces espoirs ont été déçus tant par le manque de reproductibilité des résultats que, souvent, par le manque de rigueur de ces approches.

➤ **Le développement des technologies AFLP, voire à moyen terme microsattellites**, apparaît aujourd'hui comme la nouvelle génération de marqueurs. D'emploi plus précis, plus rapide, moins coûteux que les RFLP, ces technologies nécessitent des investissements relativement lourds, délicats d'emploi et restent, contrairement aux RAPD, le plus souvent hors de portée du sélectionneur. D'où la tendance actuelle de la profession semencière et, plus récemment mais aussi plus profondément des industries à *déléguer de plus en plus des travaux à des prestataires de service*.

➤ **Fin des années 1980, quatre types de stratégie se situaient ainsi sur le marché :**

- *Stratégie de réseau* : KWS, NICKERSON, CARGILL, DSV...correspondant à l'intégration unique de marquages de routine dans des programmes exclusivement tournés vers la création variétale.
- *Stratégie de veille technologique* : SANOFI, PIONEER, LIMAGRAIN, PBI...correspondant à des programmes de recherches appliqués en marquage sur quelques espèces stratégiques pour ces groupes qui continuent à avoir des efforts prioritaires de création variétale.
- *Stratégie mixte* : ICI, SANDOZ, CIBA, RPA...correspondant à des structures multinationales intéressées par les sciences de la vie en général plus qu'aux seuls débouchés agricoles et qui développent en interne des travaux fondamentaux.
- *Stratégie de grappe technologique* : MONSANTO, DUPONT...correspondant à des options semencières passant par des innovations majeures à moyen-long terme.

➤ **Aujourd'hui, trois types de stratégie existent sur le marché :**

- *Stratégie de grappe technologique : MONSANTO, DUPONT...* qui maintiennent leurs axes correspondant à des options semencières passant par des innovations majeures à moyen-long terme.
- *Stratégie mixte de deuxième génération : SANDOZ/MARIBO, LIMAGRAIN/RPA...* correspondant à une fusion des stratégies antérieures de réseau, de veille technologique et mixte, par une mise en commun des moyens.
- *Stratégie de prestation de services : AGROGENE, KEYGENE, LINKAGE GENETICS...* correspondant soit à des partenariats limités ("clubs thématiques", comme par exemple la valorisation des retombées de CARTISOL par des prestataires) entre des entreprises de la stratégie précédente et des prestataires de services, soit à de la prestations de service simple, soit parfois à du mécénat stratégique par des grands de la semence (LINKAGE GENETICS). Ce type de marché se développe de plus en plus car il permet aux entreprises de stratégie mixte de deuxième génération de déléguer des pointes de travail et surtout de bénéficier d'équipes opérationnelles en routines (métier très différent de la R & D), et aux PME de bénéficier d'un savoir faire qu'elles ne possèdent pas.

➤ Il reste que les semenciers n'ont pas encore totalement fusionné le marquage moléculaire comme un outil banalisé en sélection conventionnelle, alors que la plupart ont réalisé cela pour l'informatique.

Au niveau privé, quelle que soit la taille de l'entreprise considérée, la mise en œuvre d'un plan de marquage moléculaire interne, bien structuré sous l'égide d'un spécialiste, permettrait d'accélérer une intégration du marquage en création variétale (confère le plan ci-dessous).

➤ Il serait important pour accélérer l'intégration du marquage moléculaire chez les semenciers et les agro-industriels européens que :

- *au niveau privé,*
 - Les grands semenciers et les grandes agro-industries soutiennent de manière plus constante les efforts des prestataires de services (contrats, parts de mécénat...comme en Amérique du Nord).
 - En effet, le développement de tels outils techniques en Europe est nécessaire pour que l'industrie européenne ne dépende pas uniquement de sociétés américaines à court ou moyen terme.
 - Les résultats de ces sociétés peuvent être un facteur de concertation et d'évolution de la filière semencière européenne.

▪ *au niveau public,*

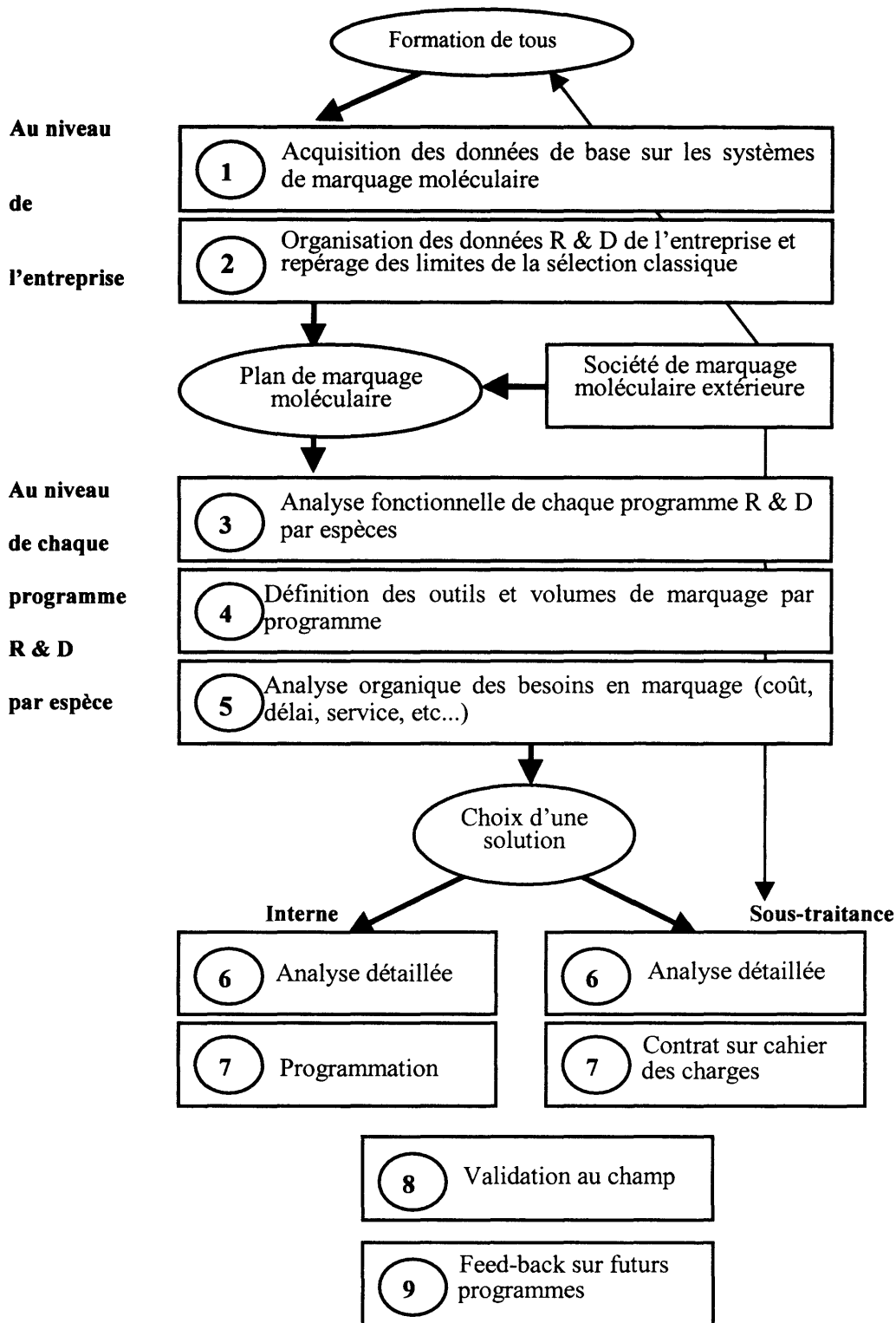
- Un effort accru soit développé sur la formation générale des cadres R & D, des semenciers et des agro-industries à la compréhension de l'utilisation et donc de l'intérêt des marqueurs en sélection,

- Un effort conséquent soit réalisé sur l'amélioration de l'analyse des résultats du marquage, notamment en matière informatique, de manière à élargir les retombées du marquage,

- Il n'y ait pas de "cannibalisme" du marché en démarrage des prestataires de services par le secteur public, afin que ces entreprises puissent bénéficier d'un effet volume maximal pour proposer les meilleurs prix de vente au secteur public comme au secteur privé.



PLAN DE MARQUAGE MOLECULAIRE



ANNEXE 4

COMPTE-RENDU DES TRAVAUX DU GROUPE

LE MARCHE DES SEMENCES ET

DES PRODUITS AGRICOLES

HELENE LECOEUR ³¹

INRA - DADP

³¹ Ce compte rendu se base sur les travaux du groupe « Le marché des semences et des produits agricoles ». Il doit beaucoup aux informations statistiques du GNIS

LE MARCHÉ DES SEMENCES ET DES PRODUITS AGRICOLES

1

CARACTERISATION DU MARCHÉ MONDIAL DES SEMENCES

Caractériser le marché des semences demande de définir plusieurs critères :

- l'échelle géographique ;
- les types de semences ;
- l'échelle de temps ;
- l'estimation quantitative.

◆ 1.1. L'échelle géographique

Nous nous sommes situés dès le départ au niveau mondial. En effet les 20 premières entreprises semencières dans le Monde qui représentent 1/3 de la production de semences, sont toutes des firmes multinationales sauf une « Semences de France-coop » (Tableau 1). Puis nous nous sommes plus particulièrement intéressés à des grandes zones géographiques comme l'U.E. qui est une entité politique bien que ce découpage ne corresponde pas à la manière dont les multinationales se représentent le Monde (les semences de légumes sont produites en Thaïlande, ramenées aux U.S.A puis vendues en Grande Bretagne : les mêmes semences passent deux fois les frontières). Enfin, la France fait l'objet d'une étude plus détaillée, grâce aux statistiques du GNIS, à cause des liens privilégiés que l'INRA a noués avec les groupes semenciers présents sur le territoire français.

Une difficulté a résidé dans la recherche de données statistiques correspondant aux marchés des semences. Il aurait été intéressant de disposer des productions de semences de chaque Etat, elles ne sont disponibles que pour la France (source GNIS). Pour les autres pays, mis à part des études ponctuelles, nous ne disposons que des échanges entre états ou groupes d'états. Pour certaines espèces (betterave, potagères), il existe un circuit complexe de reventes multiples, avec modification de volume par les enrobages et transfert de valeur ajoutée. Ces systèmes d'échanges grossissent artificiellement le volume du commerce des semences entre les états.

Tableau 1 : LES 20 PREMIERES COMPAGNIES MONDIALES

Compagnie	Pays d'origine	Activité principale	en millions \$ en 1994
Pioneer	U.S.A.	Semences	1.120
Sandoz (NK - Hilleshög Zaadunie)	Suisse	Chimie-Pharmacie	660
ELM (Asgrow)	Mexique	Agro-alimentaire	500
Limagrain	France	Semences	410
Rhone-Poulenc	France	Chimie-Phytopharmacie	200
Zeneca SES-GARST	Grande Bretagne	Phytopharmacie	235
Cargill	U.S.A.	Agro-alimentaire	230
Groupe Coop de Pau (Rustica-Prograin)	France	Semences	168
Cebeco	Pays-Bas	Agriculture-semences	195
Dekalb	U.S.A.	Semences	190
Sigma	France	Semences	181
Van der Have	Pays-Bas	Semences	180
K.W.S.	Allemagne	Semences	175
Takii	Japon	Semences	170
France Maïs (Filiale Pioneer)	France	Semences	165
Clause	France	Semences	155
Sakata	Japon	Semences	150
Ciba-Ceigy	Suisse	Phytopharmacie	142
Lubrisol	U.S.A.	Pétrole	115
Royal Sluis	Pays-Bas	Semences	103
DLF Trifolium	Danemark	Semences	96

Source : Groupe de prospective

Chiffre d'affaires consolidé : 5 milliards de dollars soit 1/3 de la production mondiale

Nous n'avons pas non plus pu obtenir de données concernant les droits d'obtention perçus par les semenciers. Au niveau français, la SICASOV³² qui perçoit les droits d'obtentions de ses adhérents ne rend pas ses chiffres publics. D'ailleurs, ils seraient partiels car ils ne sont connus que lorsque l'établissement obtenteur est différent de l'établissement producteur (cas des plantes autogames) et non dans le cas de groupes ramifiés et pour les espèces hybrides où ces chiffres passent en comptabilité interne. Enfin, les droits d'obtention sur les semences produites à l'étranger sont enregistrés par les douanes mais ne font pas l'objet d'une comptabilité spécifique qui permet de les retrouver dans les comptes de la Nation.

◆ 1.2. Les types de semences

Il existe plusieurs formes d'approvisionnement en semences par les agriculteurs :

- l'autoapprovisionnement appelé « semences de ferme » en Europe ;
- les « semences grises » en Europe : ce sont des semences de ferme qui ont subi une transformation technique (ex : le tri, le traitement) ;
- le marché forain des semences dans les PED ;
- les semences commerciales ou semences certifiées ;
- les semences des institutions gouvernementales.

Les statistiques fiables ne portent que sur les semences commerciales. L'autoapprovisionnement est connu par différence avec la demande théorique potentielle.

➤ *Semences de ferme* :

Les agriculteurs retiennent une partie de leur récolte pour le semis de l'année suivante. Ceci est particulièrement vrai pour des plantes facilement reproductibles par les agriculteurs (les céréales, le pois, les fourrages, la pomme de terre...). L'autoapprovisionnement est marginal en Europe du Nord-Ouest et en Amérique du Nord. Dans les pays en voie de développement d'Asie, d'Afrique et d'Amérique du Sud, 80% du total du besoin en semences est satisfait par les semences de ferme.

➤ *Semences commercialisées* :

Dans la plupart des pays de l'OCDE, toutes les semences commercialisées doivent être certifiées (la certification n'est pas généralisée à toutes les espèces, notamment la certification des semences potagères est réalisée par les fournisseurs). Dans les pays de l'U.E., les semences certifiées sont celles qui incluent les dernières innovations en

³² Société coopérative d'intérêt collectif agricole des sélectionneurs obtenteurs.

matière d'amélioration végétale, de qualités physiologiques (germination...) et de services (enrobage...).

➤ *Semences des institutions gouvernementales :*

Elles sont prédominantes dans les pays en voie de développement et dans les pays à économie planifiée.

Selon une enquête de la FAO (FAO seed review 1984/85), il ressort que seulement 28% des pays d'Afrique ayant répondu à l'enquête se trouvent dans un stade avancé de production et de diffusion de semences de cultures vivrières, contre 41% en Asie et 21% en Amérique Centrale ; par comparaison, les pays d'Europe et d'Amérique du Nord ont tous atteint des niveaux avancés dans ce domaine. Aux Etats Unis et en Europe, les compagnies privées sont responsables pour la plupart de l'amélioration, de la production et de la vente de semences. Dans les pays non industrialisés, cela est réalisé principalement par les agences gouvernementales. A l'échelle mondiale, selon une étude faite par des Néerlandais ³³, le marché semencier peut-être divisé en trois grandes catégories qui représentent chacune à peu près un tiers de la valeur totale, les semences commerciales, les semences de ferme et les semences gérées par les institutions gouvernementales. Les semences qui apparaissent effectivement sur le marché (dites semences commerciales) représentent 15 milliards de \$.

L'étude de la banque néerlandaise indique que la consommation mondiale de semences agricoles (semences de ferme et semences commerciales) s'est stabilisée, entre 1980 et 1990, à 118 millions de tonnes avec un poids plus fort de l'Asie qui devient le plus gros consommateur avec 1/3 du marché. L'augmentation de la consommation en Asie a affecté toutes les cultures. Dans les PED, l'utilisation croissante de variétés améliorées implique principalement les trois plus importantes cultures : le blé, le riz et le maïs. Dans la C.E.I. la consommation de semences a chuté à 10 % du marché mondial, affectant toutes les cultures.

Ce marché des semences se trouve d'autre part très segmenté à cause du grand nombre d'espèces. Nous avons retenu au départ 11 grands groupes qui intéressent la France et l'INRA (Confère Tableau 2 : Liste des espèces retenues).

Nous n'avons pas étudié les espèces vigne, arboriculture et plantes forestières par manque de temps. D'ailleurs ces dernières feront certainement partie d'un travail sur la prospective du secteur « forêt-bois » en cours actuellement. Par contre nous nous sommes intéressés, plus particulièrement à certaines espèces importantes au niveau du marché européen (ex : le blé, le maïs, le colza...). Nous avons regretté parfois de ne pas

³³ Etude de la banque néerlandaise Rabobank, 1995.

Tableau 2 : 11 grandes catégories d'espèces retenues

- 1 **maïs et sorgho**
- 2 **céréales à paille** (blé tendre,, blé dur, orge, avoine, seigle, triticale)
- 3 **riz** ³⁴
- 4 **plantes fourragères et gazon**
- 5 **plantes oléagineuses, protéagineuses, textiles**
- 6 **betteraves sucrières et fourragères**
- 7 **plants de pomme de terre**
- 8 **plantes potagères et florales**
- 9 **plantes ornementales**
- 10 **vigne et arboriculture**
- 11 **plantes forestières**

descendre jusqu'à la variété tant celle ci joue un rôle important au niveau du marché. Cette forte segmentation et le grand nombre de semenciers qui se diversifient sur les créneaux lucratifs (maïs, betteraves, soja, colza, tournesol, potagères ³⁵) rendent ces marchés fortement concurrentiels, par contre celui des semences certifiées de céréales est moins concurrentiel et moins dynamique.

◆ 1.3. L'échelle de temps

Une étude prospective sur 20 ans nécessite une rétrospective d'une durée équivalente. Il faudrait donc couvrir une période passée remontant à l'année 1970 (1ère période : 1970-1980 période d'expansion pour l'agriculture ; 2ème période 1980-1990 : apparition des surproductions agricoles ; 3ème période : 1990-1994 : période de bouleversement avec les accords de l'Uruguay Round et la nouvelle PAC).

Les séries statistiques longues utilisées partent donc de 1961 pour les surfaces agricoles cultivées, 1970 pour le commerce de semences de la France, 1977 pour le commerce de semences de l'U.E. et remontent jusqu'à 1994.

³⁴ Le riz est, avec Arabidopsis, la plante qui a le génome le plus petit. Il a beaucoup de chromosomes communs avec les céréales.

³⁵ A elles seules, ces espèces représentent environ 80% des ventes de semences et plus de 90% de la valeur ajoutée (P.B. Joly, p. 251).

◆ 1.4. L'estimation quantitative

Les développements dans la production de semences agricoles dépendent en grande partie des développements de l'agriculture primaire dans la région concernée. Ainsi la production de semences dans l'Union Européenne chute à cause de la mise en jachère (-6% du chiffre d'affaires en France entre 1990/91 et 1991/92). On peut relier ainsi la demande de semences certifiées avec les surfaces cultivées :

$$\text{La consommation de semences} = \text{Nombre d'ha cultivées} \times \text{la dose de semis par ha}$$

La consommation de semences certifiées = la consommation de semences X le taux d'utilisation des semences certifiées

Il est apparu que ce calcul, apparemment simple, comportait de nombreuses sources d'erreurs. La dose de semis varie avec le poids de 1000 grains (par exemple pour les semences de betterave en fonction du stade de production) avec la méthode de semis (le semis de précision permet une économie de 49 % sur le poste « semences » pour des marges brutes exprimées en équivalents blé³⁶). Aussi nous ne nous sommes pas lancés dans cette estimation et avons basé notre raisonnement sur l'évolution des surfaces agricoles.

L'évolution des surfaces cultivées dans le Monde permet de se faire une idée sur l'évolution potentielle du marché des semences (cf. Sources FAO). Les surfaces cultivées à l'échelle de la planète couvrent quelque 1,4 milliards ha et ont progressé de 2 % en 14 ans. En Afrique, les surfaces ont augmenté de 5% et en Amérique du Sud de 10%. En revanche, elles sont restées stables en Asie et en Amérique du Nord et ont légèrement baissé en Europe.

Les surfaces en céréales se sont stabilisées en Europe et augmentent en Asie. Il n'y a pas de bouleversement hiérarchique entre les cultures, cependant les cultures secondaires (sorgho, millet, avoine, seigle) deviennent encore plus secondaires. Les trois principales productions sont le blé et le riz (50% plus de blé que de riz) et le maïs. Au niveau mondial, les surfaces en blé ont amorcé une décroissance depuis 1980. Les surfaces en riz ont continué à progresser, l'Asie fournit à elle seule 90% de la production. La progression du riz est due aux hybrides (1/3 des surfaces rizicoles en Chine avec des rendements de 20 à 30 % supérieurs à ceux des autres variétés non hybrides). La demande de riz va augmenter dans les années à venir pour satisfaire aux besoins d'une population croissante, l'évolution future sera principalement due à la deuxième récolte

³⁶ Un nouveau départ pour le semis de précision. Semences et progrès n° 80, juillet-août-septembre 1994.

grâce à l'irrigation si l'eau est suffisamment disponible ³⁷. Les surfaces en maïs continuent d'augmenter dans les principaux pays producteurs (Asie, Amérique, Afrique) mais se stabilisent en Europe où la croissance des années 1980 est due à la concentration des investissements faits pour acclimater cette culture.

Les surfaces en oléagineux connaissent la plus forte augmentation générale (les surfaces ont été multipliées par 1,5 en 30 ans). Le soja est la première production mondiale (60% des surfaces oléagineuses totales), elle est un quasi monopole de l'Amérique du Nord et du Sud. Le colza et le tournesol sont à égalité. En Chine, le colza est la première production oléagineuse, les japonais sont très forts sur les semences de crucifères. Les surfaces en légumes ont progressé notamment dans le continent asiatique passant de 4 millions d'ha en 1961 à 9 millions d'ha en 1994.

Il existe des marchés de semences où les besoins sont considérables. En 1990, l'Asie était le plus gros consommateur de semences agricoles, sa consommation s'est élevée de 18 % à 38,4 en 10 ans ³⁸. L'Europe et la France ont une avance dans certaines espèces qu'ils pourraient exporter mais il reste à savoir dans quelle mesure ces marchés sont commercialement accessibles ? (la Chine, l'Inde continueront-ils à vivre en autarcie ou tout au moins dans une forte intégration géographique ou bien s'ouvriront-ils ? Ces deux pays n'adhèrent pas à l'UPOV, avec une poignée de semences reproductibles, ils peuvent inonder leur marché sans payer de royalties).

2

LE MARCHÉ MONDIAL DES SEMENCES PAR GRANDE ZONE GÉOGRAPHIQUE

◆ 2.1. Production et échanges mondiaux de semences en 1980

➤ Une étude réalisée par le GNIS ³⁹ (tableau 3). donne une production mondiale de 12 milliards de dollars ⁴⁰ dans 75 pays développés à économie de marché dont 17% ⁴¹ font

³⁷ L'Institut international de recherche sur le riz lance un cri d'alarme concernant toute l'Asie : le manque d'eau risque, dans les trente ans à venir, de provoquer une forte chute de la production de cette céréale. Risques alimentaires pour une planète aveugle. La Chine, le riz et le pare-chocs. Le Monde diplomatique du 29 novembre 1995.

³⁸ Source banque néerlandaise Rabobank, 1994.

³⁹ Panorama mondial de la production et des échanges de semences, 1980. GNIS, Etudes économiques et statistiques, novembre 1983.

⁴⁰ 15 milliards de £ en 1990 selon l'étude de la banque néerlandaise Rabobanq.

⁴¹ 14 % selon l'étude de la l'étude de la banque néerlandaise Rabobanq.

