

Du maïs hybride aux OGM : Un demi-siècle de génétique et d'amélioration des plantes à l'INRA

Christophe Bonneuil et Frédéric Thomas

Centre Koyré d'Histoire des Sciences et des Techniques
MNHN - 57 rue Cuvier - 75231 Paris cedex 05
christophe.bonneuil@wanadoo.fr

C. Bonneuil est chargé de recherche en histoire des sciences au CNRS. Après avoir étudié l'histoire de la recherche agronomique tropicale dans l'empire français, ses recherches portent sur l'histoire des sciences agronomiques au XXe siècle, sur l'histoire des biotechnologies et des transformations de la biologie dans les dernières décennies. En collaboration avec des sociologues de l'INRA, il analyse également le mouvement en cours de "désenclavement" des institutions scientifiques en retraçant, dans le cas de la controverse sur les OGM, les interactions entre espace public, arène de l'expertise et champ scientifique.

Cette présentation synthétise les grandes lignes du rapport (La génétique et l'amélioration des plantes à l'INRA : une histoire en contexte, décembre 2002) d'une recherche réalisée par le centre Koyré d'histoire des sciences à la demande de la direction de l'INRA, dans le cadre de la préparation du colloque de Montpellier. Cette recherche, étalée sur 6 mois, a été menée avec un post-doctorant, Frédéric Thomas, et un stagiaire, Michel Funfschilling. Malgré les accidents de conservation et l'absence de versement des archives institutionnelles de l'INRA aux Archives Nationales, nous avons pu nous appuyer sur les papiers de Jacques Poly, déposés par sa famille aux Archives Nationale, ceux de Jean Marrou conservés par sa famille, recueillir une partie des conseils scientifiques et des rapports du département Génétique et Amélioration des Plantes GAP). Nous avons aussi dépouillé les archives pertinentes du Ministère de l'Agriculture depuis 1946. Outre ces archives lacunaires et les articles et ouvrages publiés, nous avons interviewé une quinzaine de protagonistes passés et actuels de la génétique et l'amélioration des plantes. Cette recherche se poursuit et conduira à la publication, en 2004, d'un ouvrage aux Editions INRA.

Il est difficile à qui n'est pas de la Maison de parler d'une histoire que plusieurs d'entre vous ici dans cette salle ont fabriquée, dont vous pourriez parler avec beaucoup plus de passion et de précision que nous. Mais puisque l'INRA souhaitait ce regard extérieur d'historiens, risquons-nous !

Notre recherche sur l'histoire de la génétique et l'amélioration des plantes à l'INRA s'efforce de prendre en compte les dynamiques et les transformations conjointes de plusieurs univers :

- l'évolution des techniques et des savoirs scientifiques,
- les jeux d'acteurs au sein du département de l'amélioration des plantes et de l'INRA en général,
- les évolutions du monde agricole et des politiques agricoles qui permettent d'éclairer les rapports de l'INRA à sa tutelle et au monde professionnel,
- les transformations économiques, notamment dans le secteur semencier,
- et enfin, plus généralement, la place de l'agriculture et de la recherche dans la société française et dans l'espace public.

Chacun de ces univers a son degré d'autonomie, sa temporalité et sa dynamique propre. Le temps des trajectoires intellectuelles de recherche n'est pas le temps des cabinets ministériels ni celui du débat public ! Mais le métier d'historien – et notre pari ici – est d'essayer de saisir les points d'articulation entre ces différents univers et d'essayer de voir, en certains lieux ou moments clés, les mouvements réciproques qu'ils peuvent s'imprimer.

Nous mettrons aujourd'hui l'accent sur quatre grandes périodes et sur un moment de rupture fort qui est le tournant de 1978-1980 vers les biotechnologies. Au long de ce chemin, nous soulignerons différents modes de négociation et de polarisation de l'innovation et de la recherche en génétique et amélioration des plantes.