PRINCIPAUX ECHANGES DE SEMENCES ET PLANTS DANS LE MONDE EN 1980

(estimations - les valeurs inférieures à 1% ne sont pas prises en compte)

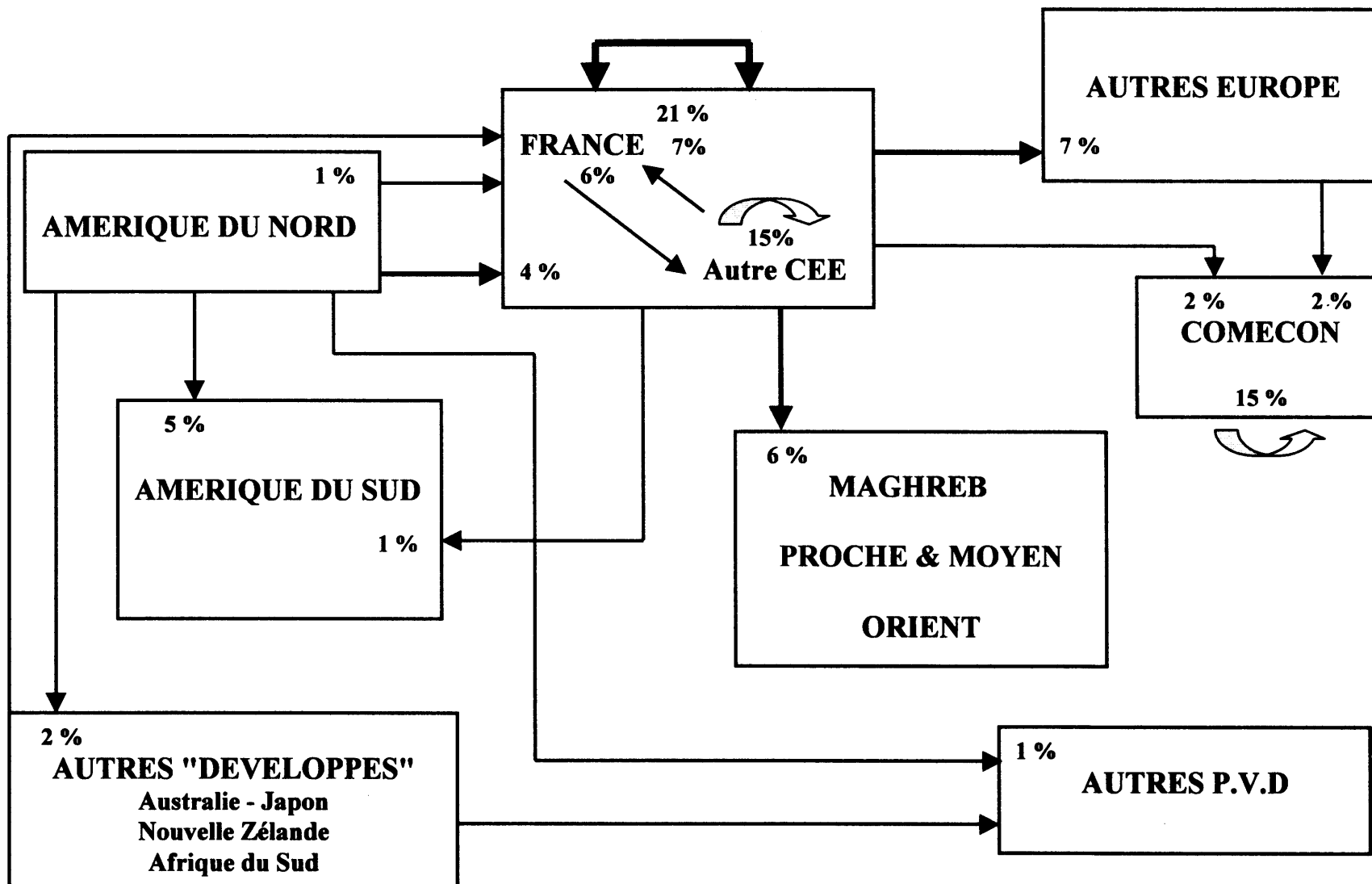


Tableau 3
Source GNIS

PRINCIPAUX ECHANGES DE SEMENCES ET PLANTS DANS LE MONDE EN 1992

(seuls les échanges supérieurs à 20 millions d'ECUS sont représentés)

Total des échanges : 2125 millions d'ECUS

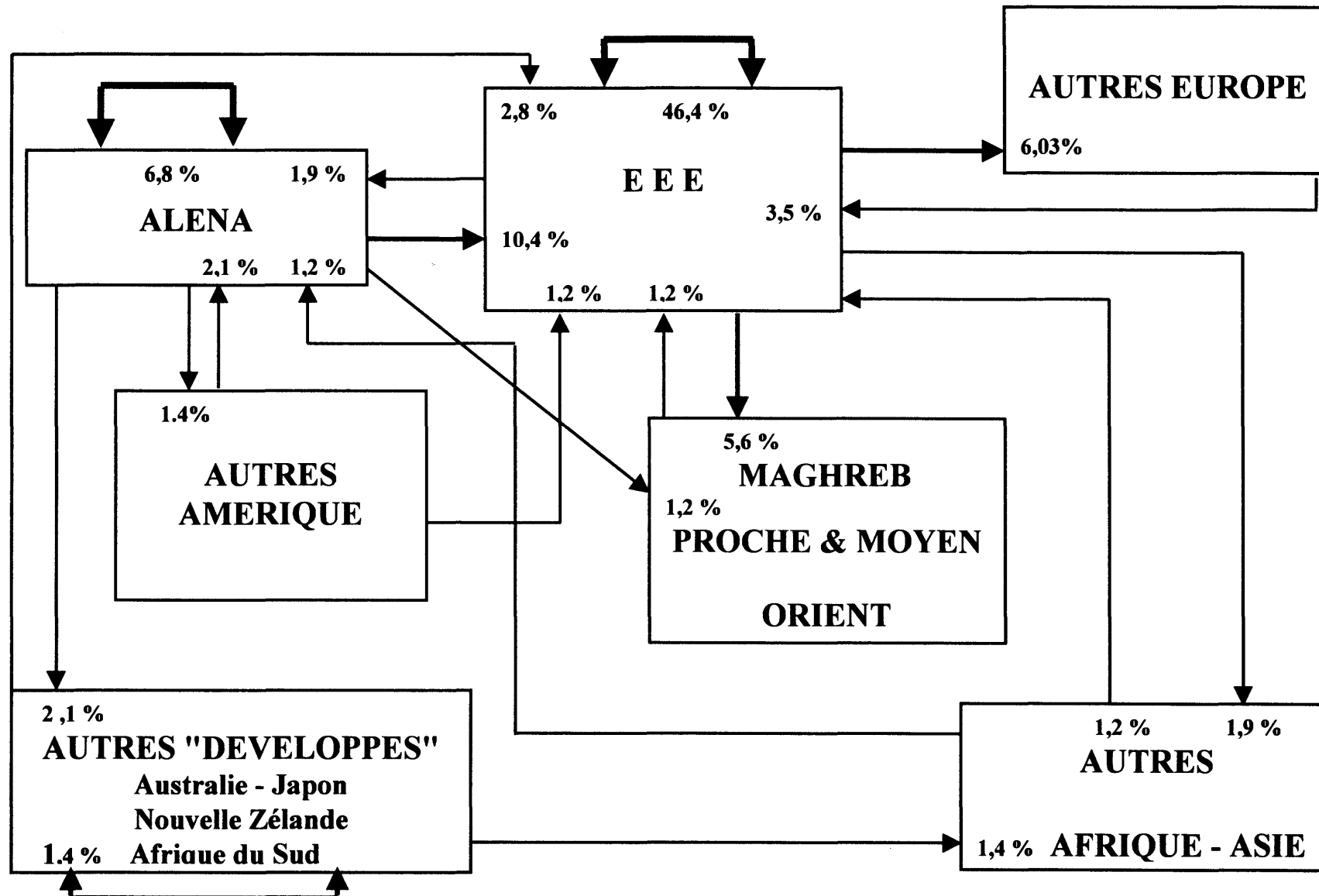


Tableau 4
Source GNIS

➤ L'objet d'échanges internationaux. Parmi les 75 pays développés étudiés, l'Amérique du Nord et l'Europe du Nord et de l'Ouest représentent **55% de la production mondiale**. La France, l'Europe du Nord et du Nord-Ouest, l'Amérique du Nord sont exportateurs nets. L'Europe centrale, L'Europe du Sud, le Bassin méditerranéen, l'Amérique latine, l'Asie, l'Océanie sont déficitaires. L'Amérique du Nord occupe une place importante dans la production pour toutes les espèces, par contre son poids dans les échanges est plus faible. L'Europe du Nord, deuxième zone de production, joue un rôle de premier plan dans les échanges (exportation de toutes les espèces sauf le maïs, importations de maïs, plaque tournante dans le commerce international des potagères). Les pays d'Amérique latine (Chili, Argentine, Brésil) sont d'importants producteurs et consommateurs de leur propre production, cette zone sert également pour la production en contre saison des pays de l'hémisphère Nord (Amérique du Nord et Europe).

➤ Evolution des échanges entre 1980 et 92 (Tableau 4) :

L'étude sur les échanges de semences entre les principaux continents a été reconduite par le GNIS en 1992. Elle montre, pour la CEE, une progression des échanges intra-européens et un accroissement des importations en provenance de l'Amérique du Nord.

La valeur globale des échanges de semences est passée de 1.805 millions d'Ecus à 2125 millions d'Ecus.

Dans cette étude, il semble que des pays qui peuvent être amenés à jouer un rôle important sont mal connus, notamment les pays **d'Europe de l'Est**. La Tchécoslovaquie, la Slovaquie, l'Ukraine, la Biélorussie, l'ex-URS sont membres de la FIS⁴² ; l'Albanie, la Hongrie, les pays de l'ex-Yougoslavie ont demandé à adhérer au système de certification de l'OCDE. Ils sont intéressés par produire des semences potagères car ils en importent. Ils ont déjà de l'expérience, de la main d'oeuvre bon marché et souhaitent développer ces marchés.

➤ Principaux résultats par espèce (Tableau 5 : Source GNIS - 1980) :

- Les semences de céréales à paille :

Elles constituent la principale part de la production mais sont peu échangées. D'une part, ce sont des semences pondéreuses, à faible valeur ajoutée, d'autre part leur adaptation à des zones pédo-climatiques déterminées nécessite des efforts de recherche importants.

- Les semences de maïs :

⁴² Fédération internationale du commerce des semences.

Importantes par leur production et leur échange (premiers produits exportés ⁴³). La zone d'expansion des semences de maïs se fait selon la latitude (en fonction du critère de la longueur du jour), l'adaptation à de nouvelles zones situées sur les mêmes latitudes nécessite peu d'efforts de recherche.

Tableau 5 - Production et échanges des pays à économie de marché en valeurs internationales

Les valeurs internationales des productions et des échanges de semences sont calculées à partir des tonnages inventoriés et des prix moyens mondiaux qui sont des valeurs moyennes d'échanges des principaux pays importateurs et exportateurs pour le groupe d'espèces considéré.

<i>Espèces</i>	<i>Production</i>	<i>Echanges</i>
Céréales à paille	31 %	3 %
Maïs	18 %	14%
Oléagineux	15 %	1 %
Pomme de terre	15 %	17 %
Fourragères	10 %	22 %
Betteraves	2 %	13 %
Potagères	8 %	31 %
Autres (Sorgho, pomme de terre, oléagineux et fibres,)	31 %	17 %
TOTAL	100 %	100 %

Source : Panorama mondial de la production et des échanges de semences, 1980. GNIS, Etudes économiques et statistiques N° 113, 38 p.

- Les semences de betterave et les potagères :

Elles représentent peu au niveau de la production mais constituent une part importante des échanges. Les semences sont peu pondéreuses, de grande valeur et supportent bien la délocalisation.

- Les semences fourragères :

⁴³ L'Amérique du Nord est le premier exportateur de semences de maïs avec 45 % des exportations devant la France, 33% selon l'étude de la banque néerlandaise Rabobank.

Deuxième produit exporté après les semences de maïs. L'Amérique du Nord, les Pays Bas et le Danemark sont les principaux producteurs et exportateurs de semences fourragères.

S'agissant dans chaque pays de marchés de taille faible, les semenciers les abordent en terme d'idéotype, ceci renforce le caractère international des activités de sélection et de production de semences. D'ailleurs il n'y a pas en général de barrière tarifaire, cependant l'inscription au catalogue constitue une barrière réglementaire forte. Mais il existe des espèces qui sont plus aptes aux échanges internationaux que d'autres (potagères et fourragères constituent 53% des échanges alors qu'elles ne représentent que 18 % de la production). Ce sont notamment des espèces qui possèdent des variétés hybrides. Les variétés hybrides ont contribué considérablement à la forte consommation des semences commerciales. L'utilisation croissante d'hybrides offre aux compagnies de nets avantages sur les variétés autogames, spécialement en terme de protection des variétés (les agriculteurs doivent acheter de nouvelles semences chaque année) et les industries semencières peuvent attendre de bonnes retombées des variétés hybrides, malgré des coûts de recherche et développement complexes.

◆ 2.2. Les échanges de l'U.E. avec le reste du monde

(Tableaux 6, 7 et 8 : source EUROSTAT - de 1977 à 1993)

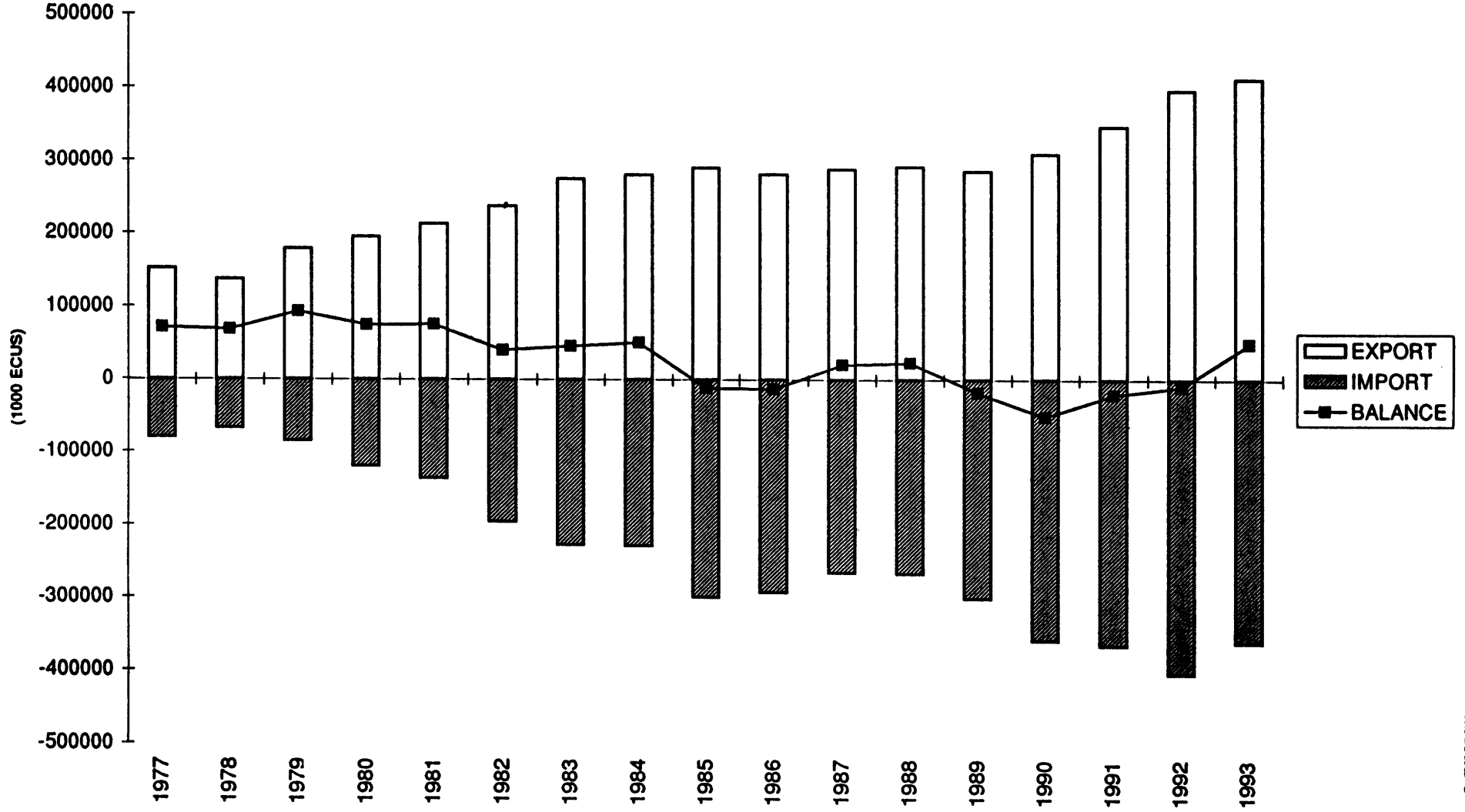
Les échanges intra-communautaires représentent, en moyenne, plus du double (900 millions d'ECUS) des échanges avec les pays tiers (400 millions d'ECUS). La balance commerciale de l'U.E. était excédentaire jusqu'en 1984, puis le solde s'est dégradé. Depuis 1993, il est redevenu positif (+ 50 millions d'Ecus en 1993).

Le principal secteur pour lequel l'U.E. est bénéficiaire est celui des plants de pomme de terre bien que les exportations soient en relative diminution. Viennent ensuite **les potagères** dont les exportations croissent, les florales, les betteraves et les céréales. Le principal secteur déficitaire est **le maïs** dont les importations sont en augmentation (1/3 des importations totales), suivi des oléagineux, des légumes secs et fourragères.

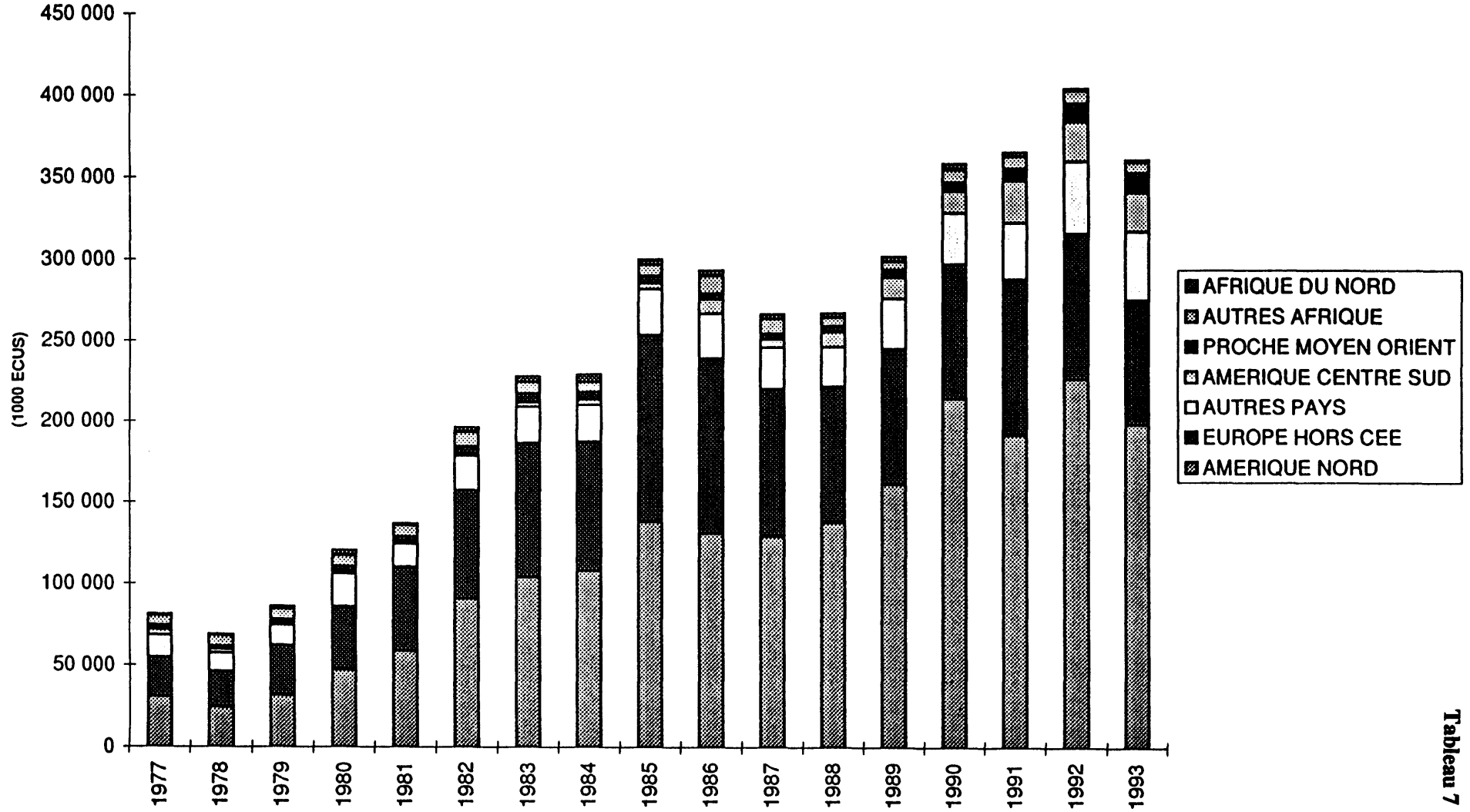
Le principal fournisseur de l'U.E. est **l'Amérique du Nord** dont l'importance va croissante (55 % en 1993). Il s'agit d'abord du maïs, notamment de variétés tardives pour l'Europe du Sud ⁴⁴, puis de fourragères, potagères et florales, oléagineux (soja et

⁴⁴ Il s'agit de l'Italie, l'Espagne et le Portugal. La France se positionne sur les variétés précoces parce qu'elles représentent 90% de son marché.

Commerce extérieur de la CEE Semences et Plants



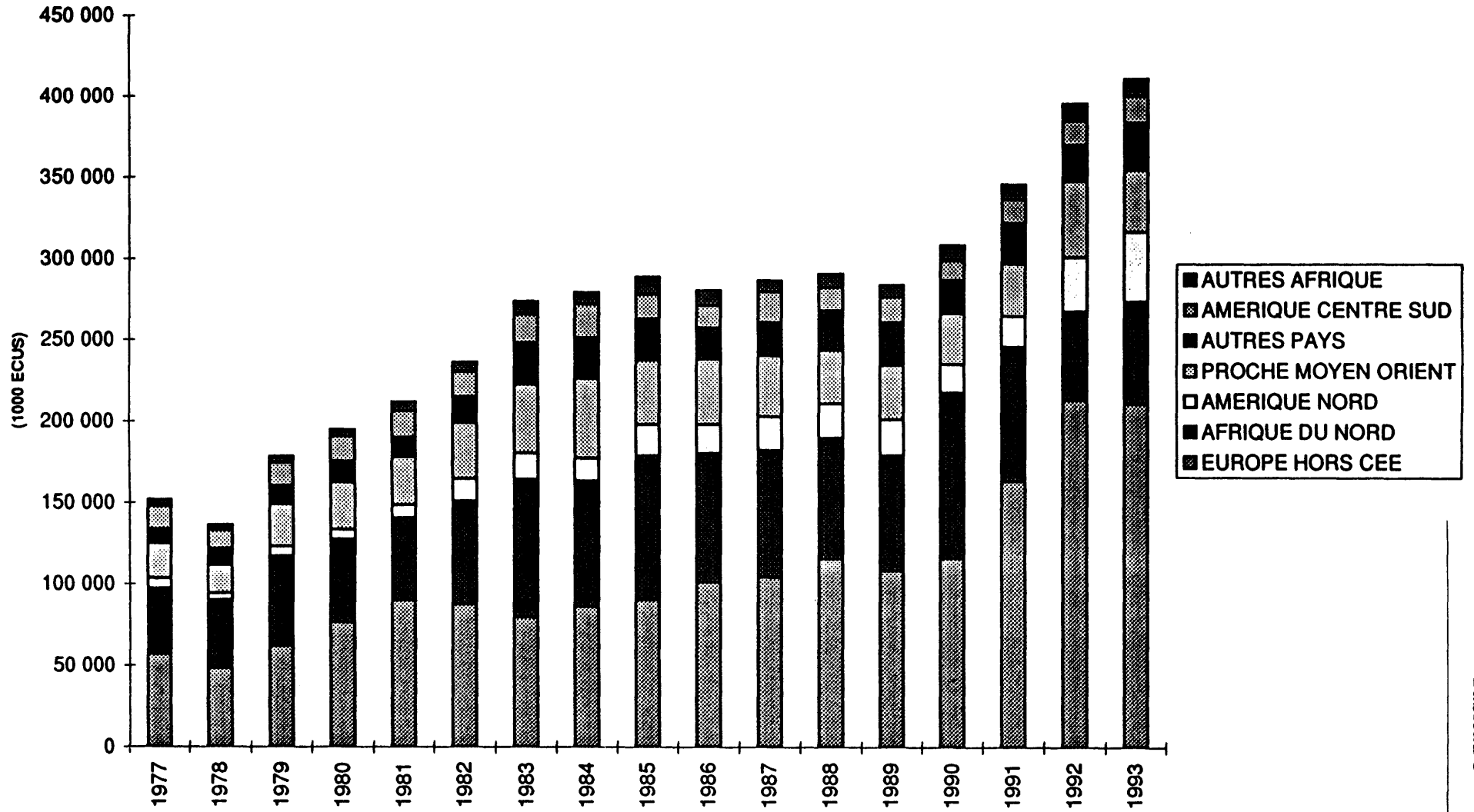
Commerce extérieur de la CEE Evolution des importations



Source : EUROSTAT

Tableau 7

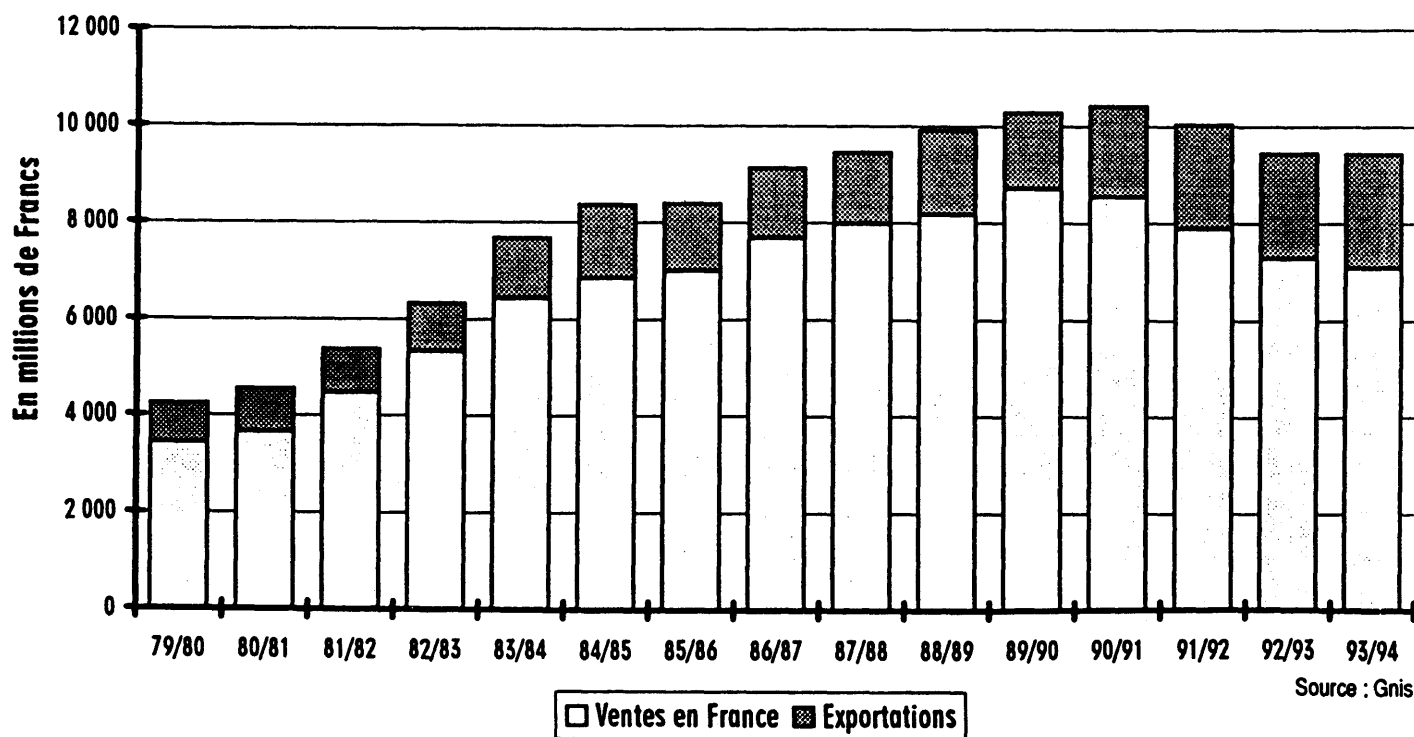
Commerce extérieur de la CEE Evolution des exportations



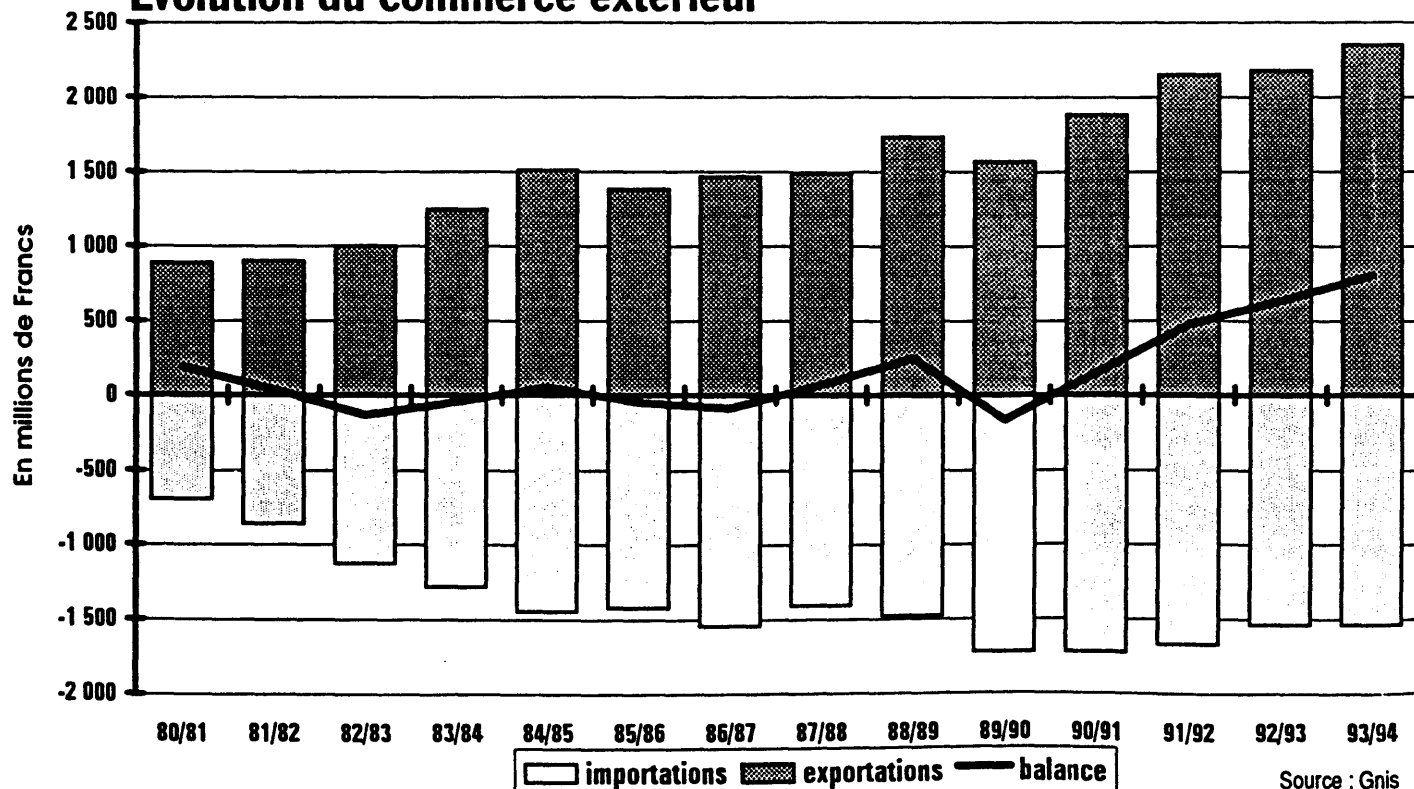
Source : EUROSTAT

Tableau 8

Evolution des ventes en France et des exportations



Evolution du commerce extérieur



tournesol ⁴⁵) et légumes secs. Les importations en provenance des pays de l'Europe hors CEE sont en diminution. Les exportations de l'UE vont principalement vers les pays **d'Europe hors CEE** (51 % des exportations totales en 1993), elles ont connu une forte augmentation due principalement aux plants de pomme de terre, semences potagères et florales, betteraves et, dans une moindre mesure, maïs. Les exportations vers les pays d'Afrique du Nord ont tendance à diminuer, notamment les exportations de pomme de terre et de céréales connaissent des variations interannuelles très fortes.

L'U.E. se trouve donc en excédent avec l'Europe hors CEE et en déficit avec l'Amérique du Nord. L'élargissement de l'Europe au PECO, peut nous ouvrir de nouveaux marchés à l'exportation (potagères notamment) par contre leur concurrence est à craindre pour des semences produites à coût plus bas ⁴⁶. Il y a des risques à ce que la production de semences se délocalise mais pas la sélection. Par contre, à terme, cela aura plus d'importance au niveau de la concurrence entre les agriculteurs européens.

3

EVALUATION DU MARCHÉ FRANÇAIS DES SEMENCES

En semences, la France ⁴⁷ est le deuxième pays producteur mondial de semences et le troisième pays exportateur mondial. Son chiffre d'affaires « semences » ⁴⁸ a progressé de 9% en moyenne par an jusqu'en 1989-90. Depuis, l'activité a chuté de 15% sur 3 ans (Tableau 9). Les exportations représentent en moyenne **21% du chiffre d'affaires**. Cette période est marquée par une forte évolution de la répartition par espèce (Tableau 10) : baisse de l'importance des céréales à paille et augmentation des semences de maïs, des potagères et oléagineux ; en valeur le marché des semences de maïs est le plus important.

La balance commerciale est devenue excédentaire depuis 1990 (Tableau 9). Elle est excédentaire avec l'U.E. : 65% de nos importations et 80% de nos exportations mais elle est déficitaire avec les Pays tiers. En direction des pays tiers, la progression des importations vient de l'Amérique Latine où les Européens prennent l'habitude de faire produire des semences en contresaison, les exportations diminuent globalement notamment vers les Pays du Maghreb et du Proche Orient. L'excédent de la balance

⁴⁵ Le tournesol est une production du bassin méditerranéen. Aucune grande compagnie investit vraiment considérablement dans cette espèce alors qu'il existe encore une grande variabilité à exploiter même de manière traditionnelle.

⁴⁶ L'écart des prix de production de semences de maïs entre la France et la Turquie est de 30% (y compris les coût de transport).

⁴⁷ Spécial 20 ans, Semences et progrès, n° 79, mai 1994. Les statistiques portent sur la période 1983-84 à 1992-93.

⁴⁸ Ventes en France + exportations. Les valeurs sont mesurées au stade de gros.

**Tableau 10 - Répartition du chiffre d'affaires des entreprises travaillant en France par grands groupes d'espèces
(Chiffre d'affaires = Ventes en France + Exportations)**

<i>Espèces</i>	<i>1983-84</i>	<i>1992-93</i>
Céréales à paille	22 %	15 %
Maïs et sorgho	25 %	39 %
Oléagineux	5 %	8 %
Protéagineux	3 %	5 %
Pommes de terre	11 %	4 %
Betteraves	8 %	9 %
Fourragères	16 %	13 %
Potagères et florales	10 %	7 %
TOTAL	100 %	100 %

Source : GNIS. Semences et Progrès, Spécial 20 ans, n°79, 1974

commerciale est dû aux semences de maïs exportées principalement vers les pays de l'Europe du Nord, les semences de céréales vers les pays d'Afrique du nord, et les semences potagères dans de nombreux pays notamment les pays du pourtour méditerranéen. On mise beaucoup sur le maïs, mais le danger réside dans le coût de production des semences françaises qui est plus cher. Ainsi les importations de semences de maïs, notamment de l'Amérique du Nord et de Hongrie, pourraient se développer. Par contre des exportations ont commencé vers l'ex-URSS depuis 1992-93 mais elles dépendent de l'aide internationale ⁴⁹. La France pourrait jouer le rôle de plate-forme de redistribution des semences de maïs vers une grande partie de l'Europe, cela dépend en partie des producteurs agricoles français de semences.

Deux secteurs sont traditionnellement déficitaires : les fourragères que nous importons des Pays Bas, et les légumes secs (pois, féverole). Pour les fourragères, en général, on a un problème de régularisation du marché car la production de semences à l'ha peut varier du simple au triple pour des raisons climatiques (c'est le seul marché soutenu par l'U.E.). Pour la luzerne en particulier, l'excédent commercial de la France s'amenuise, ses débouchés vers la déshydratation étant très controversés.

⁴⁹ Ce sont des marchés de « dégagement ». En France on a, en moyenne, une à une campagne et demie d'avance. La dose de 15 kg est vendue en France 300F, en Ukraine 60 à 80 F, ce qui est supérieur au prix payé pour le grain de consommation.

Qu'est ce qui peut modifier la tendance d'un marché à l'import et à l'export :

1 - la stratégie des firmes de production de semences et des agriculteurs multiplicateurs (ex : une firme peut avoir intérêt à produire des semences de maïs en Amérique du Nord, et une autre des semences de betterave en France).

2 - l'introduction de nouvelles variétés dans des productions nouvelles en expansion, elles prennent la place des importations (ex : le colza et le tournesol, le pois)

3 - inversement, l'abandon de productions (ex : le soja) pour lesquelles on importe des semences.

4 - les aides internationales (ex : exportation de maïs dans l'ex-URSS, de céréales en Algérie).

Le secteur des semences est un secteur de haute technologie dans le domaine du végétal. La France attire un nombre croissant de sociétés étrangères mais nous avons vu que la production de semences se délocalise mieux que la sélection. Dans le domaine des échanges extérieurs, on peut se demander si l'état n'aurait pas intérêt à jouer un rôle incitatif visant à en accroître le solde excédentaire⁵⁰. Il peut alors, selon les espèces, agir sur l'un des 4 volets indiqués ci-dessus.

En France, les statistiques du GNIS (période 1970-1992) montrent assez bien que la consommation de semences certifiées suit l'évolution des surfaces avec des écarts qui s'expliquent par espèce de la manière suivante :

➤ *Les plantes autogames :*

le taux d'utilisation des semences certifiées a été en augmentation jusqu'en 1989 pour le blé (tableau 11) qui était une culture qui se développait et 1984 pour l'orge et l'avoine qui régressaient. Ensuite le taux d'utilisation régresse plus vite que la baisse des surfaces. Les agriculteurs recourent à plus de semences de ferme pour faire des économies. Sur une longue période (1970-1992) le taux d'utilisation des céréales semble atteindre un certain palier, d'ailleurs après les baisses des années 1987-1992, on constate un redressement en 1994.

Pour le pois protéagineux le phénomène est accru : entre 1990 et 1993 les surfaces augmentent un peu, la vente de semences quant à elle chute, le coefficient d'utilisation⁵¹ passant de 172 kg/ha à 133. Pour le colza, c'est le même phénomène. Les semences de ferme sont estimées à 15 % mais on est à la veille de l'émergence de semences hybrides. Cependant avec les accords de Blair House, on risque d'être limité quant au développement du colza industriel sur les jachères. Un doublement des surfaces de lin oléagineux est envisageable en créant une synergie au niveau français entre l'INRA et les obtenteurs.

⁵⁰ Hypothèse AL.

⁵¹ C'est le rapport des ventes en France de semences certifiées sur le total des surfaces emblavées.

➤ *Les plantes hybrides :*

Les surfaces en maïs (ensilage et grain) augmentent grâce à l'effort de recherche très important pour adapter les variétés à nos zones de production vers le Nord. Les ventes de semences (tableau 12) augmentent proportionnellement plus vite à cause de l'accroissement de la densité de semis. Les surfaces en betteraves sucrières quant à elles diminuent sur la période 1970-1992 et cependant sur la même période la consommation de semences a un peu augmenté.

Il semble donc bien que la consommation de semences suive l'évolution des surfaces mais que la vente de semences certifiées se maintient beaucoup mieux pour les plantes hybrides ou les plantes sous contrat (voir paragraphe suivant) lorsque les surfaces baissent. Or les nouvelles dispositions de la PAC ont entraîné plus de 1,8 millions ha de jachère en 1993, une baisse des surfaces consacrées aux céréales et aux plantes industrielles respectivement de 5% et 15 %⁵². De grands marchés pour des nouveaux usages de cultures actuellement travaillées (colza/diester; betterave/éthanol, sorgho papetier, marché des tansioactifs, des polymères) existent potentiellement mais ils ont aujourd'hui des limites qui sont notamment économiques⁵³, technologiques. C'est un problème de diversification et de sélection mais aussi de co-valorisations. Des progrès énormes peuvent être faits et on estime que 900.000 ha de jachère peuvent être ainsi utilisés. Ce qui pourrait être suffisant, en effet le contexte économique mondial du marché des céréales (c.f. les études prospectives de la FAO et de la Banque mondiale et récemment d'économistes chinois⁵⁴) a amené la Commission Européenne à diminuer le taux de la jachère pour 1996-97⁵⁵. Les principes de la nouvelle PAC ne semblent pas être remis en cause, ni au niveau français ni au niveau européen. Cependant le nouveau système est plus transparent et il peut paraître injuste et inéquitable, et, donc, si le système de prime sur certaines jachères pourrait être remis en cause, il faudrait trouver des productions nouvelles non subventionnées comme, par exemple, une production de blé tendre exporté au cours mondial.

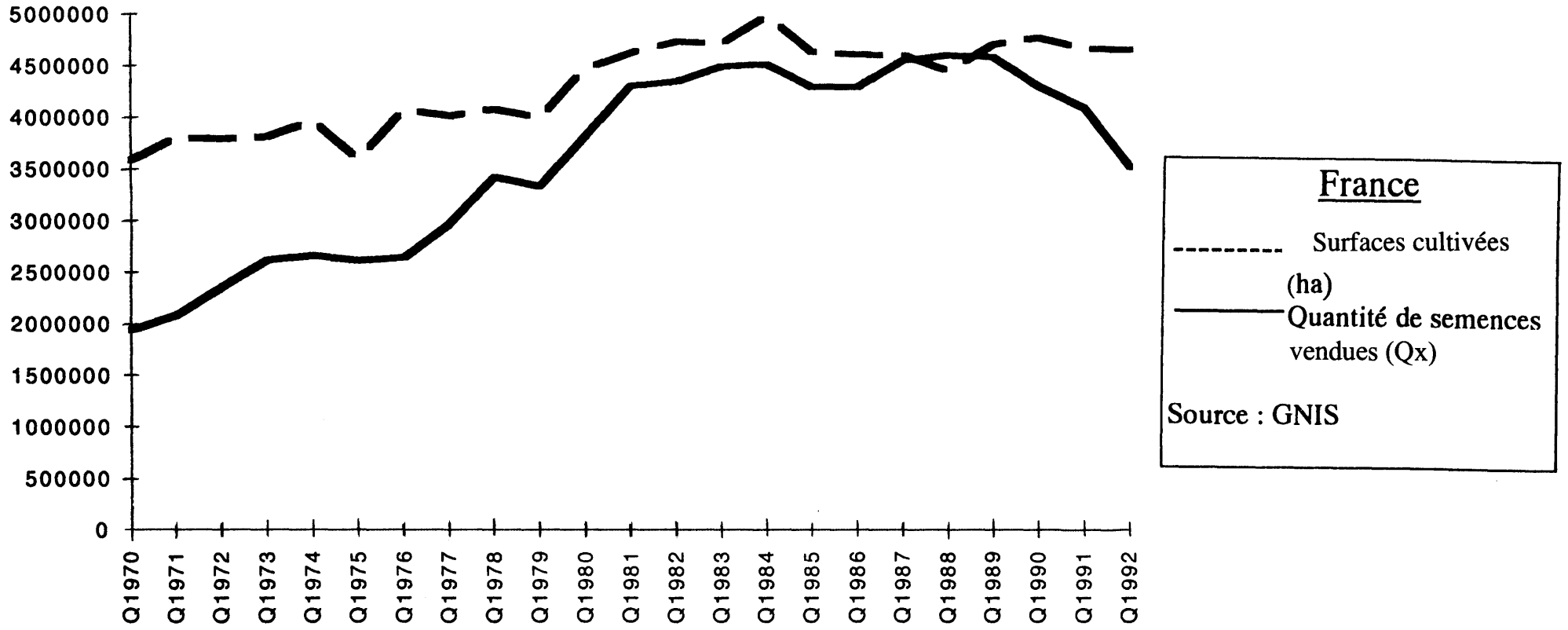
⁵² Source : L'agriculture française. Editions 1995. Chambre d'agriculture, supplément au N° 833, mai 1995.

⁵³ Les marchés énergétiques peuvent potentiellement occuper 600.000 ha sur les jachères. Ce sont les moins valorisants.

⁵⁴. Une étude menée par le centre de recherches sur l'économie rurale du ministère chinois de l'agriculture et par l'Institut japonais de recherche d'aide au développement indique que même si des réformes en profondeur sont appliquées, la Chine devra, au cours des quinze prochaines années, acheter de plus en plus de céréales : près de 24 millions de tonnes en l'an 2000 (contre 10 millions en 1995). Ses besoins devant croître de plus de 136 millions de tonnes entre aujourd'hui et l'an 2010, il lui faudra importer cette année-là 64 millions de tonnes de riz, blé, maïs. Pour les céréales, la Chine n'est pas le seul pays dont les importations vont augmenter. Risques alimentaires pour une planète aveugle. La Chine, le riz et le pare-chocs. Le Monde diplomatique de novembre 1995.

⁵⁵ La réduction à 10 % du taux de jachère permettra d'augmenter la production de céréales. Le Monde du 27/09/95.

BLÉ TENDRE



Source : GNIS

Tableau 11

MAIS

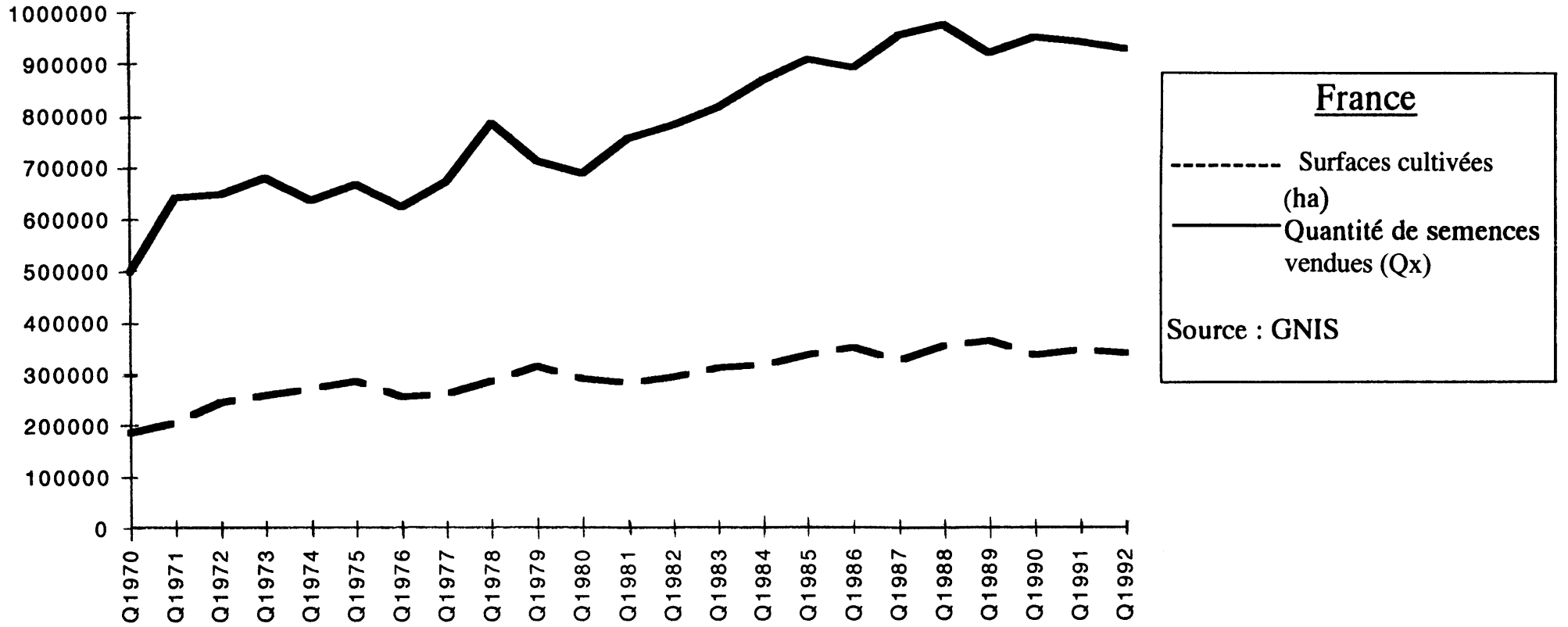


Tableau 12

4**LES FILIERES « SEMENCES »**

La production de semences en France est une activité particulièrement encadrée, elle intéresse tout un ensemble interdépendant (tableau 13) : les obtenteurs de variétés, les établissements producteurs de semences (délégataire ou obtenteurs), les agriculteurs - multiplicateurs, le commerce de gros et de détail. Quant aux agriculteurs utilisateurs, ils décident en fin de compte des espèces et des variétés les plus utilisées parmi celles qui leur sont offertes.