1. De 1945 aux années soixante : des variétés pour redresser la "ferme France"

Ce sont les deux décennies fondatrices du couple INRA - "ferme France". Elles s'ouvrent avec la création de l'INRA en 1946. La France a faim, la France est rationnée. La question agricole et alimentaire est essentielle. Elle vient en bonne place dans le plan Monnet et les promoteurs de la création de l'INRA au sein du ministère de l'Agriculture, les rapporteurs de la loi, ont dans ce contexte refusé de rattacher la recherche agronomique au CNRS. En effet, on demande une recherche finalisée pour résoudre les problèmes de production et de reconstruction de l'agriculture nationale et il n'est pas question de s'en remettre à des biologistes de l'université !¹

L'amélioration des plantes, secteur le moins 'sous-développé' de la recherche agronomique de l'entre-deux-guerres, bénéficie d'une infrastructure non négligeable. Ce domaine devient alors le fer de lance et la colonne vertébrale du jeune INRA : il compte pour un tiers des effectifs chercheurs en 1946 (à comparer avec 8% seulement aujourd'hui) et fournira les directeurs de l'Institut jusqu'au début des années 1960. L'amélioration des plantes est en outre d'autant plus centrale pour la genèse de l'INRA qu'elle incarne – par son réseau de stations – une recherche finalisée, se voulant en prise directe avec un aval agricole, et matérialise la revendication d'autonomie de la recherche agronomique vis-à-vis du CNRS et de l'Enseignement supérieur. Dans cette perspective de recherche finalisée qui préside à la création de l'INRA, il s'agit de remettre très vite entre les mains des agriculteurs des variétés incorporant les derniers progrès de la science. La solution du problème alimentaire, la modernisation et régulation d'un secteur de la production nationale et la construction d'une recherche solide vont de pair sous l'égide d'un Etat planificateur et entrepreneur de science. On retrouve ici le mode colbertiste de production et de polarisation des recherches, caractéristique de bien des dynamiques technico-scientifiques françaises pendant les Trente Glorieuses².

Dans ce mode, le chercheur public est simultanément à la manœuvre dans plusieurs espaces : dans la recherche, dans la définition des politiques scientifiques, dans l'organisation d'une branche professionnelle, dans l'élaboration des politiques ministérielles, et dans l'évaluation et la réglementation des innovations. C'est le cas de Jean Bustarret³, chercheur en amélioration des plantes, qui crée la variété de pomme de terre BF 15 (inscrite au catalogue en 1947) et définit le concept de variété dans un article majeur de 1944. Bustarret est rapporteur de la loi de création de l'INRA en 1946 devant le Conseil d'Etat et y joue un rôle dirigeant, d'abord comme inspecteur général (1949-1964) puis comme directeur général (1964-72). A l'heure de la loi d'orientation agricole et de l'entrée dans la Politique Agricole Commune, Bustarret conseille les ministres successifs de l'agriculture, et joue un rôle moteur dans la réglementation des innovations variétales et la standardisation des techniques au Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS)⁴ qu'il préside de 1961 à 1976. Il est enfin le père fondateur d'un régime international de propriété intellectuelle des inventions variétales, le "Droit d'Obtention Végétale", adopté à la Conférence de Paris en 1961.

Une telle trajectoire illustre à quel point explorer de nouveaux horizons scientifiques, construire un INRA puissant, servir l'Etat, construire l'agriculture nationale, créer les cadres d'un développement profitable du secteur semencier privé sont alors une seule et même mission dans le cadre du contrat social qui lie la science, l'agriculture, l'Etat et la société pendant les 30 glorieuses.

Quelles sont les recherches menées au cours de cette période ? On peut sommairement dégager trois ou quatre voies principales. La première pour les plantes autogames, stabilisée en France depuis la réception des travaux de Mendel, est la sélection généalogique. Pour les plantes allogames, après les

¹ Sur la création de l'INRA et des autres organismes scientifiques au lendemain de la guerre, et sur les diverses approches en présence, voir Jean Cranney, *INRA 50 ans d'un organisme de recherche*, Paris, INRA, 1996 et Jean-François Picard, *La République des Savants. La recherche française et le CNRS*, Paris, Flammarion, 1990.

² Franck Aggeri et Armand Hatchuel, "Ordres socio-économiques et polarisation de la recherche. Pour une critique des rapports science-société", *Sociologie du travail*, 45 (2003), 113-133 ; Dominique Pestre, *Science argent et politique, un essai d'interprétation*, Paris, INRA Editions, 2003.

³ Dans le domaine animal et pour la génération suivante, Jacques Poly, généticien et auteur de la loi sur l'élevage, illustre une trajectoire équivalente à celle de Bustarret.