Les établissements obtenteurs, dont la filiale de l'INRA AGRI-OBTENTION, détiennent le matériel génétique et l'essentiel des capacités de recherche. Les établissements producteurs de semences [les établissements obtenteurs sont aussi également (60% des cas) producteurs] ont pour fonction de livrer au commerce des semences certifiées, à partir des semences de base issues de la recherche : ils travaillent sous licence des obtenteurs. Les agriculteurs - multiplicateurs sont liés par contrat avec les établissements producteurs et produisent pour ceux-ci des semences diverses. L'ensemble est encadré par le G.N.I.S ⁵⁶ qui associe toutes les catégories d'acteurs.

Ce schéma général de la filière semence se modifie selon le type d'espèce :

- espèces autogames : la production de semences est sous traitée auprès d'établissements producteurs (coopérative en générale) car les semences sont pondéreuses et leur consommation est répartie sur tout le territoire français. Ensuite il peut y avoir deux types circuit : un circuit court où le producteur est aussi le distributeur, un circuit long où le producteur et le distributeur sont distincts.

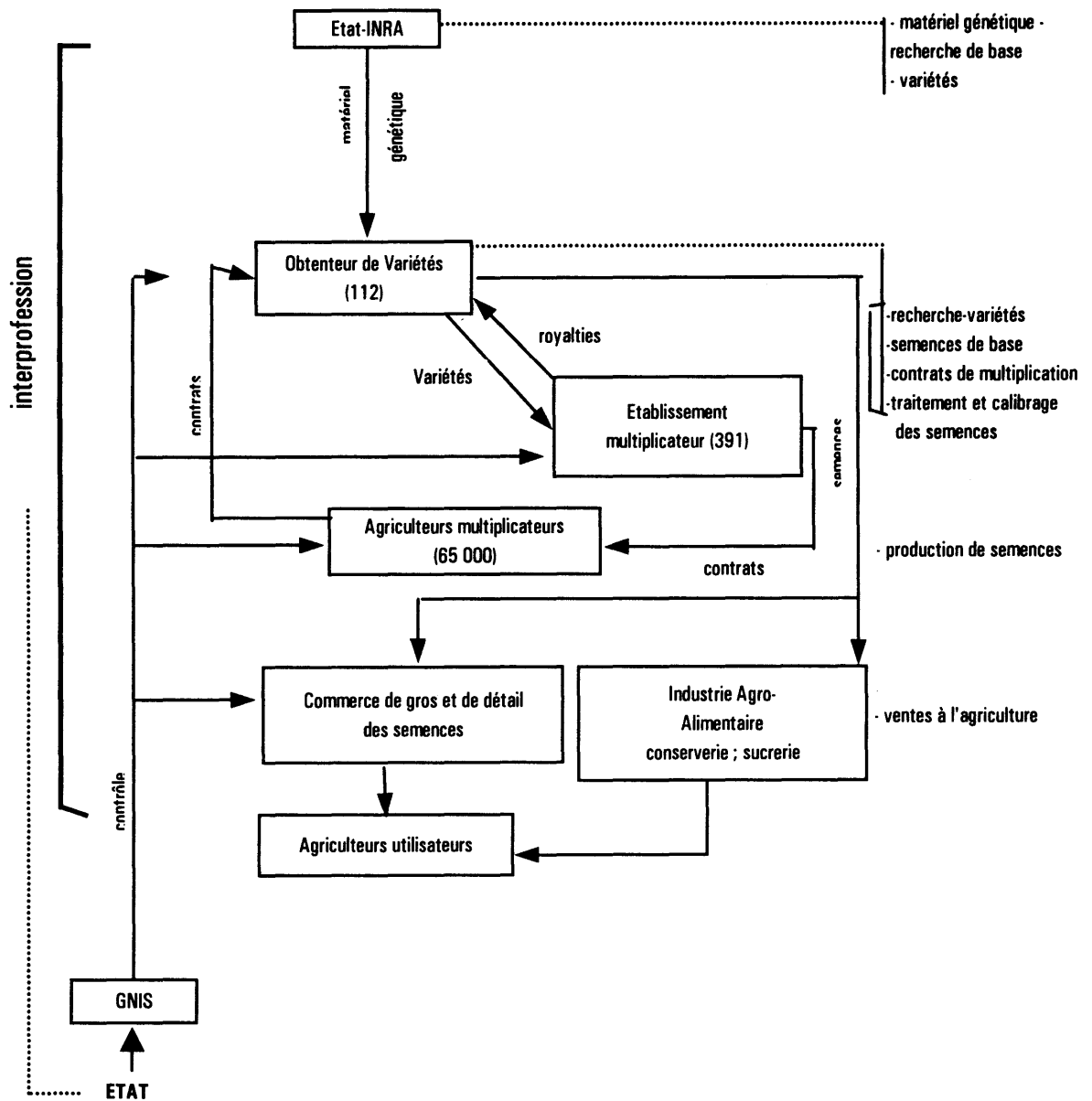
- espèces hybrides : les établissements obtenteurs sont également producteurs ou bien sous traitent avec des établissements producteurs. L'obteneur exporte les semences certifiées ou bien elles sont vendues par des distributeurs.

- espèces potagères : la filière industrielle intègre les transformateurs qui choisissent et distribuent les semences aux agriculteurs sous contrat de production. La filière du frais comporte un maillon supplémentaire : le producteur de plants.

Le nombre d'acteurs de la filière peut donc être plus ou moins important. Il existe des représentations des différentes professions et des instances de concertation qui leur permettent d'avoir des relations permanentes. Nous avons choisi d'examiner plus

⁵⁶ Groupement national interprofessionnel des semences et plants.

Tableau 13 : Structure de la production des semences



Source : Plet F.

particulièrement des filières où la valeur ajoutée introduite par des semences de qualité est forte.

La qualité des semences potagères joue un rôle très important dans la qualité du produit fini. Leurs productions et leurs échanges en France et en Europe croissent. Cette filière est très segmentée par le grand nombre de légumes et par la variété des types de consommation (frais, conserve, surgelé, frais froid). Cependant, les cultures industrialisées se limitent à quelques espèces : la tomate, le concombre, le poivron, la laitue, les melons. Dans chaque pays les surfaces sont faibles, c'est la raison pour laquelle le semencier aborde le marché au niveau européen voire mondial. Les semenciers se concentrent très fortement pour des raisons technologiques. Il existe un fonctionnement étroit entre industriels de la transformation et semenciers. L'industrie connaît les préoccupations des consommateurs (goût, présentation visuelle, préoccupations environnementales). Un nouveau process peut engendrer une demande nouvelle de comportement de la variété. L'industriel transformateur intègre la production agricole. Il commence par sélectionner les fournisseurs-agriculteurs, les terroirs agricoles, le matériel génétique et les techniques associées. Le semencier maîtrise la variété et le transformateur contrôle le choix de la variété pour l'agriculteur.

Dans les céréales, les créneaux spécifiques⁵⁷ sont plus difficiles à satisfaire et l'offre est souvent excédentaire de sorte que toute la filière n'en tire pas d'avantage.

L'orge de brasserie est une filière intégrée, mais la consommation de bière n'augmentera pas (les surfaces et les ventes de semences ont baissé entre 1993 et 1994 de 10,5 et 9 %).

Le blé dur est aussi une filière intégrée mais le recentrage par la PAC des zones de production vers le Sud risque d'entraîner une baisse des surfaces (-5,5 % de surfaces entre 1993 et 1994, mais + 3,5 % de ventes de semences liées aux contrats).

La grande majorité du blé tendre part dans l'alimentation animale et à l'exportation, les nouveaux débouchés industriels de l'amidonnerie (pâte à papier, détergent, plastiques) sont encore à un stade peu développé.

Les débouchés du maïs vers la semoulerie sont amenés à se développer, les transformateurs sont intéressés par des choix ciblés de variétés (ex : recherche d'une variété adaptée à la production de corn-flakes en substitution aux importations de maïs PLATA). Nous voyons donc qu'il est plus difficile de mettre en place de nouvelles filières pour les céréales à paille que pour le maïs (dans le secteur de la consommation notamment). Dans les années à venir, l'arrivée des blés hybrides peut changer des choses.

⁵⁷ 25% de la production de blé tendre est transformée en farine pour la meunerie, 32 % de la production de blé dur est utilisée par la semoulerie, 14% de l'orge est utilisé par la malterie, 8,5 % du maïs part vers l'amidonnerie et 11,8 % vers la semoulerie.

Pour chaque espèce qui la concerne, du point de vue de la production semencière, ce type de production intégrée est peu significatif. Cependant si on se place dans le cadre des hypothèses du développement des exigences de qualité⁵⁸ et des produits élaborés dans des « niches »⁵⁹ dans un cadre contractuel⁶⁰, elles sont amenées à se développer. Or, la qualité se construit tout au long de la filière (depuis le sélectionneur jusqu'au distributeur). Une organisation de la filière est nécessaire dans laquelle les transformateurs ont un rôle moteur à jouer. Les critères de spécification sont plus complexes. La variété devient un des éléments de reconnaissance de cette qualité mais elle n'y suffit plus. D'ailleurs il peut exister une grande variabilité de qualité pour une même variété (ex : aptitude du blé à faire du gluten) et il sera donc recherché des variétés dont la qualité soit le plus homogène possible et les techniques culturales seront adaptées à l'obtention de cette qualité.

5

LES DEMANDES DES AGRICULTEURS

◆ 5.1. Les comportements des agriculteurs à l'égard des semences certifiées⁶¹

Ils ne sont pas liés aux types de cultures qu'ils pratiquent (hybrides ou autogames) mais dépendent de deux faits principaux :

- leur attitude face aux prises de risques dans leur manière d'aborder leur métier d'agriculteur ;
- leur attitude face à la filière semences et à la recherche.

Lorsque des agriculteurs adoptent une gestion rationnelle, ils recherchent une prise de risque relativement maîtrisée. La semence devient un intrant sur laquelle des économies peuvent être faites. Dans le domaine des hybrides, les semences certifiées sont un passage obligé pour la valeur « technique » qu'elles apportent dans les cultures concernées. Dans le domaine des espèces autogames il existe une alternative à l'achat de semences certifiées (produire soi-même) dans la mesure où le « plus produit » n'est pas toujours perçu par rapport aux graines de ferme.

⁵⁸ Hypothèse AI.

⁵⁹ Hypothèse AH.

⁶⁰ Au niveau réglementaire, la création de la liste des variétés à usages industriels réservés (VUIR) prend en compte le développement d'une production agricole, orientée vers des usages industriels spécifiques et réalisée dans le cadre de contrats d'intégration passés entre un agriculteur et un transformateur.

⁶¹ Images et attitudes des agriculteurs vis à vis de la semence depuis la réforme de la PAC, 1994. Etude réalisée par IPSOS-Agriculture pour le GNIS.

Les agriculteurs ont une image partagée d'une recherche facteur d'évolution en matière de semences. Une perception mercantile qui aboutit à un déséquilibre économique (surproduction), agronomique (fragilisation des espèces), une perception utile, permettant de sauvegarder un patrimoine, de s'adapter au marché.

L'étude a ainsi pu dégager une typologie de 5 groupes d'agriculteurs. Trois de ces groupes se trouvent sur l'axe des agriculteurs ayant une ouverture par rapport à leur métier. Le groupe des entrepreneurs est le plus important des cinq (25,2 % des exploitants et 30,8 % des surfaces). Ce sont des agriculteurs dynamiques, solidaires de la filière « semences » et ouverts au progrès génétique. Les entrepreneurs se caractérisent par une surface plus importante et cultivent principalement des espèces autogames. Les « francs-tireurs » (15,7% des exploitants et 16,5 % des surfaces) se distinguent des « entrepreneurs » par leur attitude rebelle vis à vis de la filière, on retrouve chez les « francs-tireurs » des agriculteurs cultivant du maïs ensilage. A la limite, entre les deux groupes précédents, se situe un groupe de « migrants ou mutants » (13% des exploitants et 13% des surfaces), groupes d'agriculteurs compétents et dynamiques ayant un niveau de formation élevé. Ils prennent du recul par rapport à la filière semences. Ils mettent les distributeurs en concurrence.

◆ 5.2. Les économies de coûts de production

On observe au niveau des exploitations des logiques de fonctionnement « intensification = augmentation des rendements » et « extensification - intensification = réduction des intrants » qui correspondent à une logique de réduction des coûts.

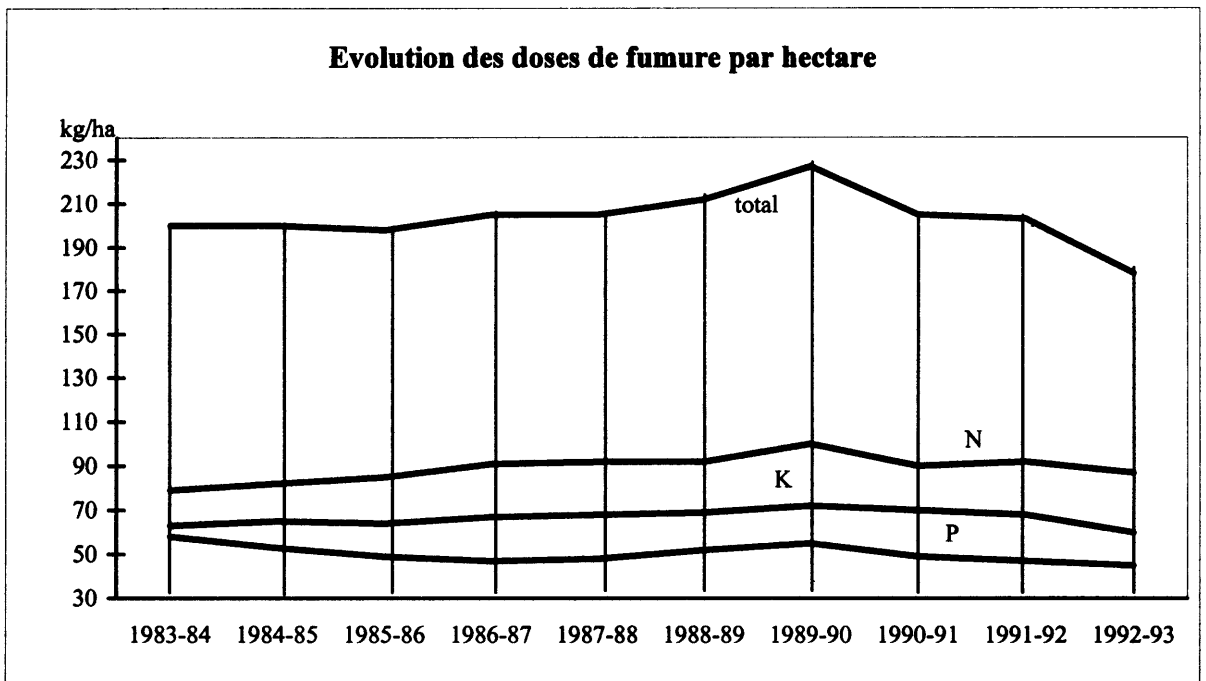
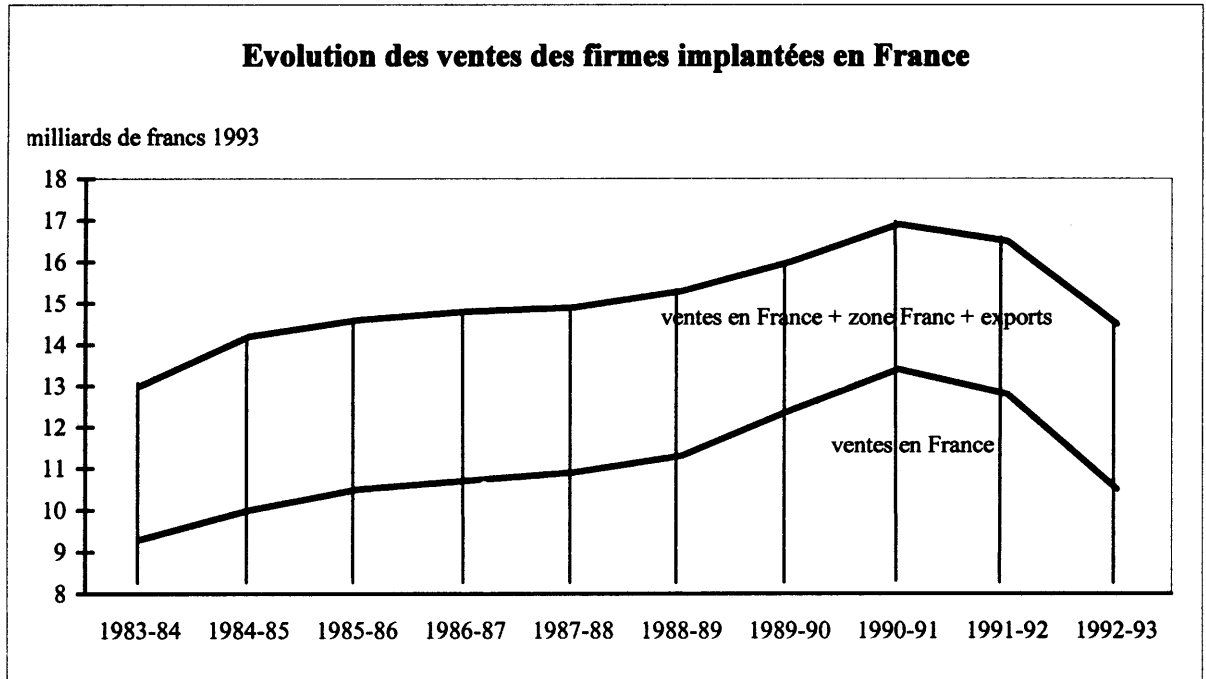
Les coûts de « phyto, engrais, semences » représentent 30% des charges globales, elles sont toutes en diminution depuis 1990 (Tableau 14). Il n'y a pas beaucoup d'économies à faire sur les semences et les engrais. Le poste « semences » est relativement faible (6,5% à 10% pour le blé, l'orge, le colza - 14 % à 21 % pour le soja, tournesol, pois, maïs irrigué par rapport au produit brut hors prime), plus faible que celui des produits de traitement.

La semence est un intrant qui a des caractéristiques particulières :

- le support d'un génotype (c.à.d. pour une nouvelle semence : une amélioration végétale) ;
- la qualité (faculté et énergie germinative, état sanitaire, produit de traitement) ;
- une plante à venir.

Nous avons vu que le marché réagit de manière très significative aux améliorations végétales. Du fait de la concurrence forte entre semenciers, le cycle de vie des semences

Tableaux 14



se raccourcit. Par contre, les agriculteurs réagissent peu aux prix des semences, surtout des semences hybrides.

Ainsi, dans l'enquête du GNIS, 19 % des agriculteurs ayant augmenté leurs achats en 1994 ont été sensibles aux actions sur les prix. L'augmentation du prix de la dose par un accroissement du contenu technique de la variété (enrobage de traitement chimique) permet de se démarquer des semences de ferme. Une variété labellisée (par exemple, présentant un taux de germination supérieur), avec adjonction d'un produit de traitement que l'agriculteur ne peut pas utiliser autrement permet de valoriser la semence plus chère. Ce nouveau concept de semences associant « variété + qualité + traitement » est bien accepté et il peut relancer l'usage des semences certifiées. Dans l'enquête GNIS, 17% des agriculteurs ayant augmenté leurs achats en 1994 ont trouvé l'offre des fournisseurs plus attractives (conditionnement, traitement). Mais les principaux bénéficiaires pourraient bien être les firmes phytosanitaires qui vendent directement leurs produits aux distributeurs.

La semence, parmi les intrants, aura demain une évolution inverse des autres, elle restera une valeur de haute technologie et permettra d'exprimer les gains de productivité attendus, notamment la réduction des pesticides et des engrais. Les agriculteurs ne refuseront pas de payer des semences plus chères si elles leur apportent des gains supérieurs (rendement, c'est le cas des hybrides ; traitement : c'est le cas des semences enrobées ; qualité technologique). Les gains de rendement attendus seront sans doute moindres.

La logique précédente reste une logique d'intensification, les niveaux d'utilisation des intrants restent proches du potentiel de production. Or d'autres logiques peuvent apparaître si une baisse de prix importante du prix des produits agricoles n'est pas compensée par une baisse du prix des facteurs de production. Alors les intrants sont davantage réduits et deviennent des facteurs limitants, cela conduit à une baisse importante des rendements. Nous avons considéré que ces deux logiques peuvent, dans l'avenir, coexister, la deuxième correspond à une logique d'occupation du territoire. Elle nécessite une réorientation des critères de sélection.

Mais les économies les plus importantes seront à faire sur les charges de structure qui représentent 70% des charges globales (équipement, charges salariales, intérêts, matériel et bâtiments). C'est par l'accroissement des structures que les charges unitaires diminuent, et d'ailleurs les mécanismes de répartition des aides de la PAC accentuent la substitution du travail par la surface⁶². Cependant compte tenu des enquêtes que le GNIS

⁶² François Colson : Les perversités du système. Ouest France du 18 octobre 1995.

a fait réaliser, il ne nous est pas apparu possible de lier l'évolution de la demande des agriculteurs en semences à celle des structures de leurs exploitations ⁶³.

◆ 5.3. Les demandes des agriculteurs en différents types de semences

Toujours selon la même enquête du GNIS (Isos-Agriculture, 1994) pour choisir leurs semences, les critères de choix des agriculteurs qui arrivent dans les trois premières positions sont : un potentiel élevé de rendement ; peu sensible et tolérante aux maladies ; sûre, régulière et sans risque. Le critère de rendement est plus important pour les plantes hybrides. Les agriculteurs attachent de l'importance au rendement et à sa régularité, ils intègrent un autre critère de résistance aux maladies dans un souci de réduire le poste des phytosanitaires comme nous l'avons vu précédemment. Mais pour l'avenir, s'ils pouvaient exprimer leurs attentes auprès des sociétés semencières, les critères de réduction des charges d'intrants, d'exigence de qualité et de nouveaux débouchés prennent les meilleures positions après la sécurité du rendement. Le coût de la semence n'est pas classé dans les premiers rangs.

Conclusion

On s'orienterait en Europe et en France vers une segmentation des marchés avec trois grands types de semences :

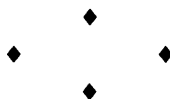
- 1. Un marché de semences plus sophistiquées, incorporant les dernières innovations en matière variétale (y compris des gains de rendement), faculté germinative, état sanitaire, enrobage. Ce type de marché correspond à une agriculture compétitive de produits non différenciés (y compris pour l'exportation).
- 2. Un marché de semences banalisées, bon marché, au rythme de création variétale ralentie, où on progresse moins vite dans la recherche d'accroissement de rendement. Ce type de marché correspond à une agriculture plus extensive, de rente, à un enjeu

Depuis 1988, date du dernier recensement général de l'agriculture, le taux de baisse du nombre d'exploitations s'est accéléré passant de 63% de 1979 à 1988 à 64,6 % de 1988 à 1993. Source : Chambres d'Agriculture, supplément au n° 833 mai 1995.

⁶³ Hypothèse AA.

d'occupation du territoire (ex : cultures pour ne pas laisser les jachères nues, couverture pour jachère environnementale).

- 3. Un marché de semences « intégrées » sur des niches. Ce type correspond à une agriculture alimentaire ou non alimentaire de haute valeur ajoutée.



Hypothèses retenues par la cellule de pilotage

Hypothèses du modèle de développement agricole :

Hypothèses concernant l'aval de l'agriculture

AI : les exigences qualitatives de l'agro-alimentaire s'exerceront davantage sur l'agriculture et les semences correspondantes.

AH : Les produits élaborés dans les niches demanderont de plus en plus une technologie et une matière première spécifique.

AG : Les marchés non alimentaires connaîtront un grand essor, notamment pour l'industrie du papier et de l'énergie grâce à des plantes riches en ligno-celluloses.

- La demande des consommateurs :

AJ : une réaction de rejet des consommateurs se produit davantage vis à vis des plantes transgéniques et a de sérieuses remontées sur les progrès biotechniques.

- Les IAA

Une plus grande implication des firmes alimentaires à fort potentiel technologiques dans l'amélioration du matériel végétal

Hypothèses concernant les marchés des semences et les politiques agricoles.

AB : Dans le système jachères il y a une demande spécifique de semences peu coûteuses

AD1 : Au delà de l'an 200, les orientations de la nouvelle PAC se maintiennent. Les processus d'évolution des firmes semencières se poursuivent

AD2 : Au delà de l'an 200, les orientations de la nouvelle PAC se maintiennent. Il y a peu de modifications dans la demande de semences.

AE1 : Au delà de 2000, le niveau général de soutien diminue plus fortement, seuls les agriculteurs les plus compétitifs dans l'U.E. se maintiennent. On assiste à une forte baisse des prix des productions végétales.

AE2 : Au delà de l'an 2000, on assiste à une remise en question de l'utilisation de certaines semences performantes mais coûteuses.

AE3 : Au delà de l'an 2000, la demande en certaines semences sophistiquées s'accroît.

AF : Au delà de l'an 2000, le niveau général de soutien de l'agriculture diminue plus fortement, mais les Etats instaurent une intervention nationale en faveur de régions défavorisées, certains créneaux relatifs à des semences élaborées se maintiennent.

Hypothèses concernant la logique des systèmes de production agricole

Z : La réduction des coûts de production agricole continuera d'être une force motrice au cours des vingt prochaines années.

AA : L'utilisation des semences par les agriculteurs ne sera pas significativement modifiée par l'évolution des structures des exploitations.

AK : Le taux d'utilisation des semences certifiées ne va pas diminuer.

Hypothèses concernant le modèle d'économie et politique internationale

AC : Le calendrier d'application des accords de l'Uruguay Round et de la réforme de la PAC est respecté jusqu'à l'horizon 2000.

AL : Le gouvernement français (ou l'interprofession) encourage une politique d'amélioration de la balance des paiements française, d'accroissement des exportations ou de réduction de certaines importations.

AO : L'Europe continue de s'élargir en premier lieu au PECO.

AP : La demande mondiale de produits agricoles s'accroît et entraîne une augmentation de la production agricole dans les pays de l'OCDE.

AQ : La nécessité d'une politique agricole basée sur un « développement durable, viable et vivable » devient impérieux avant la poursuite de la croissance démographique

ANNEXE 5

COMPTE-RENDU DES TRAVAUX DU GROUPE

SCIENCES ET TECHNIQUES

GERARD DOUSSINAULT, HUBERT BANNEROT

INRA - GAP

VINCENT MANGEMATIN

INRA - SERD

« SCIENCES ET TECHNIQUES »

QUELQUES QUESTIONS CENTRALES A L'HORIZON 2010

1

DES ENJEUX CRUCIAUX

Une variété améliorée est une variété qui répond mieux que les anciennes aux attentes des différentes catégories de ses utilisateurs :

– Pour l'agriculteur, elle est plus économique à produire : avec des rendements plus élevés pour le même niveau d'intrants, moins exigeante en main d'oeuvre comme les endives produites sans couverture de terre. Son utilisation diminue les risques dus au climat : basses ou hautes températures à un moment du cycle, déficit passager en eau, excès d'eau. Les risques dus aux parasites et prédateurs sont également diminués par l'amélioration du niveau et de la stabilité des résistances. Cette variété améliorée est adaptée aux techniques culturales les plus intéressantes économiquement. Elle trouve preneur sur le marché.

– Pour les industriels elle répond à un cahier des charges permettant une utilisation facile avec les techniques de transformation utilisées et l'obtention d'un produit recherché par l'acheteur. Enfin, pour le consommateur, elle satisfait davantage ses exigences de prix, de caractéristiques de qualité objectives et subjectives.

Le progrès génétique comporte donc de très nombreuses facettes et se matérialise à partir du patrimoine génétique existant par une amélioration continue sur un ou plusieurs caractères.

Le délai entre la définition des objectifs et la réalisation des variétés nouvelles est aujourd'hui d'une dizaine d'années. L'amélioration des plantes consiste à inventer et mettre en oeuvre toute une panoplie de méthodes et techniques permettant de raccourcir le délai d'obtention des nouveautés, d'augmenter le niveau de réalisation des objectifs. Par ailleurs, ces investissements doivent être valorisés pour permettre de nouveau progrès.

◆ 1.1. Une évolution scientifique accélérée

Les progrès de la génétique et de la physiologie ont permis et permettront l'utilisation de nouvelles techniques qui raccourcissent les délais et augmentent le niveau de réalisation des objectifs.

Par exemple, la biologie cellulaire a conduit à l'obtention d'haploïdes doublés qui autorisent une réduction de la phase de fixation et à la dissocier de la phase de sélection qui reste indispensable. Cette nouvelle technique d'haplodiploïdisation doit être intégrée dans les schémas de sélection et son utilisation optimale est aujourd'hui un sujet de recherches. Pour l'orge, cette technique est bien maîtrisée, mais certaines firmes, comme le Plant Breeding Institute de Cambridge lui préfèrent les générations accélérées en chambre de culture.

C'est dans le domaine de la biologie moléculaire que les progrès les plus spectaculaires ont été faits. Aujourd'hui, il est possible de connaître le code d'un gène et de le transférer d'une espèce à une autre, très éloignée de la première. Il est possible d'intervenir dans une chaîne de processus biologiques pour modifier les enzymes responsables de la maturation d'un fruit ou de la synthèse d'un acide gras. On peut aussi construire des génotypes cumulant des gènes intervenant sur des caractéristiques à expressions quantitatives ou qualitatives grâce au marquage moléculaire.

Dans tous les cas, le progrès apporté par ces nouvelles technologies doit être associé et intégré au progrès obtenu grâce aux autres techniques, notamment à du matériel génétique performant. Dans une optique d'amélioration des plantes, il n'y a donc pas substitution entre les deux techniques mais enrichissement de la palette des possibles.

Le progrès dans d'autres domaines scientifiques permet des avancées importantes dans l'automatisation des tâches répétitives, comme l'informatisation et l'interprétation des résultats d'essais comparatifs par exemple.

Cette accélération du progrès scientifique auquel l'INRA contribue marque une rupture avec les processus antérieurs. Des firmes privées investissent dans des recherches en biotechnologies alors que bien des semenciers traditionnels n'en ont ni les moyens ni les compétences. On voit ainsi clairement les besoins des industriels se situer à plusieurs niveaux allant de la recherche fondamentale au transfert de compétences.

A côté des travaux conduisant à l'amélioration d'une espèce spécifique, certaines recherches ont un caractère de bien collectif. L'introduction de certains gènes de résistance aux herbicides risquent de se disséminer par l'espèce cultivée sous forme de repousses dans les jachères ou par hybridation inter spécifiques avec les espèces

adventices voisines de l'espèce cultivée. L'INRA a une forte responsabilité dans l'étude de l'évolution de la fréquence de recombinaison et dans les moyens de la limiter.

◆ 1.2. Une évolution des objectifs de recherche

Les efforts de recherche des firmes privées se concentrent sur des espèces et des formules variétales (hybrides) qui constituent une source de redevances importantes ou sur des créneaux pour lesquels elles se sont spécialisées. Ainsi, le progrès génétique s'est considérablement ralenti pour des espèces cultivées sur des faibles superficies et leur intérêt économique relatif a diminué par rapport aux espèces dominantes qui ont bénéficié d'un progrès génétique accéléré (par exemple, l'avoine par rapport au blé).

Dans un futur qui n'est peut être pas très éloigné, la société aura besoin de la diversité qu'elle n'utilise pas pleinement aujourd'hui. Dans ce domaine, quel peut être le rôle de l'INRA ? On le perçoit bien en prenant l'exemple de l'asperge, espèce difficile à sélectionner. L'INRA a investi au delà d'un simple espoir de retour sur redevances. Il a mis en oeuvre de nouvelles techniques pour la création de nouveaux types variétaux, il a permis le renouveau de la culture grâce à un gain de productivité décisif et a entraîné à sa suite des firmes privées de sélection qui continuent les programmes entrepris par l'INRA.

Les objectifs de la sélection évoluent aussi selon les changements économiques, technologiques, les goûts des consommateurs, la prise en considération des problèmes liés à l'environnement. Ainsi, la baisse des prix des céréales permet-elle l'incorporation de quantité importante de blé dans les aliments du bétail, en particulier les monogastriques. Au taux actuel d'incorporation, l'existence de facteurs antinutritionnels et la teneur en protéines sont des facteurs limitants. La prise en compte de ces objectifs passe par l'étude de leur accumulation dans le grain et de leurs voies de synthèse.

Actuellement, étant donné les rapports de force au sein de la filière, la rétribution de ce type de recherche par la vente de semences est très incertaine et aucune firme privée ne va entreprendre un tel programme. Pourtant, l'intérêt pour les éleveurs est évident et l'INRA en tant qu'organisme de recherche publique peut participer à un tel programme. Il nous faut gérer ce qui peut apparaître comme une contradiction entre la concentration des efforts de recherche sur des processus biologiques chez quelques espèces et assurer la possibilité d'une large diversification pour répondre à la demande sociale

◆ 1.3. Une évolution de la rétribution du progrès génétique

Les nouvelles variétés protégées par un certificat d'obtention végétale sont valorisées par la vente des semences certifiées. Suite à la baisse des prix des produits agricoles, le poste

de dépenses des semences a été réduit. Outre l'intérêt objectif qu'ils présentent, les hybrides qui doivent être reproduits à partir de parents à chaque génération constituent un moyen efficace de protection. C'est pourquoi les travaux sur la stérilité mâle par voie génétique ou par voie chimique se multiplient, aboutissant à transformer le système de reproduction des espèces. Après le tournesol, le colza est produit sous forme d'hybrides que les agriculteurs doivent acheter, car la production de semences est ainsi nettement différenciée de la production de graines pour l'utilisation industrielle.

A l'opposé, le recours à l'apomixie qui permet la multiplication d'hybrides par graines à l'identique est envisagé pour les pays en voie de développement mais aussi dans le cas des plantes autogames à graines par des firmes privées qui ne possèdent pas la maîtrise de l'agent chimique d'hybridation. Quels investissements l'INRA peut-il avoir dans ces différents domaines ?

2

DES QUESTIONS OUVERTES

Les enjeux scientifiques et techniques se traduisent souvent en termes économiques. Ils nécessitent des investissements; des efforts de recherche longs et coûteux, ils mobilisent les chercheurs du privé ou du public, des techniques plus ou moins sophistiquées. Ils ne portent éventuellement leurs fruits que dans un second temps. Ainsi, le groupe de travail a choisi trois éclairages différents pour analyser les points de blocage actuels et les travaux à entreprendre pour les lever : partir des espèces pour choisir de bons modèles, s'intéresser aux techniques pour lesquelles un détour scientifique peut être utile pour progresser ou définir des objectifs qui permettent une vision plus globale de la combinaison techniques/espèces.

◆ 2.1. Choisir des espèces modèles

La structuration par espèces constitue une entrée classique en génétique et amélioration des plantes. Elle était généralisée quand l'objectif principal était de produire du matériel végétal amélioré pour des caractéristiques d'intérêt agronomique. Elle avait pour conséquence une connaissance intime des espèces travaillées : l'amélioration des plantes est essentiellement une discipline de synthèse avec sa cohérence interne, mêlant une recherche fondamentale nécessaire à la réalisation d'une recherche finalisée.

A cette approche filière s'est ajoutée une approche thématique de recherche dans laquelle la production de connaissances pour résoudre un type de problème biologique, souvent à l'origine de blocage est privilégiée. L'espèce devient alors support pour des recherches et son choix sera réalisé pour son adaptation à la résolution du problème biologique étudié.

On fait bien entendu l'hypothèse que les avancées scientifiques réalisées sur les espèces modèles pourront être transposées sur des espèces importantes pour l'économie nationale.

Aujourd'hui, les espèces modèles vont être choisies pour la facilité d'étude de leur génome et pour leurs réponses à la mise en oeuvre des techniques en biologie cellulaire et moléculaire. Elles sont choisies également pour les effets de recherche réalisés par la communauté scientifique nationale et internationale.

La compréhension de certaines questions scientifiques, comme par exemple, l'étude du fonctionnement des génomes suppose un investissement important en chercheurs et en moyens financiers et matériels qui ne peut être que concentré sur un marché extrêmement limité d'espèces.

Arabidopsis Thaliana est une espèce qui a un cycle germinatif particulièrement court, un encombrement réduit, des exigences limitées pour sa croissance et surtout elle a un petit génome et peut être transformé par *Agrobacterium*. Elle est donc adaptée aux études de fonctionnement du génome, au clonage des gènes et à l'étude des grandes fonctions biologiques. Les recherches ont un caractère fondamental. Elles permettent de mettre à jour des mécanismes de fonctionnement. La production de plantes améliorées restant en arrière plan.

Les connaissances ainsi produites sont destinées à être transposées aux autres espèces qui présentent des caractéristiques similaires.

Le choix des espèces « modèles » renvoie à quelques grandes questions qui restent encore ouvertes :

- Jusqu'où une espèce peut-elle être considérée comme modèle ? Par exemple, *Arabidopsis Thaliana* pourra-t-elle servir comme modèle à l'étude des génomes des monocotylédones ? Faudra-t-il utiliser le riz comme autre plante modèle ? Comment s'intégrer alors dans le concert des recherches sur le plan international ?
- Il n'y a pas de bon « modèle » en soi mais la valeur des modèles est liée aux thématiques de recherche.
- Plusieurs points de vue divergents s'affrontent sur le poids relatif des investissements génériques (espèces « modèles ») et des investissements liés aux filières (adaptation des connaissances créées à partir des recherches génériques). Ce choix n'est pas indépendant de l'organisation de la recherche au niveau de la profession et du rôle de l'INRA.

- **2.1.1. Un modèle par objectifs d'acquisition de connaissances**

Les recherches ont un caractère fondamental. Elles permettent de détecter des mécanismes de fonctionnement. La plante est choisie non pas en fonction de la réalisation d'objectif finalisée sur une espèce d'importance agronomique mais en fonction de la facilité d'étude qu'elle présente. L'état d'avancement des connaissances implique le changement de modèle. Ainsi, pour l'haplodiploïdisation dans un premier temps, les conditions d'obtentions d'embryons haploïdes à partir de gamétophytes mâles ont été étudiées chez les solanacées (tabac) qui répondent bien à la technique. On a pu ainsi pratiquer la culture d'anthere et de microspores isolées chez de nombreuses plantes comme le colza. En revanche, une variabilité génotypique importante a été révélée lorsqu'on a voulu transposer la technique aux graminées. Ainsi, le cas du maïs est un modèle pour étudier les effets génétiques car quelques génotypes répondent bien à la technique au contraire de la majorité d'entre eux qui sont réfractaires.

L'obtention d'haploïdes à partir d'un gamétophyte femelle dont le développement est déclenché par croisement avec une espèce présentant une incompatibilité génomique est étudié sur les systèmes blé x maïs au sens large ou orge cultivée x orge bulbeuse.

La fécondation n'a pas lieu, ou si elle a lieu, on assiste à l'expulsion du génome apporté par le *pollen*. La culture du jeune embryon *in vitro* permet son développement en plante. Les systèmes constituent donc des situations diversifiées toutes favorables à l'étude des mécanismes d'haplodiploïdisation.

Elles permettent aussi d'élaborer des stratégies à partir d'expériences menées sur des plantes adaptées à cette démonstration. C'est ainsi que sont entreprises des études concernant la gestion des ressources génétiques chez le blé, plante autogame et le maïs, plante allogame. Les études devraient permettre de répondre à bien des questions. L'usage des marqueurs moléculaires pour évaluer la diversité devrait être précisé. La diminution de la variabilité en fonction de la diminution de la taille des collections, le choix du matériel à conserver devraient être mieux connus grâce à ces études de base. Les méthodologies d'évaluation, de conservation et l'accès à la variabilité génétique qui est la condition du progrès doivent être également pris en compte.

- **2.1.2. L'organisation de la recherche entre privé et public**

Deux types de travaux cohabitent aujourd'hui à l'INRA. Le premier correspond à l'acquisition de connaissances scientifiques et techniques. Il intéresse les entreprises privées à fort potentiel technologique qui adapteront et utiliseront les connaissances génériques produites par l'INRA.

Le second type correspond à la mise en oeuvre de connaissances scientifiques et de techniques pour atteindre des objectifs finalisés qui ne sont pas travaillés par le secteur privé soit parce que leur horizon temporel d'utilisation est trop lointain, comme les croisements inter spécifiques par exemple, soit parce qu'ils ne correspondent pas à un marché rentable pour une entreprise unique, comme par exemple, la définition de nouveaux types variétaux chez l'asperge ou l'endive ou la résistance aux parasites chez le blé.

Dans ce cas, l'INRA opère principalement un rôle de traducteur entre les recherches fondamentales produites hors de l'institut et dans l'institut et les firmes privées par la mise à disposition de techniques et de matériel végétal élaboré. La diversité au sein de l'Institut sur ces deux approches coexiste actuellement. Pour certains, c'est une faiblesse car les moyens ne sont pas assez concentrés sur quelques programmes scientifiques. Pour d'autres, c'est une force et une originalité de l'INRA car peu d'instituts de recherche agronomique ont pour objectif d'aller de la recherche fondamentale à son application sur le terrain tout en restant attentifs aux préoccupations des filières.

Les groupes à fort potentiel biotechnologique considèrent que l'implication de l'INRA dans les filières favorise la survie des entreprises à potentiel technique moyen ou faible. A l'inverse, ces derniers dénoncent le désengagement de l'INRA des filières comme étant une action en faveur des grands groupes.

Ces deux stratégies ne sont pas mutuellement exclusives. Elles sont complémentaires. Elles posent néanmoins la question de l'organisation de la conservation des ressources génétiques. Le maintien et l'accès à la variabilité génétique est la condition du progrès génétique. De tels objectifs ne peuvent être atteints qu'au niveau international. Ainsi, une collaboration internationale doit se mettre en place. Pour ce faire, il est indispensable que chacun des instituts aient quelque chose à échanger et que les collections soient compatibles. Ainsi, la question « que stocker : gènes ou génotypes » ? est loin d'être triviale.

Les échanges peuvent donc avoir lieu autant sur le matériel génétique que sur les méthodologies d'évaluation et de conservation. Tant pour le matériel génétique que pour les méthodologies, les recherches sont longues et la constitution de *core collection* prend du temps. Les choix faits aujourd'hui sont donc fortement irréversibles.

◆ 2.2. Techniques et objectifs de sélection

Bien qu'ils soient sujets à de nombreuses limites, les raisonnements en terme d'espèces modèles présentent l'immense avantage de permettre la synthèse. Les tableaux ci-après

reprennent les principales techniques et les principaux objectifs de sélection. Ces tableaux dressent un état de l'art partiel de l'utilisation des techniques en fonction des espèces. Ils ont permis d'identifier les zones de blocages où des recherches étaient nécessaires.

Une analyse synthétique de ces tableaux permet de résumer les points où des recherches doivent être entreprises. La liste ci-après est indicative, non exhaustive et non exclusive. Les recherches à entreprendre en fonction des problèmes à résoudre pourraient être :

- pour les stérilités mâles cytoplasmiques
 - compréhension des mécanismes de développement
 - reproduction et mort cellulaire
 - création de stérilité mâle artificielle par induction de mort cellulaire
 - connaissance des mécanismes de régénération
- pour la biologie florale
 - meilleure connaissance des systèmes d'incompatibilité
- pour l'HD
 - connaissance des mécanismes responsables de l'induction
 - disponibilités des marqueurs pour repérer les gènes impliqués dans le processus
 - système de reproduction homologue
- sur la transgénèse
 - maîtrise des technologies de transformation
 - maîtrise de l'insertion en nombre et en site
 - affiner les outils actuels
- sur le marquage
 - maîtrise des outils techniques
 - reformulation de la conception des schémas de sélection pour insérer les techniques de marquage moléculaire dans les schémas de sélection
 - le corollaire peut être un laboratoire de recherche qui atteint une taille minimale
- pour la conservation du patrimoine génétique
 - méthodologie de stockage, d'évaluation du matériel et de validation des critères
 - organisation du stockage en terme dynamique ou statique
 - mise aux normes internationales et collaboration
- pour améliorer l'adaptation aux milieux
 - comprendre comment se forment les organes de la plante, comment et à quel moment se fait l'accumulation des réserves (glucides, lipides, protéines) et comment elles sont structurées ?
 - définition de critères (de qualité, de rendement, ...)

– pour améliorer les résistances aux stress

- comprendre les mécanismes de résistance
- construction de géotypes présentant des résistances durables.

3

DES HYPOTHESES SUR L'EVOLUTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Compte tenu des discussions du groupe et du niveau d'agrégation requis, nous avons forgé onze hypothèses sur les évolutions scientifiques et techniques globales affectant le monde des semences dans son ensemble.

◆ 3.1. Trois hypothèses sur la pénétration des biotechnologies

Hypothèse 0 : D'ici une dizaine d'années, les opérations de séquençage du génome végétal seront grandement facilitées par la fourniture d'automates bon marché.

Commentaires :

Pour qu'elle puisse se réaliser, cette hypothèse suppose un passage des techniques développées pour le séquençage du génome humain au génome végétal. Actuellement les capacités de séquençage constituent un goulet d'étranglement. On peut légitimement supposer qu'à l'horizon 2010, si les enjeux économiques sont suffisants, les opérations de séquençage auront été automatisées.

Hypothèse T : Les biotechnologies accélèrent et rendent plus efficaces les schémas de sélection classique.

Commentaires :

Les biotechnologies (haploïde, fusion de protoplastes, marquage moléculaire....) sont introduites en routine dans les schémas classiques de sélection sur les principales espèces. Leur utilisation ne remet pas fondamentalement en cause le métier de sélectionneur. Elle permet cependant d'augmenter la vitesse de sélection et de stabilisation des lignées ainsi que l'efficacité de cette sélection. Cette hypothèse suppose le prolongement de l'évolution actuelle.

Hypothèse P : L'introduction des biotechnologies (séquençage du génome, maîtrise de la recombinaison et de la transgénèse) entraîne l'utilisation de nouveaux schémas de sélection.

Commentaires :

L'intégration des techniques de régénération et de transgénèse et de recombinaison homologue, utilisées en routine sur les espèces les plus importantes constitue une rupture avec la tendance actuelle. Elle entraîne la conception de nouveaux schémas de sélection. Toutefois, ces nouveaux schémas de sélection coexistent avec les anciens, en fonction des objectifs de sélection ou des espèces cultivées. La régénération et la maîtrise de la recombinaison homologue permettent de mieux connaître et valoriser les échanges de gènes. L'utilisation en routine de ces techniques bouleverse le monde de la sélection dans les modes de production de l'innovation et de certains matériels végétales et augmente la variabilité disponible (gènes étrangers).

♦ 3.2. Deux hypothèses sur le type de plantes travaillées

Hypothèse Q : Le modèle hybride est étendu à certaines espèces actuellement sélectionnées comme autogames (blé et orge).

Commentaires :

Il s'agirait d'une avancée technique permettant une rupture avec l'ancien modèle alors qu'on ne sait pas aujourd'hui si le modèle hybride pourra être étendu au blé. L'extension du modèle hybride suppose que les techniques permettant la sélection du blé ou du colza comme hybride soient suffisamment fiables et peu coûteuses pour être utilisées en routine. L'écart de rendement (considéré globalement - productivité supérieure, réduction des intrants...) doit être suffisamment important pour que les hybrides soient acceptés malgré des prix plus élevés des semences. Une extension du modèle hybride augmente la valeur ajoutée et modifie sa répartition entre le sélectionneur et l'exploitant agricole. Elle entraîne aussi une évolution de la répartition au sein des entreprises de sélection entre celles qui auront choisi le modèle hybride et celles qui demeureront sur le modèle lignée.