⁴ Le CTPS, créé en 1942, est l'organe officiel comprenant agriculteurs et entreprises semencières qui régit l'inscription des variétés au catalogue officiel.

succès sur le maïs, on privilégie la voie hybride. Troisièmement, se développe dans les années 50, autour de Jean Reischung, tout un travail de génétique quantitative sur les plantes fourragères. Enfin, la cytogénétique émerge, avec ses applications à l'usage des croisements interspécifiques pour introgresser un trait d'une espèce sauvage.⁵

Dans chacune de ces voies, il y a volonté de faire science. Il s'agit, pour reprendre l'expression de Robert Mayer, de faire un peu moins de sélection et un peu plus de génétique. Même la voie d'amélioration par sélection généalogique, qui remonte aux Vilmorin à la fin du XIXe siècle, est alors reconsidérée. Il ne s'agit seulement plus de produire des croisements un peu aléatoires pour fixer ensuite quelques spécimens remarquables en lignées par sélection généalogique. Il s'agit à présent d'utiliser les croisements pour recombinaison de façon planifiée des caractéristiques exprimées dans plusieurs variétés, notamment en utilisant le rétrocroisement (cette approche sera par exemple mise en œuvre dans la variété de colza "Primor", qui comprend le trait "faible taux en acide érucique" introgressé à partir d'une variété de printemps canadienne).

Quels sont les critères de sélection qui dominent au cours de cette période ? Outre le rendement, les résistances aux maladies et la résistance au froid pour les variétés d'hiver, il s'agit, dans une certaine conception de la modernisation agricole, de sélectionner des plantes qui vont s'intégrer dans les combinaisons techniques proposées à l'époque. On élabore ainsi des variétés :

- stables et distinctes pour se prêter à des contrôles anti-fraudes et à un régime de propriété intellectuelle,
- homogènes pour se prêter à la mécanisation,
- qui puissent bien valoriser les intrants (engrais et pesticides). Ainsi par exemple, des travaux sur le nanisme des céréales pour valoriser les intrants azotés.

Les premiers succès ne se font pas attendre : le blé "Etoile de Choisy" en 1950, le maïs hybride "INRA 258", la variété de Colza "Sarepta", qui est déposée en 1960. Les variétés INRA vont alors dominer, pour longtemps, et le catalogue français des variétés et les marchés français (voire européen) des semences, le Département GAP (Génétique et Amélioration des Plantes) n'hésitant pas dans cette période à se positionner clairement comme obtenteur de variétés. Pourquoi un organisme de recherche met-il sur le marché des variétés ? Il s'agit d'une part, pour cette jeune génération de chercheurs d'alors, dont André Cauderon faisait partie, de montrer concrètement le bien-fondé des méthodes de sélection de l'Institut à des obtenteurs privés qui ne les prenaient pas toujours au sérieux au sortir de la guerre. Il s'agit aussi, dans des secteurs où l'industrie semencière est soit absente, soit peu novatrice, de bousculer cette industrie semencière privée, de la pousser à l'innovation (dès les années 1950, l'INRA a en effet comblé le retard de la recherche publique sur la recherche privée et prend souvent les devants). Souvenons-nous aussi que les nouvelles élites politiques et scientifiques de l'après-guerre voient dans la frilosité des chefs d'entreprise de l'entre-deux-guerres une cause majeure du retard économique français en 1940 et donc de la défaite militaire. Des gaullistes aux communistes, ils estiment que c'est donc désormais l'Etat, habité par l'intérêt national et éclairé par la science, qui doit conduire la modernisation industrielle et agricole du pays, à travers la planification voire la nationalisation (sociétés ferroviaires, énergie, production automobile, etc.)⁶. C'est dans ce contexte global que l'on peut comprendre l'implication résolue du Département GAP dans la création variétale : puisque l'objectif est le relèvement de la production agricole nationale et que la cible est l'agriculteur, peu importe que l'opérateur semencier soit public ou privé ! Ce qui compte est que l'agriculteur ait au plus vite de bonnes semences.

Tendu vers ces objectifs, le Département se trouve dans une interface très forte avec le monde de la production. Il participe à l'organisation de la production, à la création d'associations de multiplicateurs de semences. Ses chercheurs aident les coopératives agricoles à devenir des obtenteurs (Limagrain, UNCAC, Coop. de Pau, etc.). C'est une époque où les relations entre les chercheurs de l'INRA et les agriculteurs sont étroites et relativement directes. D'autant plus qu'une nouvelle génération

⁵ Voir aussi les premiers travaux sur le triticales : Yvonne et André Cauderon, "Le triticales : première céréale créée par l'homme", *Natures, Sciences, Sociétés*, 1993, 1 (2), 102-107 ; Yvonne Cauderon et Françoise Dosba, "Pour la création de nouvelles espèces cultivées : les croisements interspécifiques", *Cultivar*, 1977, 97, 21-23.