Hypothèse R : La diversification se fera plutôt à partir d'espèces cultivées, dans lesquelles on introduit des gènes étrangers à l'espèce.

Commentaires :

La production de substances particulières (protéines spécifiques, substances améliorant l'aptitude à telle ou telle utilisation, maïs papetier, ...) peut être obtenue par deux méthodes. La première consiste à domestiquer des espèces sauvages qui produisent les substances voulues. Une telle démarche suppose un processus complet de sélection et d'amélioration des plantes pour augmenter les rendements, réduire la sensibilité des espèces aux modifications de l'environnement, accroître les résistances, ... La seconde

démarche privilégie l'introduction de gènes permettant la production des substances voulues dans des espèces déjà cultivées. L'introduction des gènes peut se faire par les techniques traditionnelles (back cross par exemple) ou par transgénèse. Le maïs papetier est une bonne illustration. On pourrait améliorer la canne de Provence, le miscanthus, ... ou choisir de faire produire une fibre de cellulose par une plante que l'on connaît bien : le maïs.

♦ 3.3. Six hypothèses sur l'organisation et le financement de la recherche publique

Hypothèse U : L'INRA privilégie la progression des connaissances à partir d'une recherche menée sur quelques espèces modèles.

Commentaires :

Cette hypothèse suppose que les investissements réalisés sur quelques espèces modèles sont suffisamment génériques pour être « portés » sur d'autres espèces avec des coûts réduits. Ainsi, la compréhension en profondeur des mécanismes sur les espèces modèles bénéficie à l'ensemble des espèces. A titre d'exemple, cette hypothèse nous conduit à considérer que les recherches menées actuellement sur *Arabidopsis thaliana* sont suffisamment génériques pour être transposées, avec des coûts relativement réduits sur les autres crucifères. Cette hypothèse conduit à une nouvelle répartition des rôles entre l'INRA et le privé, le public produisant la recherche sur les plantes modèles, le privé se chargeant de l'adaptation des résultats obtenus sur les modèles aux espèces cultivées. Dans ce cadre, la création variétale est un sous produit de la recherche sur les modèles.

Hypothèse Y.1 : L'INRA développe une forte activité de création des génotypes destinés à la progression des connaissances sur un nombre réduit d'espèces.

Commentaires :

La création de matériel végétal spécifique pour la recherche constitue l'un des atouts de l'INRA. Ce matériel végétal permet de réaliser des recherches originales ainsi que de nombreux échanges avec l'étranger.

Hypothèse Y.2 : L'INRA continue une forte activité de création variétale.

Commentaires :

L'INRA répond à l'attente des P.M.E. de la sélection. L'Institut conserve une forte activité de création de matériel végétal. Coexistent comme actuellement des équipes qui

privilégient une production scientifique internationalement reconnue (éventuellement en association avec l'Université ou le CNRS) d'autres qui considèrent que leur métier est la production de matériel végétal amélioré original et internationalement reconnu mis à disposition de la profession à faible coût.

Hypothèse Y.3 : L'INRA augmente ses activités de création de matériel végétal sur des espèces où les investissements du secteur privé sont faibles.

Commentaires :

L'INRA en répondant à court terme à la demande de diversification des espèces est fidèle à son statut de recherche publique finalisée; cependant un tel choix risque de se révéler incompatible avec d'autres orientations peut-être plus intéressantes à long terme.

Hypothèse Y.4 : Les activités de recherche en matière de semences décroissent à l'INRA.

Commentaires :

Il est utile de tester cette hypothèse et de mesurer son effet sur le monde de la sélection. Elle permet d'apporter quelques éléments de réponses aux discours pressants des industriels qui souhaitent orienter la recherche publique de telle ou telle manière.

Hypothèse W: Les entreprises développent leurs contrats avec la recherche publique.

Commentaires :

Il est utile de mesurer les effets qu'aurait une croissance de la part des budgets privés à l'INRA.



LES METHODES ET LES TECHNIQUES DE L'INRA SELON LES ESPECES

TABLEAU 1

			Techniques									
Espèces	Type variétal	Modèle biologique	Faisant appel à la génétique			Faisant appel à la biologie cellulaire			Faisant appel à la biologie moléculaire			Stérilité mâle
			<i>Cytogénétique. Introgression</i>	<i>Maîtrise de la recombinaison</i>	<i>Génétique quantitative</i>	<i>Haplo-diploïdisation</i>	<i>Régénération</i>	<i>Fusion de protoplastes</i>	<i>Cartographie</i>	<i>Marquage</i>	<i>Transgénèse</i>	
Arabidopsis	autogame	Fonctionnement du génome	-	En lien avec biologie moléculaire	-	-	-	-	En cours avancée	Mutants d'insertion	En cours avancée	nucléaire spontanée + mutagenèse
Tabac	autogame	Fonctionnement du génome	-	-	-	Maîtrisée Outil de recherche	-	Maitrisée Outil de recherche	En cours (Solanacées)	Outil de recherche	Avancée Outil de recherche	cytoplasmique - outil de recherche
Maïs	allogame	Méthodologie de la sélection hybrides	-	Outil de recherche	Avancée outil de recherche	En cours Etude de l'effet génotype	-	-	En cours avancée	Recherche QTL gènes candidats	En cours Premiers résultats	cytoplasmique - outil de recherche
Blé	autogame	allopolyploïde - Méthodologie Sélection lignées des hybrides	Outil de recherche Relations entre génomes introgressions	Etude effets de gènes	Avancée outil de recherche	En cours effet génotype	Début	-	En cours échange souches	Début Gènes majeurs de résistances	-	Nucléaire cytoplasmique chimique
Orge	autogame	Utilisation HD dans schémas sélection	-	-	-	Maîtrisé Outil de recherche (génétique) transférée	-	-	Voir blé et graminées	Début	-	-
Colza	mixte lignées et hybrides	Passage des lignées aux hybrides	Outil de recherche Relations entre génomes	-	-	Maitrisée transférée	En cours	Maitrisée outil de recherche et transférée	En cours voir Arabidopsis	Début Gènes majeurs de valeur agronomique	En cours Sur le point de sortir au champ Etude des risques	Maîtrisée transférée Outil de recherche (cyto)

Techniques												
Espèces	Type variétal	Modèle biologique	Faisant appel à la génétique			Faisant appel à la biologie cellulaire			Faisant appel à la biologie moléculaire			Stérilité mâle
			Cytogénétique. Introgression	Maîtrise de la recombinaison	Génétique quantitative	Haplo-diploïdisation	Régénération	Fusion de protoplastes	Cartographie	Marquage	Transgénèse	
Tournesol	allogame hybride	-	outil de recherche intergression	-	-	Début	En cours	-	Avancée	Début	-	Maîtrisée transférée (cyto)
Betterave	allogame	-	Influence du niveau de ploïdie	-	Grâce à l'obtention de lignées	-	-	-	En cours	En cours	En cours Résistance virus	Maîtrisée transférée (cyto)
Pois	autogame	Fixation N ²	-	-	-	-	Outil de recherche Effet génotype	-	En cours	En cours	-	-
Pomme de terre	clones	Passage di à tétraploïde	Croisements interspécifiques	-	-	Outil de recherche, Intérêt dihaploïdes	-	-	Voir Solanacées	En projet	-	-
Tomate	Lignées et hybrides	Maturation des fruits	Croisements interspécifiques	-	-	-	-	-	Voir Solanacées	Début	Réalisée aux USA Début	-
Melon cucurbitacées	Lignées et hybrides	Maturation des fruits	-	-	-	Outil de recherche	-	-	-	-	-	-
Luzernes	Autogame et populations	Fixation N ² et compétition	-	-	Niveau de polyploïdie	-	Outil de recherche	Outil de recherche	-	Outil de recherche	-	cytoplasmique incomplète
Graminées fourragères	Population	Evolution des parois cellulaires	Croisement Lolium Festuca	-	Plantes en forte compétition	-	-	-	-	-	-	-
Plantes florales	Clones	Physiologie des réserves	-	-	-	-	Outil de recherche (tulipe)	Outil de recherche (arbustes)	-	-	-	-

(suite) TABLEAU 1

Techniques												
Espèces	Type variétal	Modèle biologique	Faisant appel à la génétique			Faisant appel à la biologie cellulaire			Faisant appel à la biologie moléculaire			Stérilité mâle
			<i>Cytogénétique. Introgression</i>	<i>Maîtrise de la recombinaison</i>	<i>Génétique quantitative</i>	<i>Haplo-diploïdisation</i>	<i>Régénération</i>	<i>Fusion de protoplastes</i>	<i>Cartographie</i>	<i>Marquage</i>	<i>Transgénèse</i>	
Vigne	Clones	Croisements interspécifiques	-	-	-	-	Outil de recherche	-	-	Début	Début	Outil de recherche
Pommoïdées	Clones	-	Etudes de la polyplôïdie	-	-	Outil de recherche	-	Outil de recherche	-	-	-	-
Prunus	Clones	Relations porte-greffe greffon	Croisements interspécifiques	-	-	-	-	-	Début	Début	-	-
Arbres forestiers	Populations	Génétique des populations	-	-	Outil de recherche	-	-	-	-	-	-	-

LES OBJECTIFS DE RECHERCHE DE L'INRA SELON LES ESPECES

TABEAU 2

Espèces	Objectifs de recherche						
	<i>Compréhension du développement</i>	<i>Compréhension du métabolisme</i>	<i>Méthodologie de la Gestion du patrimoine</i>	<i>Méthodologie de la sélection</i>	<i>Adaptation des caractéristiques technologiques</i>	<i>Adaptation aux milieux</i>	<i>Adaptation aux parasites ravageurs</i>
Arabidopsis	Mutant de développement	Synthèse des réserves	-	-		-	-
Maïs	Déterminisme de la précocité ; conséquences physiologiques	-	Populations - Source	Sélection récurrence réciproque Sélection assistée par marqueurs	Amidon modifié. Lysine. Teneur en lignine (ensilage)	Utilisation de l'eau	-
Blé - Orge	Gènes de nanisme	Synthèse des réserves du grain : amidon, peutosanes, fractions protéiques, enzymes	Réseau : gestion statique et dynamique	Sélection récurrence	Adaptation aux besoins technologiques : industries alimentaires, diététique	Froid hivernal Azote et eau limitants	Etude génétique de composantes des résistances ; construction de génotypes
Colza	Gènes de nanisme	Synthèse d'acides gras	-	Méthodologie de la sélection des hybrides	Adaptation des acides gras à des utilisations alimentaires ou industrielles spécifiques. Qualité des tourteaux	Résistance aux herbicides	Etude génétique des composantes des résistances ; construction de génotypes
Tournesol	-	Synthèse d'acides gras Importance des enveloppes	Populations à large base génétique	Méthodologie de la sélection des hybrides	Adaptation des acides gras à des utilisations alimentaires ou industrielles spécifiques. Importance des enveloppes.	-	Construction de génotypes
Betterave	-	-	Populations - Source	Intérêt des lignées et de la triploïdie	Teneur en sucres cristallisables. Forme des racines	-	Génie génétique et résistance aux virus
Pois	-	Métabolisme azoté ; Relation symbiotes ; accumulation de protéines	-	Sélection assistée par marqueurs	Stabilité teneur en protéines	Etude des types « hiver »	Etude des résistances ; Construction de génotypes

Espèces	Objectifs de recherche						
	<i>Compréhension du développement</i>	<i>Compréhension du métabolisme</i>	<i>Méthodologie de la Gestion du patrimoine</i>	<i>Méthodologie de la sélection</i>	<i>Adaptation des caractéristiques technologiques</i>	<i>Adaptation aux milieux</i>	<i>Adaptation aux parasites ravageurs</i>
Pomme de terre	-	Physiologie du tubercule	-	Génétique des dihaploïdes	-	-	Etude de résistances aux nématodes, virus, champignons ; construction de génotypes
Tomate	-	Maturation des fruits	Réseau : gestion statique	-	Qualité gustative, conservation	Condition de serre, contre saison	Etude génétique des résistances ; construction de génotypes
Melon Cucurbitacées	-	Maturation des fruits	-	Plantes dioïques	Qualité gustative, conservation	-	Etude génétique des résistances ; construction de génotypes
Luzernes	-	Elaboration des parois cellulaires ; métabolisme azoté ; relation avec les symbiotes	Coévolution avec symbiotes	-	Adaptation à la déshydratation. Teneur en lignine	Sécheresse	Construction de génotypes
Graminées fourragères	Repousses	Elaboration des parois cellulaires, lignine, cellulose	Analyse de populations Core collection	-	Adaptation au pâturage. Teneur en lignine	Pâturage, fauche	Construction de génotypes
Plantes florales	Physiologie réserves bulbes ; induction de la floraison	-	-	Utilisation en embryogénèse somatique	Diversification	Diversification	-
Vigne	Architecture	Maturation - Arômes	Collection de clones Caractérisation	-	Typicité raisins de cuve. Diversification raisins de table	-	Construction de génotypes
Pommoïdées	Architecture	Maturation des fruits	Vergers conservatoires	-	-	-	Etudes génétiques des résistances ; Construction de génotypes

(suite) TABLEAU 2

Espèces	Objectifs de recherche						
	<i>Compréhension du développement</i>	<i>Compréhension du métabolisme</i>	<i>Méthodologie de la Gestion du patrimoine</i>	<i>Méthodologie de la sélection</i>	<i>Adaptation des caractéristiques technologiques</i>	<i>Adaptation aux milieux</i>	<i>Adaptation aux parasites ravageurs</i>
Prunus	Relation Porte greffe greffon	Maturation des fruits	Coordination de la base de données Prunus ; Vergers conservatoires	-	Diversification caractéristiques gustatives, précocité	-	Etudes génétiques des résistances ; Construction de génotypes
Arbres forestiers	Architecture	Formation des fibres	Gestion in situ des ressources génétiques	Utilisation des marqueurs Etude des plans de croisement	Qualité du bois	-	-

OBJECTIFS ET TECHNIQUES DE RECHERCHES DE L'INRA

TABLEAU 3

Techniques	Objectifs de recherche						
	<i>Compréhension du développement</i>	<i>Compréhension du métabolisme</i>	<i>Méthodologie de la gestion du patrimoine</i>	<i>Méthodologie de la sélection</i>	<i>Adaptation des caractéristiques technologiques</i>	<i>Adaptation aux milieux</i>	<i>Adaptation aux parasites ravageurs</i>
Cytogénétique	-	-	Relations entre espèces homologues	-	Introduction variabilité	Introduction variabilité	Introduction variabilité
Maîtrise de la recombinaison	-	-	Gestion dynamique	Localisation, fréquence des recombinaisons	-	-	-
Génétique quantitative	-	-	Gestion dynamique	Schémas de sélection	Transgressions. Index	-	-
Haplodiplo	Etudes génétiques	Etudes génétiques	-	Accélération des générations	Etudes Génétiques	-	Etudes génétiques
Embryogénèse somatique	-	Etudes physiologiques	-	Multiplication de génotypes	-	-	-
Fusion de protoplastes	-	-	Echange de matériel génétique	Recombinaisons entre cytoplasme	-	-	-
Cartographie	Etude des gènes	Etude des gènes	Distance entre génotypes	-	Pour marquage	Pour marquage	Pour marquage

(suite) TABLEAU 3

Techniques	Objectifs de recherche						
	<i>Compréhension du développement</i>	<i>Compréhension du métabolisme</i>	<i>Méthodologie de la gestion du patrimoine</i>	<i>Méthodologie de la sélection</i>	<i>Adaptation des caractéristiques technologiques</i>	<i>Adaptation aux milieux</i>	<i>Adaptation aux parasites ravageurs</i>
Marquage	-	-	-	Sélection assistée par marqueurs	Analyse et construction de génotypes	Analyse et construction de génotypes	Analyse des résistances ; Construction de génotypes
Transgénèse	-	Modification des voies synthèses ; obtention de synthèses ; produits nouveaux	-	-	Obtention de produits nouveaux	Résistance aux herbicides à la salinité, etc...	Construction de gènes virus
Stérilité mâle	-	-	Gestion dynamique	Production de structures génétiques hybrides	-	-	-

LES OBJECTIFS DE RECHERCHE

Espèces	Objectifs, acquisition de connaissances			Objectifs finalisés		
	Connaissances des génomes	Gestion patrimoine génétique	Méthodologie Sélection	Caractéristiques technologiques	Adaptation au milieu	Adaptation aux parasites et ravageurs
Blé tendre	+	+	+	+	+	+
Blé dur	+	+		+	+	+
Triticale	+	+		+	+	+
Orge		+		+	+	+
Avoine		(+) maintien	Arrêt du programme			
Seigle		(+) maintien très partiel	Arrêt du programme			

Légende :

+ Activité notable

(+) Activité faible

Pas d'activité

CONNAISSANCE DES GENOMES

	Cytogénétique - Manipulations chromosomiques			Biologie cellulaire - Culture de tissus et d'organes		
Les Objectifs	Analyse des génomes	Relations d'homologie, d'homéologie	Recombinaisons homéologues	Production d'haploïdes doublés	Sauvetage d'embryons	Transgénése
Les méthodes	les aneuploïdes	Observation, interprétation des figures méiotiques	Utilisation du gène <i>ph1</i>	Culture d'anthers (Blé, Triticale) Cultures d'ovules induits (Blé dur, et Orge)	Culture <i>in vitro</i> de très jeunes embryons	Canon à particules sur embryons androgénétiques ou zygotiques et cals (Blé, Triticale).
Les résultats attendus	localisation chromosomique	Stratégie d'introgession	Introgession de caractères	Production de lignées recombinantes Utilisation dans les schémas de sélection	Création d'hybrides interspécifiques nouveaux	Transformation
	Outils remarquables d'analyse génétique, d'étude des relations entre espèces. Synergie avec la biologie moléculaire. Position forte de l'INRA, matériel spécifique de valeur.			Position forte de la France en matière d'androgénèse. Des transformations viennent d'être réussies par plusieurs équipes étrangères.		

GESTION DU PATRIMOINE GENETIQUE

Les Objectifs	Maintien et connaissance des ressources génétiques	Gestion dynamique	Utilisation
Les méthodes	Le réseau et la collection nationale (Blé, Orge, Triticale, Avoine, espèces apparentées)	Les métapopulations en reproduction autogame et allogame (Blés)	Croisements pour création variétale
Les résultats attendus	Maintien et caractérisation progressive de 17000 ressources.	Sorties de lignées et évaluation d'un premier cycle	Identification de géniteurs

Au niveau français, réseau de maintien et d'évaluation entre obtenteurs privés et recherche publique. animateur financé directement par le Ministère de l'Agriculture. Candidature Française pour la coordination d'un réseau Européen Blé tendre.

METHODOLOGIE DE LA SELECTION

Objectifs	Optimisation de la sélection récurrente à cycle court (Blé)	Structure génétique des variétés (Blé, Orge)
Méthodes	Application de la génétique quantitative. Sélection précoce, y compris pour le rendement	Les Blés hybrides Les variétés composites
Résultats attendus	Gestion de populations. Réalisation de 4 cycles pour les populations les plus avancées.	Diminution des coûts de production : Amélioration de l'adaptation.

Application originale de la sélection récurrente à cycle court à une autogame le blé.

Une des composantes de la gestion dynamique du patrimoine génétique.

CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES

Objectifs	Elaboration de la valeur d'utilisation (Blé tendre)	Utilisation en Malterie-Brasserie (Orge)	Valeur semoulière et pastière (Blé dur)	Diversification (Orge, Triticale)
Méthodes	Etude de la diversité des protéines de réserve. Etude des interactions Génotypes x milieux	Etude des enzymes clefs du maltage.	Détermination des composés impliqués dans la couleur des pâtes, la moucheture. Analyse biochimique de la force du gluten.	Prise en compte de la diversité.
Résultats attendus	Etude de la valeur boulangère et biscuitière	Méthodologie de sélection pour activités amylases β -glucanases.		Orges « waxy » à forte teneur en fibres. Utilisation pour l'alimentation humaine du Triticale.

Recherche de partenariat avec les industriels utilisateurs ou les organismes qui les fédèrent, les sélectionneurs privés.

ADAPTATION AUX PARASITES ET RAVAGEURS

Objectifs	Analyse des effets des agents pathogènes sur le rendement et caractéristiques technologiques (Blé).	Recherche et caractérisation des sources de résistance (Blé - Triticale - Orge)	Construction de génotypes avec des résistances durables (Blé - Triticale - Orge)
Méthodes	Mise en relation avec les symptômes	Prospection dans les ressources génétiques. Appréciation de la stabilité.	Combinaison de différents types de résistance.
Résultats attendus	Comparaison de la nuisibilité des agents pathogènes. Recherche de tolérance.	Détermination des facteurs génétiques intéressants.	Création de géniteurs et variétés.

Existence à l'I.N.R.A. d'une chaîne de compétences, synergie entre elles.

ADAPTATION AU MILIEU

Objectifs	Le diagnostic des interactions génotype/milieu	Stress hydrique (Blé dur, Orge)	Froid hivernal - Blé	Rayonnements faibles - Blé	Faibles niveaux d'intrants Blé - Orge
Méthodes	Utilisation réseau interstations INRA pour identification des facteurs limitants.	Analyse des paramètres morphophysiologiques d'adaptation aux différents types de sécheresse.	Analyse en conditions naturelles et artificielles	Analyse en conditions contrôlées pour séparer effet-température et effet-rayonnement	Détermination au champ des génotypes supportant des conditions sous-optimales.
Résultats attendus	Analyse de la robustesse des génotypes aux facteurs limitants identifiés dans chaque milieu.	Caractérisation de ressources génétiques pour les paramètres les plus importants.	Sélection récurrente pour la résistance	Détermination des génotypes non affectés	Variétés adaptées aux itinéraires techniques à faible niveau d'intrants.

Diminuer les risques techniques dans des situations où les conditions de milieu sont sous-optimales (économie d'intrants, gestion de l'eau, respect de l'environnement).

ANNEXE 6

EXTRAIT DE "DYNAMIQUE DES SYSTEMES ET METHODES PROSPECTIVE"

**PIERRE GONOD ⁶⁴
CONSEILLER INTERNATIONAL**

⁶⁴ P.F. Gonod, 1996. Dynamique des systèmes et méthodes de prospective. Futurible international, Travaux et Recherche de prospective N° 2, 266 p.

EXTRAIT DE "DYNAMIQUE DES SYSTEMES ET METHODES PROSPECTIVE"

Extrait des pages 29, 30 et fig.4.

... « LE STATUT DE L'INCERTITUDE

La méthodologie prospective de référence distingue justement prévision et prospective². Par ailleurs il est considéré que les hypothèses ne sont introduites qu'à la phase finale : celle de l'anticipation. C'est une erreur. On observera en effet qu'au cours du construit mental des représentations d'état et des processus on a avancé nombre d'hypothèses aux stades de la description, de l'interprétation et de l'explication (quand ces phases existent, ce qui est loin d'être le cas dans la majorité des prospectives). Mais la plupart du temps ces hypothèses sont implicites.

La figure 4 le « *Construit mental des représentations* » énonce les différents types d'hypothèses successives.

- La formulation des hypothèses anticipatrices est un problème qui rejoint celui des rapports entre prévision et prospective. Un problème mal posé si l'on s'en tient à une opposition rigide et si l'on ne voit pas ce qui les différencient. Mais qui s'éclaire si l'on introduit une typologie de la dynamique des processus qui est au cœur des méthodes d'exploration des futurs. Cette dernière appartient à la catégorie de la logique floue qui permet de distinguer quatre types d'hypothèses³.

Type 1. Prévision à contenu déterministe, et quasi mécaniste. C'est le domaine de la certitude. Il s'agit de processus dont les lois de transformations sont connues et quantifiables. Ces lois de la nature sont utilisées et concrétisées par la

² On trouvera une analyse développée des « temps prospectifs » en annexe de la « Contribution au débat sur la méthodologie prospective » réf.2.

³ Cette typologie est inspirée des travaux de Yehezkel Dror dans son article « *Statecraft as fuzzy gambling with history* », FRQ, fall 1993, volume 9, n°3 qui ont été interprétés, et, dans la traduction, la terminologie reformulée en essayant de respecter la pensée originale.

technologie. Elles sont plus rares dans les sciences de la société. Cependant on peut considérer que des phénomènes démographiques entrent dans ce type : la pyramide des âges pour les 10 prochaines années en France, le pourcentage de personnes de plus de 65 ans, l'annonce de 8 milliards d'habitants sur la planète en 2010, ont le caractère de prévisions.