⁶ Richard F. Kuisel, *Le capitalisme et l'État en France. Modernisation et dirigisme au XX^e siècle*, Paris, Gallimard, 1984.

d'agriculteurs moderniste émerge, formée dans des mouvements réformateurs, notamment dans le militantisme chrétien à la Jeunesse Agricole Catholique. Ils créent des coopératives de matériel, des coopératives de vente, se regroupent à quinze ou vingt pour parler technique dans des centres d'expérimentation en technique agricole, les CETA⁷. C'est là une génération d'agriculteurs avides des solutions techniques proposées par l'INRA, qui va redéfinir l'identité paysanne non plus comme l'attachement à un terroir mais comme une profession technique, avec ses critères de compétence⁸.

2. Les années 1960 et 1970 : deux décennies charnières

Les années 1960 et 1970 constitue une période charnière, d'expansion mais aussi de doute. Dans le monde agricole, la génération moderniste accède au pouvoir dans la profession. C'est la "génération Debatisse" qui prend d'abord le contrôle du CNJA, puis de la FNSEA, dans les années 60. Le gaullisme en fait son alliée pour moderniser l'agriculture, pour entrer dans la PAC avec la meilleure productivité, pour libérer de la main d'œuvre qui va grossir les villes, les services et les industries. En échange de cette implication de la profession agricole dans ce projet de modernisation agricole (Loi d'orientation agricole, SAFER, etc.), la profession et ces leaders syndicaux vont obtenir la mise en place d'une cogestion institutionnalisée. Cette dernière s'accompagne de la démultiplication des organismes, syndicats, associations, instituts techniques visant à encadrer l'exploitant agricole. L'INRA qui avait tenu ce rôle dans l'immédiat après-guerre perd une partie du contact direct qu'il pouvait encore avoir avec les agriculteurs ; le décret du 11 avril 1959 remettant la vulgarisation agricole à la profession, via les Chambres d'agriculture, le prive d'ailleurs clairement de cette mission. Dans le même temps, ces représentants de la profession vont jouer un rôle important dans l'orientation de la recherche agronomique. On le voit par exemple avec l'arrivée en 1972 de Louis Perrin à la présidence du conseil d'administration de l'INRA et de Michel Proffit à la présidence du conseil supérieur de la recherche agronomique.

L'aval de l'INRA connaît aussi une autre transformation. Les petites coopératives agricoles des premiers temps deviennent de véritables entreprises, à l'exemple de Limagrain, de l'UNCAC, de l'UGCAC qui, à côté des maisons traditionnelles du Nord et du bassin parisien (Vilmorin-Andrieux, Benoist, Desprez, Bataille, Blondeau...) investissent fortement dans le secteur semencier. La station de Versailles assure notamment la formation des cadres de ces industries et le Département GAP se donne pour mission de transférer généreusement techniques, matériels et lignées. Les coopératives et sociétés semencières acquièrent peu à peu un rôle clé dans la gouvernance de l'innovation semencière : au CTPS, elles contribuent, pas forcément de façon directive, mais par une communauté de culture, à la définition du "progrès génétique" qui régit les choix d'inscription ou non des variétés au catalogue officiel des variétés, et par suite aux orientations de l'amélioration des plantes. Le ministère en déléguant en 1962 au Groupement National Interprofessionnel des Semences (GNIS), les missions officielles de certification (rendue obligatoire cette même année) et du contrôle des semences, renforce cette cogestion de l'innovation variétale entre public et privé. Dans ce cadre favorable, le secteur semencier privé prend son envol. Dès lors, il supporte de plus en plus mal la présence de variétés INRA sur le marché.

Vers la fin de la période, les semenciers obtiennent progressivement une division du travail : l'INRA se retire peu à peu des marchés rémunérateurs pour se repositionner vers les semences de cultures moins profitables et vers la recherche d'amont, malgré les réticences de certains dirigeants du Département GAP attachés à une conception du service public de recherche dont nous avons décrit l'affirmation dans les 15 premières années de l'INRA. La création d'Agri Obtention en 1983 reflète la recherche d'un nouvel équilibre, mais il est clair que le curseur s'est massivement déplacé tant l'abandon par l'INRA de l'obtention variétale sur les espèces les plus profitables est patent. Sur les

⁷ Voir, entre autres témoignages sur le mouvement de création des CETA, celui d'André Pochon : André Pochon, *Les sillons de la colère, la malbouffe n'est pas une fatalité*, Paris, La Découverte, 2002.