Type 2. Prévision aléatoire, stochastique. Là aussi les lois de transformation sont connues ainsi que leurs équations conditionnelles. La connaissance des corrélations, des coefficients d'élasticité, permet de prédire les alternatives futures à n'importe quel point du temps avec leurs probabilités de réalisation. Les mots clés de ce type sont « if > then », « si > alors ». La prévision des consommations, par exemple, entre dans cette catégorie. Il en est de même, mais c'est plus complexe, de la chaîne des corrélations entre le niveau de vie, celui de l'instruction, la nuptialité, et l'évolution du taux de travail féminin. La plus grande partie du travail des prévisionnistes est de ce type.

Type 3. Certitude qualitative et incertitude quantitative. L'orientation des processus est connue mais ne peut être assortie d'un jeu de probabilités de leur réalisation. Dans le domaine technologique, le développement industriel des artefacts de la supraconductivité entre dans ce groupe. Dans l'aire sociale il en est ainsi de la propagation du Sida, mais aussi des effets d'entraînement de la métropolisation, de ceux d'une autoroute et du TGV...

Type 4. Incertitude qualitative et quantitative. Il est impossible de connaître les alternatives des futurs. Cette incertitude peut venir de l'absence de connaissances et d'informations, mais surtout de la nature même de phénomènes de mutations, de rupture, d'écroulement de structures mal identifiées.

L'exemple de la Russie est fascinant à cet égard. L'effondrement du communisme et l'effondrement de l'URSS qui ont échappé à la réflexion prospective, conduisent à une situation chaotique, où coexistent des éléments de stabilité de la structure ancienne, la disparition de relations fortes et cohésives, l'apparition de nouveaux éléments et processus. Le hasard a eu pour nom Gorbatchev et Eltsine, il peut s'appeler maintenant aussi Jirinovsky, ou d'autres, en Russie. Dans le mixte de stabilité et d'instabilité qui caractérise le chaos, les personnalités qui sont elles mêmes portées par les événements, peuvent faire basculer l'histoire. La situation de l'Algérie est aussi un autre exemple d'incertitude de ce type.

Ces types peuvent s'associer dans les situations, comme c'est le cas en Russie où des processus de type 2 et 3 existent avec des incertitudes de types 4 qui les englobent. La dynamique des processus peut aussi se modifier et passer d'un type à l'autre.

L'expression clé de ce type est « What if ? », « qu'est-ce qui se passerait si ? ». Car le fait qu'on soit dans l'incertitude la plus profonde, doit inciter, non pas à l'impuissance et à la résignation, mais à se poser des questions. C'est là en vérité la ligne de partage entre prévision et prospective. La prospective concerne les 4 types de dynamiques. Mais pour les prospectives sociétales, la majorité des anticipations sont des types 3 et surtout 4. Il en découle des conséquences qui passent le plus souvent inaperçues. Ainsi quand on questionne des experts sur des éventualités futures et qu'on leur demande d'estimer leurs probabilités de réalisation, d'abord les experts ne diront pas qu'ils ne savent pas, ensuite ils auront tendance à affecter d'une faible probabilité les fortes incertitudes. Par ailleurs les économètres construiront des modèles sur la base des variables qu'ils savent quantifier, excluant les autres, qu'on rejettera dans le fourre-tout du facteur résiduel. Mais cela conduira quand même à des prévisions...

La reconnaissance de l'incertitude est essentielle pour la pratique prospective. En multipliant les interrogations dans la zone de l'incertitude, elle fait surgir d'autres futurs et a des implications dans l'art de conduire les affaires de l'Etat (statecraft). « Un jeu limité de scénarios est dangereux pour cet art, en masquant la nature véritable du choix critique, qui est, dans une large part, un jeu flou avec l'histoire (fuzzy gambling with history).

Cette façon d'envisager les futurs rompt avec les méthodes de prédiction et de prévision, et elle est susceptible d'apporter à la méthodologie prospective plus de rigueur et de créativité. »...



Construit mental des représentations

Figure 4

C
o
n
s
t
r
u
i
t

m
e
n
t
a
l

R
E
P
R
E
S
E
N
T
A
T
I
O
N
S

Description

Pré-représentation

Vision : champ, profondeur

Perception synchronique
(faits perçus) éléments

Perception diachronique
processus



absence d'hypothèses ou
hypothèses implicites
(suppositions)

Représentation 1

Interprétation



hypothèses explicites
niveau 1 : propositions

Représentation 2

Explication



hypothèses explicites
niveau 2 : « lois »
vérification

Représentation 3

Anticipation



hypothèses explicites
niveau 3 : futurs

Représentation 4

P.F.G 94

Extrait des pages 39 et 40.

... « 3. **L'analyse des processus.**

La notion de processus est corrélative de celle d'évolution. Avec elle on passe du « monde perçu » au « monde actionné ». Le processus est une séquence de phénomènes dynamiques, en mouvement. C'est tout changement dans le temps de matière, d'énergie ou d'information qui se produit dans le système traitant ces variables d'entrée et menant aux variables de sortie.

- *Le processus est en premier lieu un doublet de l'état du système et du temps.*

Le processus a ses racines dans l'état du système, dans les relations intrants-extrants, dans les unités de transformation de ceux-ci. Les processus sont naturels ou artificiels. Ils s'auto-organisent en boucles complexes liées aux lois de la nature ou ils sont organisés par l'action de la société. Il ne se révèlent qu'en fonction du temps. Produit du système et du temps, c'est un être artificiel, qui, paradoxalement, comme le système, est une création mentale.

- *Le processus est un stade fondamental de la description du système et de l'anticipation.*

A la base il y a des faits qui sont une donnée de l'observation et de l'expérience. Les événements sont des faits importants, dans des conditions particulières les faits se transforment en événements, ce sont en quelque sorte des faits au second degré, qui sont souvent une variable-source, la cause de phénomènes. Faits, événements et phénomènes sont des notions connexes. Ainsi à l'événement décès correspond le phénomène mortalité, au mariage, la nuptialité et la fécondité légitime. Mais réciproquement, le fait est le phénomène perçu, découpé par l'observateur.

Un processus existe quand des événements discontinus sont perçus comme liés ensemble ⁶⁵. Un processus est un enchevêtrement, une torsade de faits, d'événements et de phénomènes. Un processus élémentaire n'est pas pour autant un phénomène simple. A leur tour, les processus se combinent entre eux à différents niveaux d'agrégation. Ainsi les processus sont des agrégations spécifiques d'événements qui sont produits à partir de sous-systèmes.

- *Les processus agrégés impliquent de nombreux acteurs.*

Les processus sociaux essentiels sont des agrégats de processus qui impliquent de nombreux acteurs. Ces acteurs prennent des micro-décisions sans considération des conséquences que l'ensemble de celles-ci peuvent avoir. L'identification des processus et

⁶⁵ A.M. SCOTT. « *the dynamics of interdependence* » Chapel Hill and London 1982.

de leur contrôle est décisive pour la prospective. La réponse à la question « qui les contrôle ? » donne la liste des acteurs impliqués. Celle « comment contrôlent-ils ? », donne la liste des options politiques pour chaque acteur⁶⁶. La difficulté est que chaque processus, généralement, concerne non pas un acteur mais plusieurs dont les intérêts peuvent être coopératifs ou opposés.

- *Il existe des processus dirigés, intentionnels, et d'autres sans buts, inintentionnels.*

Des processus inintentionnels sont des manifestations des lois de la nature, mais aussi de lois de la société et de l'économie : par exemple les crises économiques ne sont ni volontaires ni recherchées. Il convient de noter que toute situation présente est vécue par une nouvelle génération comme le résultat de processus inintentionnels, et donc comme des « héritages » qui ont la signification de contraintes.

Les processus intentionnels sont sociaux, ils sont les résultats de projets, de stratégies, d'actions volontaristes d'acteurs, ils visent à maintenir ou changer l'état du système dans le court ou le long terme.

- *Le positionnement des processus.*

Entre les processus sous contrôle et dont les résultats peuvent être anticipables, et ceux qui sont complètement non dirigés, il existe des positions intermédiaires. La position d'un processus peut évoluer au cours du temps le long de ce continuum. La question se pose de maîtriser des processus qui apparaissent comme des contraintes à un moment donné. Quand cette maîtrise est effective, elle engendre des changements de structure.

- *Le processus est en définitive le triplet système-temps-acteurs.*

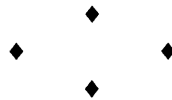
Ce triplet résulte de l'état du système, de sa mise en mouvement passée, présente, future, par des acteurs, au cours du temps.

Le concept de processus est plus riche que la notion de *tendance* qui désigne généralement le mouvement affectant un phénomène sur une longue période, du moins pour les « tendances lourdes ». Car il pénètre la composition de ce mouvement : l'agrégation des événements et de phénomènes, sa nature objective ou subjective, les acteurs concernés.

⁶⁶ Cette façon très simple en apparence d'opérer est suggérée par Nigel HOWARD dans la méthode « *Metagame analysis* » réf.81. Mais il part des « issues », c'est-à-dire au sens anglo-saxon des problèmes à débattre. On peut sans inconvénient remonter des « issues » aux processus, car c'est le jeu combinatoire et souvent contradictoire des processus qui sont à l'origine des « issues ».

L'analyse des processus dans le module systématique ③ est un pivot de NMP, elle se prolongera par celle des chaînes de processus au module ④, car les processus, qui n'existent qu'en fonction du temps, ont aussi leurs temps propres.

Avec l'analyse des processus, le système sort de la description d'état, le modèle est dynamisé. Avec l'utilisation conjointe des formes littéraire et graphique, on obtient une configuration « actionnée ». »...



ANNEXE 7

CLASSEMENT DES HYPOTHESES

CLASSEMENT DES HYPOTHESES
(par ordre décroissant)

MOTRICITE

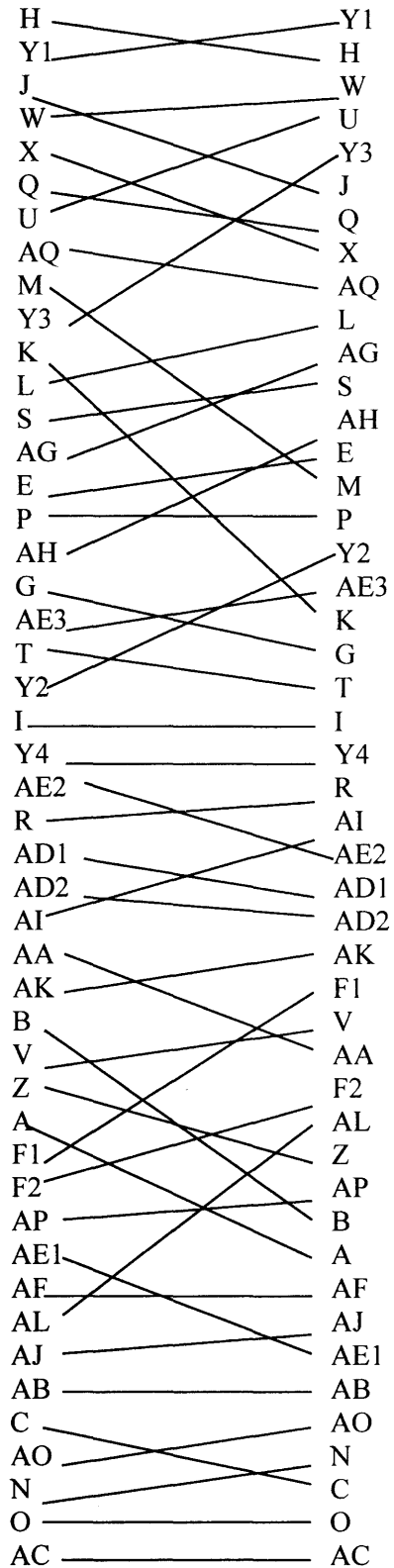
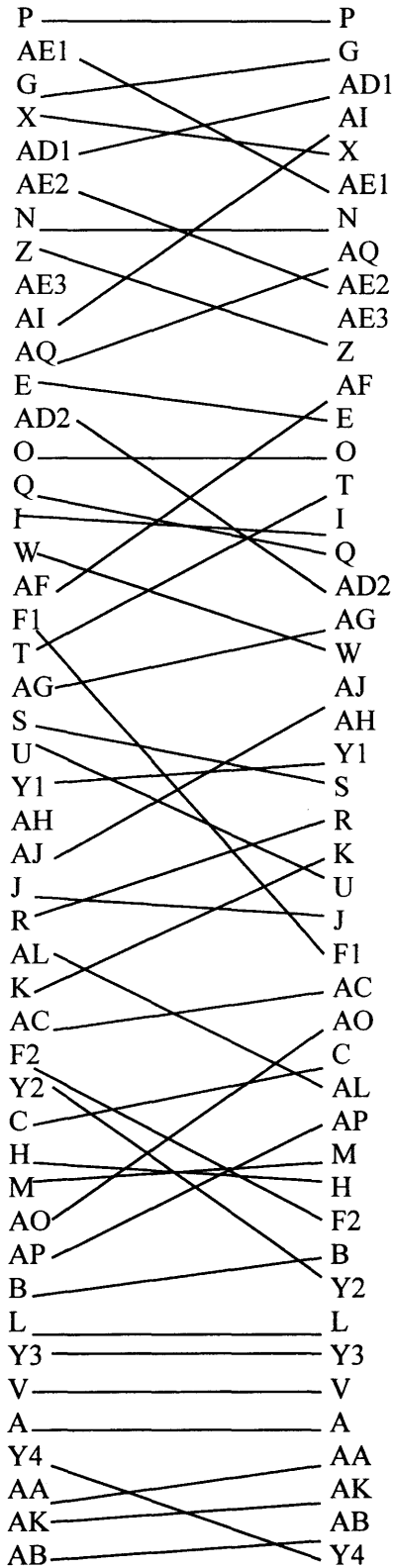
DEPENDANCE

Classement direct

Classement Micmac

Classement direct

Classement Micmac





ANNEXE 8

TRAITEMENT DE LA MATRICE D'ANALYSE

STRUCTURELLE PAR LE LOGICIEL

LEXIMAPPE

ANNEXE 8

TRAITEMENT DE LA MATRICE D'ANALYSE STRUCTURELLE PAR LE LOGICIEL

LEXIMAPPE

Le logiciel Leximappe permet de réaliser un traitement complémentaire de ceux utilisés conventionnellement sur la matrice d'analyse structurelle (méthode MICMAC). Les méthodes traditionnelles, rappelons-le, déduisent de cette matrice la motricité et la dépendance des différentes hypothèses (à partir des relations directes ou indirectes). Motricité et dépendance sont calculées pour chaque hypothèse par rapport à l'ensemble des autres, sans distinction aucune.

Ces informations sont importantes mais incomplètes. On comprend bien en effet que, au sein de la matrice, certaines zones ont une densité de relations plus forte que d'autres. Cette densité peut tenir à des chaînes de relations, voire à des boucles d'autorenforcement dont l'effet d'entraînement sur l'ensemble du système se trouve sensiblement augmenté. Ainsi, la motricité et la dépendance ne doivent pas être analysées seulement comme des variables uniformes mais doivent être resituées dans une "logique locale".

Considérant que la MIC n'est rien d'autre que le réseau de relations entre les hypothèses, il semble opportun d'utiliser des traitements d'analyse des réseaux afin de repérer les zones à haute densité. Ce réseau de relations n'étant pas uniforme, on recherche donc une méthode qui permette de repérer des pôles, des noeuds (...) et de regrouper les hypothèses autour de ces positions à forte densité.

Pour chaque regroupement ou agrégat (A_j), on peut alors calculer:

- La densité (d_j) : valeur totale de ses liens internes ;
- La centralité (c_j) : valeur totale des liens des hypothèses qui le composent avec d'autres hypothèses (liens externes) ;
- La motricité (m_j) : valeur totale de la motricité des hypothèses qui le composent

- la dépendance (dp_j) : valeur totale de la dépendance des hypothèses qui le composent.

Notre choix s'est porté sur la méthode des mots associés à partir du logiciel Leximappe du CSI et de l'UNISP, utilisée en bibliométrie pour traiter les matrices de cooccurrence de termes. Cette méthode est couramment utilisée dans l'Unité SERD, INRA Grenoble pour les recherches en scientométrie ⁶⁷.

La méthode Leximappe fonctionne comme suit dans ses applications conventionnelles ⁶⁸. Les exemples chiffrés s'appuieront sur l'agrégat N°1 et l'agrégat N°2 dont les calculs réalisés par Leximappe sont donnés à la suite de ce texte.

1

TRANSFORMATION DE LA MATRICE D'ANALYSE STRUCTURELLE

L'utilisation de Leximappe sur la MIC a nécessité des adaptations. Avant le traitement par Leximappe, on remplace dans la matrice la relation entre deux hypothèses, notée "1" par les intitulés des colonnes. Prenons ainsi la première ligne :

hypothèse A : B, N, O, S, U, W, Y2, Y3, AC, AL.

2

CALCUL DE LA VALEUR DES LIENS ENTRE UNE PAIRE DE MOTS (OU D'HYPOTHÈSES).

Soit deux mots (ou hypothèses) M_i et M_j , on appelle lien l'indice de proximité P_{ij} défini comme le produit de la probabilité d'avoir un mot quand on a l'autre :

$$P_{ij} = (c_{ij})^2 / (c_i * c_j)$$

avec

⁶⁷ Tous nos remerciements à Marie-Angèle de Looze (INRA/SERD) qui a réalisé les traitements.

⁶⁸. Voir Courtial JP, de Looze MA, Penan H (1993) "Méthodologie de veille technologique: application au domaine de la fixation de l'azote" Méthodes et Instruments, n°4.

c_{ij} : cooccurrence⁶⁹ de i et j
 c_i : occurrence⁷⁰ de i
 c_j : occurrence de j

Exemple des deux premières hypothèses AE1 et AE3 (tableau 16) du premier agrégat :

l'occurrence de AE1 est : $c_i = 27$
 l'occurrence de AE3 est : $c_j = 24$
 la cooccurrence des AE1 et AE3 est : $c_{ij} = 23$

d'où : $P_{ij} = 0,816$ (le logiciel affiche 816)

La densité d'un agrégat est égale à la somme des P_{ij} des hypothèses de cet agrégat.

Exemple sur le premier agrégat :

$0.816 + 0.717 + 0.681 + 0.667 + 0.602 + 0.593 + 0.563 + 0.540 + 0.540 + 0.518 = 6.237$

Par convention, le logiciel calcule un "index of internal cohesion" en divisant cette somme par le nombre de termes de la composante (ici 5) et multipliant par 100. On obtient $\frac{6,237}{5} \times 100 = 124$

3

CONSTITUTION DES AGRÉGATS

Le programme constitue des paires de mots plus fortement associés entre eux qu'avec les mots environnants. La taille maximale des agrégats est fixée en fonction d'un seuil arbitraire qui est ici de 5 mots. L'agrégat est construit autour du mot qui a la plus forte occurrence dans le fichier. Leximappe prend la première association de la liste et sélectionne ensuite les autres associations par ordre décroissant d'intensité, calculé en fonction de l'indice de proximité. Les autres paires contenant les mots retenus dans un agrégat ne sont alors plus prises en compte pour la construction des autres agrégats. Le logiciel poursuit ensuite sa marche pas à pas jusqu'à épuisement de la liste; la valeur des liens entre les mots varie d'un agrégat à l'autre. Le premier agrégat est celui dont la valeur des liens internes (densité) est la plus forte.

⁶⁹ Définition de la cooccurrence : nombre de fois où l'on trouve deux hypothèses sur la même ligne de la matrice.

⁷⁰. Définition de l'occurrence : les valeurs des occurrences sont celles de la motricité dans la méthode MICMAC.

4

CALCUL D'UN INDEX OF EXTERNAL COHESION

La Centralité d'un agrégat s'obtiendrait en sommant la somme des P_{ij} entre chacune des hypothèses qui le constituent et l'ensemble des autres hypothèses de la matrice. Néanmoins pour le calcul le logiciel ne prend en compte que les liens ayant un indice d'association supérieur au seuil plancher de la composante dont il dépend. Ainsi, dans le calcul du poids des relations externes de l'agrégat N°1 avec l'agrégat N°2 ne sont pris en compte que les liens supérieurs à 518 (qui est l'indice de relation interne le plus faible de l'agrégat N°1), le calcul du poids des relations externes donne 1164. A l'inverse, pour le calcul identique du poids des relations de l'agrégat N°2 avec l'agrégat N°1, le seuil est 322 (qui est l'indice de relation interne le plus faible de l'agrégat N°2), le calcul du poids des relations externes donne 9851. Ces seuils différents expliquent les différences dans le poids des relations externes de l'agrégat N°1 vers le N°2 et celui des relations externes de l'agrégat N°2 vers le N°1. Cette convention de calcul a vraisemblablement été choisie pour prendre en compte le fait que l'effet d'une association externe dépend de l'intensité des relations internes (d'où l'utilisation du terme "poids"). Elle ne signifie en aucun cas que l'on puisse interpréter "9851" comme l'influence de 1 sur 2 et "1164" comme l'influence de 2 sur 1.

Le logiciel fournit en définitive :

- les 20 valeurs les plus fortes des liens externes supérieurs au seuil évoqué ci-dessus ⁷¹. Par exemple, pour l'agrégat N°1, il donne 5 liens externes supérieurs au seuil 518.
- le poids des liens externes ("weights of external linkages") c'est à dire la valeur des liens externes d'un agrégat avec les autres agrégats ne prenant en compte que les liens supérieurs à l'indice de relation interne le plus faible.
- l'"index of external cohesion" qui est la somme des poids externes retenus divisés par 100.

Le traitement a permis d'obtenir 8 agrégats de 5 hypothèses donc certaines caractéristiques sont données dans le tableau suivant.

⁷¹. Or, dans le cas traité, on compte plus de 100 relations externes (relations entre chaque terme de la composante et les termes des autres composantes).

Agrégats d'hypothèses (traitement Leximappe)

Motricité - dépendance (traitement MIC-MAC)

Agrégats selon la motricité	Hypothèses de l'Agrégat					Ordre de			Agrégats les plus liés	
						densité	motricité	Dépendance		
						(1)	(2)	(3)		
Agrégat A	AE1	AE3	AE2	Z	AD1	1	1	8	B	E
Agrégat B	P	T	G	Q	AI	3	2	1	A	E
Agrégat C	I	O	N	W	Y1	2	3	6	D	B
Agrégat D	X	F1	AD2	K	R	4	4	4	A	C
Agrégat E	AQ	U	AO	AP	E	7	5	5	A	B
Agrégat F	AF	C	AH	AJ	M	5	6	7	B	A
Agrégat G	S	AG	AL	J	AA	8	7	2	A	B
Agrégat H	L	H	F2	Y2	B	6	8	3	D	C

Hypothèses non classées : A, AB, AC, AK, Y3

(1) densité : sommes des liens internes entre hypothèses d'un même agrégat, croissante à partir de 1.

(2) motricité : valeur totale de la motricité des hypothèses qui coomposent l'agrégat, décroissante à partir de 1.

(3) dépendance : valeur totale de la dépendance des hypothèses qui composent l'agrégat, décroissante à partir de 1.

EXTRAIT DU TRAITEMENT LEXIMAPPE

AGREGAT N°1

Hypothèses	Occurrences
AE1	27
AE3	24
AE2	25
Z	24
AD1	25
Total	125

Number of words : 5

Number of internal links : 10

Liens internes entres des paires d'hypothèses							
AE1 - AE3	816	AE1 - AE2	717	AE1 - Z	681	AE2 - AE3	667
AD1 - AE3	602	AE1 - AD1	593	AE3 - Z	563	AD1 - Z	540
AE2 - Z	540	AD1 - AE2	518				
Total	6237						

Index of internal cohesion : 124

20 premiers liens externes supérieurs à 518

Hypothèses de l'agrégat N° 1	Hypothèses externes	N° de l'agrégat	Liens externes
AD1	P	2	593
AD1	A	5	578
AE1	Q	2	571
AE3	A	5	533
AD1	A	4	525
TOTAL			2800

Poids des liens externes	
Avec l'agrégat N° 2	1164
Avec l'agrégat N° 4	525
Avec l'agrégat N° 5	1111
TOTAL	2800

Index of external cohesion : 28

AGREGAT N°2

Hypothèses	Occurrences
P	27
T	19
G	25
Q	21
AI	24
TOTAL	116

Number of words : 5

Number of internal links : 10

Liens internes entre des paires d'hypothèses							
P - T	704	G - AI	602	Q - T	564	P - G	535
P - Q	510	P - AI	500	G - T	474	AI - T	371
AI - Q	335	G - Q	322				
TOTAL	4917						

Index of internal cohesion : 98

20 premiers liens externes supérieurs à 322

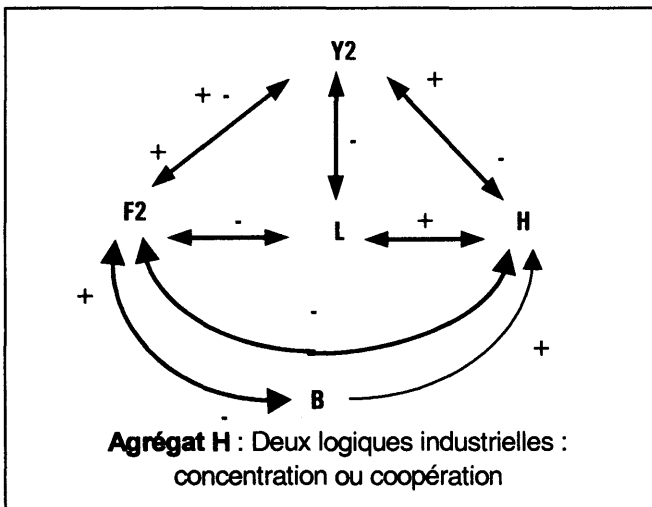
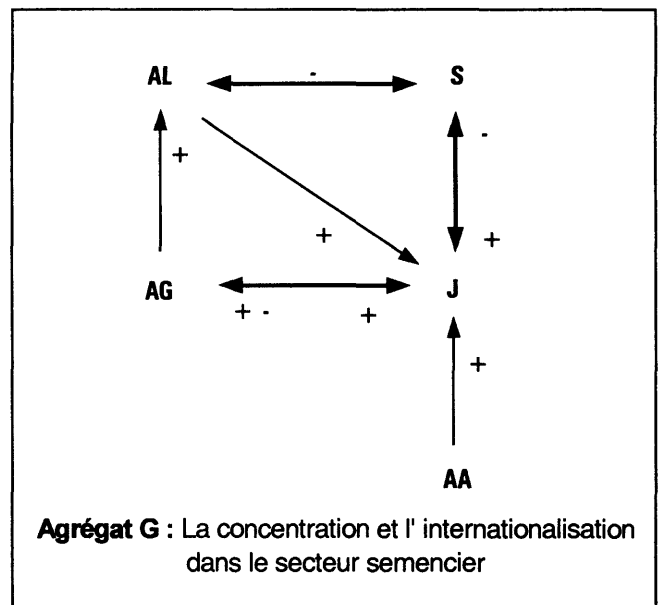
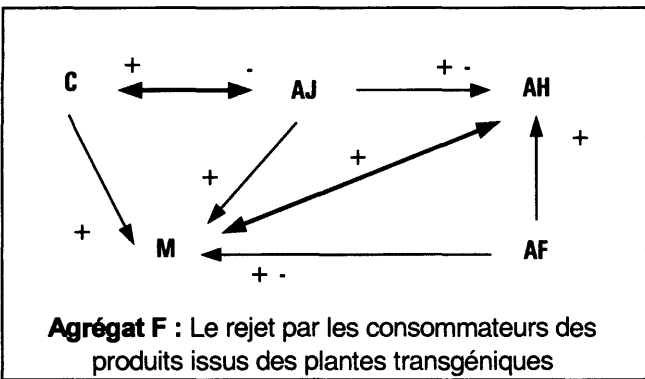
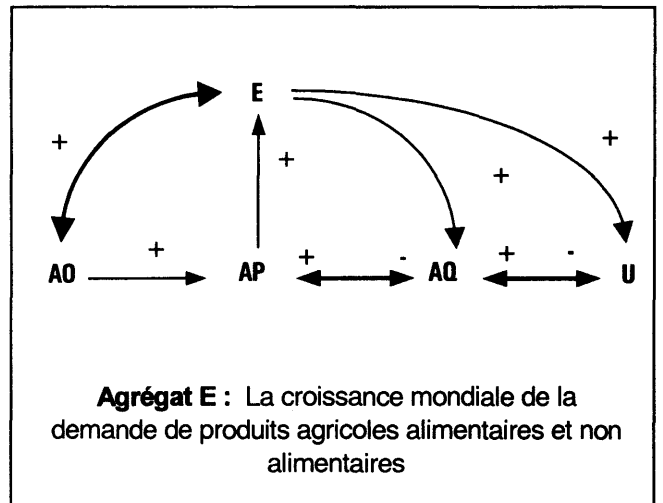
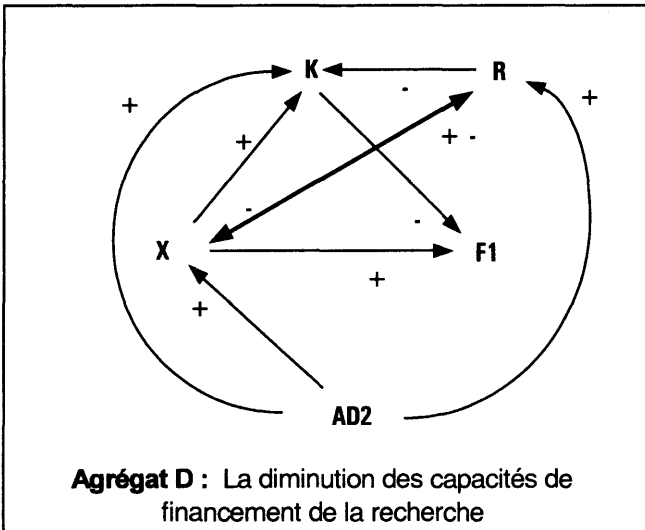
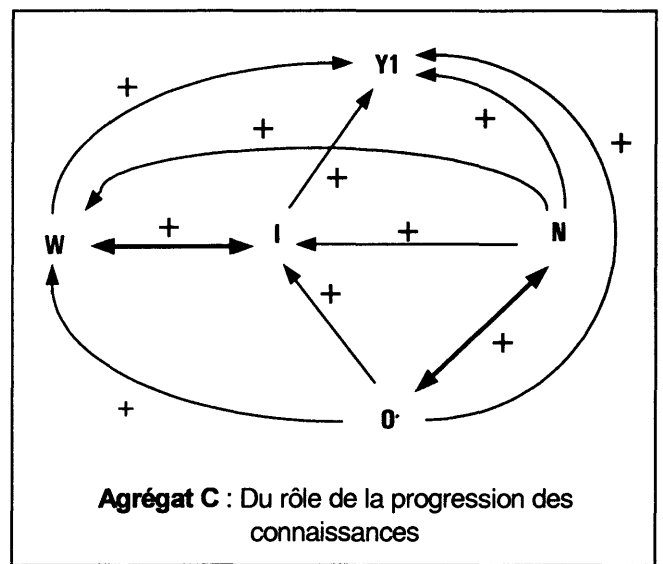
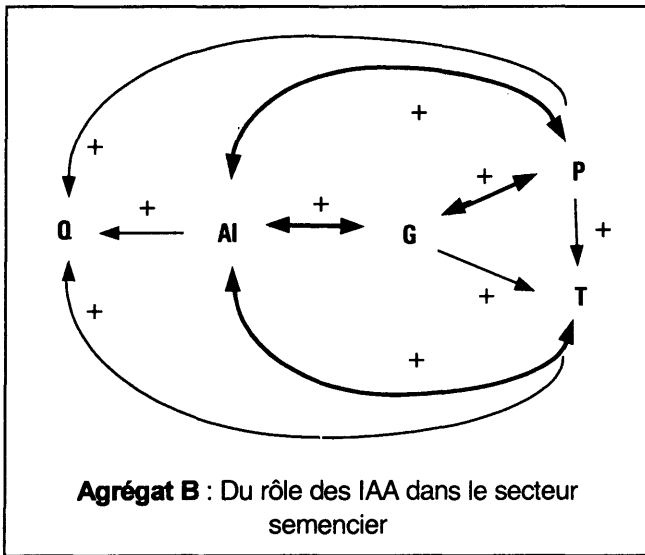
Hypothèses de l'agrégat N° 2	Hypothèses externes	N° de l'agrégat	Liens externes
P	AD1	1	593
Q	AE1	1	571
T	J	8	523
AI	AJ	5	521
G	AD1	1	518
Q	AE3	1	508
Q	AQ	6	508
AI	AE1	1	500
P	AQ	6	500
P	N	3	500
P	AE1	1	495
P	R	4	490
AI	AE2	1	482
G	AE1	1	480
P	I	3	474
T	AD1	1	474
Q	J	8	473
AI	AF	5	469
G	R	4	461
P	O	3	451
TOTAL			9991

Poids des liens externes	
Avec l'agrégat N° 1	9851
Avec l'agrégat N° 3	3588
Avec l'agrégat N° 4	3602
Avec l'agrégat N° 5	6465
Avec l'agrégat N° 6	4361
Avec l'agrégat N° 8	3250
Total	31117

Index of external cohesion : 311

ANNEXE 9

**SENS ET SIGNES DES RELATIONS
ENTRE LES HYPOTHÈSES DES AGREGATS**



- Relation simple
- Boucle de relations
- + Relation qui renforce
- Relation qui diminue
- + - Relation qui peut renforcer ou diminuer

ANNEXE 10

COMPTE-RENDU DE LA REUNION DU 19 SEPTEMBRE 1996

AVEC LE

BUREAU ELARGI DU GAP ⁷²

⁷² Participants :

* Département génétique et amélioration des plantes et GEVES : M. Derieux, G. Pelletier, B. Schweisguth, J. Leguen, P.L. Lefort. A. Coléno avait transmis ses remarques à M. Derieux et quelques autres membres qui ne pouvaient assister à la réunion avaient été joints par H. Lecoeur.

* Cellule d'animation : H. Bannerot, G. Doussinault, P.F. Gonod, H. Lecoeur, M. Sebillotte qui préside la séance.

Compte rendu établi par H. Lecoeur et M. Sebillotte

COMPTE-RENDU DE LA REUNION DU 19 SEPTEMBRE 1996

AVEC LE BUREAU ELARGI DU GAP

1 RAPPEL DES OBJECTIFS DE LA RÉUNION

La lettre de convocation précisait les objectifs de la réunion :

"Ce rapport est provisoire, il n'a été diffusé qu'au comité de pilotage du travail, à vous-mêmes et à la direction de l'INRA. Avant d'aller plus loin dans sa diffusion, j'ai souhaité cette réunion avec vous pour :

- vérifier que les données de base sont correctes et que la rédaction ne prête pas à de mauvaises interprétations,
- avoir vos réactions, notamment sur la deuxième partie (hypothèses, microscénarios, microstratégies)."

2 IMPRESSION GÉNÉRALE DES PARTICIPANTS

L'impression générale qui se dégage des interventions est la reconnaissance "d'un travail sérieux et de questions intelligentes qui méritaient d'être posées".

Néanmoins, en l'état actuel les membres du GAP ont du mal à définir ce que le travail leur apporte exactement et donc, pour certains, à être convaincus de son utilité. Une des difficultés semble être l'absence de réponse par "oui ou non" à quelques questions qui auraient été définies comme particulièrement importantes. Ce dernier aspect renvoie à la compréhension de ce qu'est la prospective face à la prévision.

Cependant (cf. ci-dessous), les participants seront d'accord, en fin de réunion, pour poursuivre la réflexion et valoriser le travail de prospective réalisé.

3

RÉDACTION DU RAPPORT FINAL

Des corrections seront apportées sur quelques points à préciser ou nuancer (cf. ci-dessous). Le rapport ainsi modifié, pourra circuler en interne.

4

POINTS DONNANT LIEU À DISCUSSION◆ **41. Questions portant surtout sur la méthode**➤ *Remarque méthodologique générale*

Une question assez centrale est soulevée à partir d'une remarque sur le tableau 4 concernant la traduction des objectifs de résultats en objectifs de recherche. Il est, en effet, remarqué que plusieurs voies peuvent contribuer à l'atteinte d'un objectif de résultat.

M. Sebillotte répond, à cet égard, que la prospective est rendue difficile quand, précisément, on manque des informations permettant, à partir des hypothèses formulées, de supputer assez finement les conséquences pour les recherches, aussi bien leur contenu que leur organisation.

En effet, en retour, il est difficile d'imaginer les rétroactions que leur existence peut entraîner pour l'ensemble des hypothèses, rétroactions qui pourraient, par exemple, modifier leurs relations dans la matrice (tableau 16). Le fait, que pour la prospective "protéines" qui va démarrer, des travaux soient entrepris pour réfléchir, dès à présent, aux implications de quelques "scénarios possibles" sur l'organisation des recherches et leur contenu constitue un atout précieux.

Par ailleurs, il devient très difficile de cerner les échéances auxquelles telle ou telle hypothèse doit réellement être prise en compte.

Ainsi, l'apomixie (hypothèse S), bien qu'introduisant une réelle rupture technologique n'est ni très motrice ni très dépendante. Pour expliquer cette situation on peut rappeler que le groupe a considéré que cette hypothèse n'aurait pas d'effet majeur sur le système à l'horizon 2010. Mais, on doit se demander si, implicitement, nous n'avons pas sous-estimé son influence faute d'avoir su envisager ses effets sur la conduite des recherches. La même question se pose pour le développement durable, autre rupture forte (hypothèse AQ), et, du coup, pour les relations indirectes entre S et AQ.

➤ *L'élaboration de la matrice des hypothèses ne sous-estime-t-elle pas les hypothèses scientifiques et leur influence sur le système ?*

- La fabrication des hypothèses dépend des experts et du travail de la cellule d'animation, or des réticences fortes existaient chez les experts pour se prononcer sur cette question⁷³.

- Le poids des hypothèses peut être obéré par le poids donné aux différents groupes d'hypothèses. Le remplissage de la matrice est forcément, subjectif même si le travail a été fait, d'abord individuellement puis collectivement. Il existe des différences de représentation mentale entre les experts, les mots ne recouvrent pas les mêmes réalités. Aussi, ce n'est qu'après discussion et reformulation des hypothèses que l'on a abouti à une représentation collective.

- Ceci étant dit, le nombre d'hypothèses scientifiques et techniques est le plus élevé de toutes les catégories, donc cela ne peut expliquer la "faiblesse (supposée) de leur influence". Par ailleurs, il faut nettement différencier (cf. schéma 3) le groupe des hypothèses : N, O, P, et dans une moindre mesure T et R, qui sont motrices, du groupe Y1, Y2, et Y3, qui sont très dépendantes et très peu motrices, sauf Y1 de motricité moyenne, et qui correspondent aux politiques scientifiques de l'INRA.

Il y a donc une grande différence entre ces deux groupes et *on ne peut dire que les hypothèses scientifiques sont peu influentes*. Il faut même noter que N et O sont très peu dépendantes : elles joueront de manière majeure sur le système; par contre, les politiques de l'INRA apparaissent essentiellement réactives, constatation qui est en soi riche de questions : *pourquoi les politiques de l'INRA apparaissent-elles, aujourd'hui, comme peu proactives ?*

➤ *Les présupposés scientifiques*

Quand on fait l'hypothèse Y1 (la production de génotypes sur un nombre réduit d'espèces) on formule implicitement une autre hypothèse qui est que, grâce aux avancées scientifiques qui auront été faites, les semenciers pourront transposer à d'autres espèces les acquis (ex : hypothèse R sur la diversification). L'argument qui fait croire à cette dernière hypothèse est l'existence d'un grand nombre de gènes communs entre les espèces.

Mais la question reste posée : *Est-ce que toute avancée de connaissances, de méthodes de sélection, de techniques est transposable aussi facilement que cela ? C'est probable*

⁷³ Rappelons que la cellule d'animation n'a pas pu obtenir d'indication sur des vitesses d'évolution possible des méthodes scientifiques, voir sur l'émergence de nouvelles méthodes, donc sur des ruptures scientifiques.

pour le marquage génétique, par contre, pour d'autres méthodes (biologie cellulaire notamment) cela semble moins vrai car les espèces présentent des aptitudes variées vis-à-vis des différentes techniques. Ne s'est-on pas laissé dominer par l'idée de l'unification des connaissances (ceci renvoie d'ailleurs à l'hypothèse N) ?

➤ *La part faite aux biotechnologies par rapport aux autres méthodes est trop importante*

Remarquons tout d'abord, que, comme chacun d'entre nous, les experts sont soumis à l'air du temps. Il aurait fallu pouvoir faire admettre aux experts non impliqués directement dans l'amélioration des plantes, que les biotechnologies n'allaient pas se substituer aux autres méthodes d'amélioration des plantes mais qu'elles allaient s'y intégrer. Or la tendance générale du groupe a plutôt été de se "focaliser" sur les seules biotechnologies.

La cellule d'animation, autrement composée, a conclu ce débat, après de nombreuses discussions, en affirmant ⁷⁴ que dans les faits il *existerait toujours un métier de semencier, ce qui, au fond, n'est pas une banalité*. Elle est allée à contre courant des idées reçues, notamment, les parasemenciers rêvent (ou ont rêvé) de trouver des "technologies" qui permettraient à leurs entreprises, grâce à leur puissance capitaliste, de s'affranchir d'une partie des exigences du métier de semencier.

Cependant, les biotechnologies conservent une place importante dans l'étude et les questions demeurent : (i) *pour le futur faut-il leur conserver ce poids ?* (ii) *Est-ce qu'il y a plus de ruptures à attendre des biotechnologies que des autres méthodes ?* (iii) *Enfin, ne doit-on pas se demander si des avancées de la science, autres que celles du domaine des biotechnologies, ne pourraient pas créer ces ruptures ?*

➤ *Le problème de la diversification n'est pas totalement abordé.*

Ce problème se pose sous la forme d'une alternative :

- soit une diversification par la variété à l'intérieur d'une espèce avec une réduction du nombre d'espèces (phénomène observé tout au long de l'industrialisation de l'agriculture)

⁷⁴ Cf. les grandes hypothèses du rapport (2^e partie §1) : " *Aussi avons nous admis que l'introduction des biotechnologies était un fait acquis mais qui ne remettait pas en cause le « métier de semencier » dont le maintien futur a été considéré comme une donnée de base. Nous avons donc réaffirmé la spécificité de ce métier qui est de créer des variétés et de produire des semences*".

- soit une diversification par les espèces.

Est-ce que cela a une répercussion sur l'organisation des recherches (ex : profil de recrutement des scientifiques et ingénieurs) ?

Est-ce que cela correspond à des types d'agricultures différentes (dans le premier cas : une agriculture intensive, dans le deuxième cas : une agriculture semi-extensive) ?

Il s'agit clairement d'un choix de grande stratégie qui est du ressort de la direction générale et relève de plusieurs départements. C'est une question centrale pour GAP qui est obligé, en permanence, de jongler entre ces deux pôles. Sa stratégie actuelle est de consacrer quelques forces en ingénieurs sur la diversification (2^o voie) et de rentabiliser ses efforts de recherches sur des grandes espèces qui ne sont pas travaillées par tout le monde. Rappelons que la question d'un travail de recherche sur la méthodologie de la diversification est posée dans le rapport.

➤ *Le thème de l'environnement devrait apparaître plus explicitement dans les hypothèses*

L'auteur de cette remarque voulait, par là, indiquer que plusieurs voies se présentent et qu'elles ne sont pas forcément indifférentes pour les recherches à organiser.

◆ 42. Questions sur d'autres aspects

➤ *L'accent mis sur les marchés et les besoins de l'agriculture comme moteur du système n'est pas suffisant*

Est-ce que l'on peut se contenter d'hypothèses très générales, comme dans la démarche adoptée, ou bien faudrait-il aller plus loin ?

Il faut remarquer que pour aller plus loin, il aurait été nécessaire de créer des groupes de travail qui fournissent un effort spécifique de recherche, tant le niveau d'information est frustré.

➤ *Certaines grandes questions restent sous forme de questions*

Il s'agit de la politique des grands groupes semenciers, des études socio-économiques, du choix de politiques de partenariat, de la diversification, de la gestion des ressources génétiques.

Il faudrait y revenir, car si GAP n'a pas d'information sur ces questions, il sera commandé par des objectifs strictement scientifiques.

C'est la difficulté, dans un exercice de prospective, lorsque l'on manque de travaux à utiliser ou que les experts se refusent à reposer le problème (dans notre cas ce fut la question de la diversification, considérée comme réglée). Néanmoins, *c'est tout l'intérêt de la prospective de forcer à se reposer des questions que l'on pensait avoir tranchées définitivement.*

➤ *Les complémentarités entre le CNRS et l'INRA pourraient jouer davantage*

Pendant les travaux de prospective, on a trop eu tendance à considérer que les recherches relèvent de l'INRA seul, et l'absence d'experts du CNRS, pourtant sollicités, n'a pas permis d'établir un autre équilibre.

Cependant une hypothèse est spécifiquement consacrée à ce sujet (V). Elle va à contre courant de ce qui semble devenir la pensée dominante. Pourtant, une recherche publique de "poids" pourrait produire de grands effets sur la dynamique générale du secteur semencier. Remarquons, à cet égard, que la construction des agrégats par le logiciel Leximappe, n'a pas retenu cette hypothèse (V) qui n'entre donc pas dans les microscénarios. Cela traduit les faibles relations de cette hypothèse avec l'ensemble des autres.

On peut aussi se demander si la formulation de l'hypothèse n'est pas responsable de cette situation. Si le mot « efficacité » avait remplacé le mot « poids » cela aurait probablement modifié les relations dans la matrice de cette hypothèse.

➤ *Un nouvel opérateur peut apparaître parmi les semenciers*

Des groupements d'agriculteurs pourraient se structurer pour exprimer une demande de semences fermières de haute valeur ajoutée. Quelles seraient les répercussions sur le secteur semencier ?

Cette question n'a pas vraiment été abordée dans la mesure où un accord semblait s'être fait pour garantir une rémunération des efforts de sélection des semenciers. On rejoint par là la question de l'apomixie qui ne serait pas seulement réservée aux pays du Tiers Monde.

5

LA VALORISATION DU RAPPORT

Les étapes seront les suivantes :

- Correction de la version provisoire et diffusion dans l'INRA;
- Discussion sur le rapport avec le principal commanditaire, G. Paillotin, sur son utilisation auprès des partenaires extérieurs vis à vis desquels un engagement de restitution a été pris.
- La valorisation en interne

On décide d'accompagner le département GAP dans sa propre réflexion d'appropriation du rapport en prévoyant des réunions pour approfondir des thèmes définis par GAP (M. Derieux et G. Doussinault) et en intégrant des chercheurs d'autres départements.

Au préalable, une première réunion aura été faite avec les responsables des départements cousins pour présenter le travail.

- La valorisation à l'extérieur

On ne peut pas traiter de la stratégie des différents groupes d'entreprises sur la base des informations disponibles actuellement. Par contre, le travail réalisé permet de fournir des matériaux avec leur mode d'emploi pour ceux qui veulent s'interroger sur leur stratégie (ex: l'analyse de la première partie du rapport, les microscénarios). Un des moyens d'animation serait de faire des petits séminaires avec des groupes de travail restreint (10-15 extérieurs + des chercheurs INRA).



Dossier élaboré sous la responsabilité de Michel SEBILLOTTE
Secrétariat : Maria GARMON
Maquette / PAO : Djida MAHTAL

Délégation Permanente à l'Agriculture, au Développement et à la Prospective

Décembre 1998

Couverture :
La partie d'échecs, 1943, VIERA DA SILVA
Musée National d'Arts Modernes, Centre Georges POMPIDOU
(détail partie centrale)

Impression :
D'ORCI CARTATOUT – 75011 Paris

Série Bilan et Prospectives

- Avenir de l'Agriculture et futur de l'INRA + Annexes
 - Les recherches sur l'environnement à l'INRA
- Les ressources génétiques au secteur des productions végétales
- Consultation nationale sur les grands objectifs de la recherche française.
Contribution de l'INRA
- Prospective : la forêt, sa filière et leurs liens au territoire



Institut National de la Recherche Agronomique

147, rue de l'Université - 75338 Paris cedex 07 - France
Tél : 01 42 75 90 00 - Fax : 01 47 05 99 66