⁸ Pierre Muller, "La politique agricole française, l'Etat et les organisations professionnelles", *Economie Rurale*, 255-256, Janvier-avril 2000, 33-39 ; Michel Gervais, Marc Jollivet, Yves Tavernier, *La fin de la France paysanne de 1914 à nos jours*, tome IV de : Duby Georges, Wallon Armand (dir), *Histoire de la France Rurale*. Paris, Seuil, 1976.

semences de maïs, par exemple, les variétés INRA passe de 78% du marché en 1970 à 2,5% dix ans plus tard, abandonnant le terrain à Limagrain, mais aussi et surtout à l'américain Pioneer⁹.

L'évolution des relations de l'INRA avec son ministère de tutelle, le ministère de l'Agriculture, constitue enfin une troisième source de changement au cours de cette période. La période des pionniers évoquée par A. Cauderon, des chercheurs libres d'explorer dans de vastes champs dans le modèle colbertiste, s'achève¹⁰. Après l'apogée de 1958-1965, le temps du soutien gouvernemental massif à la recherche, agronomique en particulier, s'éloigne. Le ministère entend plier l'INRA aux demandes des représentants de la profession, de l'industrie semencière, et de l'industrie agro-alimentaire, secteur en forte croissance et grande priorité gouvernementale des années 1970. Dans les années 1970, sur un fond de stagnation des budgets de la recherche en France en général et à l'INRA en particulier, l'incompréhension entre l'INRA et sa tutelle tourne à la crise : volonté de reprise en main avec un audit qui est diligenté par le ministère en 1978 – l'audit Pélissier –, tentative en 78-79 de transformer l'INRA en établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC). C'est une période mouvementée de l'INRA avec des mobilisations syndicales qui parviennent difficilement à contenir des pressions très utilitaristes sur l'INRA, au détriment de sa mission de recherche.

Nous avons caractérisé la première période par un modèle colbertiste de polarisation de la recherche, qui fonctionnait sur des logiques de mobilisation autour de valeurs communes entre décideurs, chercheurs et agriculteurs, et où la recherche agronomique et les créations variétales publiques s'imposaient à tous en ce qu'elles semblaient naturellement transcender les intérêts particuliers au nom du grand objectif qu'était la reconstruction de l'indépendance nationale. Par contraste, il semble bien que dans les décennies 1960 et 1970, ce mode colbertiste soit doublé de deux autres modes de polarisation : l'un de type "néo-corporatif"¹¹ dans un contexte d'institutionnalisation de la cogestion, et l'autre de type "marchand" exigeant de la recherche des innovations pour les industries agro-alimentaires et semencières.

Quelles sont les tendances, les avancées et les priorités de recherche en Génétique et Amélioration des Plantes à l'INRA dans cette période et sous l'influence de ces deux nouveaux modes de polarisation ? Une première tendance générale, est, après les succès chez le maïs, un engagement de l'INRA dans des stratégies d'amélioration par la voie hybride pour toute une série d'espèces (y compris autogames) : betterave, blé, colza, tournesol, féverole, carotte, oignon, tomate, aubergine, piments, haricot, chou, etc.¹². Cette priorité affirmée dès les années 1960 va non seulement cadrer l'amélioration et la création variétale, mais aussi polariser des recherches plus en amont, en génétique quantitative (avec la question de la prédiction de l'aptitude à la recombinaison), en cytogénétique et en biologie cellulaire (maîtrise de la stérilité mâle cytoplasmique).

Le mouvement vers l'amont de la sélection ne se limite d'ailleurs pas à la stratégie hybride. C'est bien une deuxième tendance de la période que d'aller chercher vers la physiologie et vers la phytopathologie de nouveaux leviers pour poursuivre un progrès génétique qui commence un peu à se ralentir (du moins chez certaines espèces comme le maïs)¹³. Ce mouvement, encore limité, vers des recherches plus fondamentales à l'INRA va favoriser le développement de la physiologie végétale et le développement des vitro méthodes, notamment au laboratoire de Georges Morel à Versailles.

⁹ Pierre-Benoît Joly et Chantal Ducos, *Les artifices du vivant, stratégie d'innovation dans l'industrie des semences*, Paris, INRA - Economica, 1993, p. 189.

¹⁰ Cf. la présentation d'André Cauderon à ce colloque.

¹¹ Voir sur cette notion Franck Aggeri et Armand Hatchuel, "Ordres socio-économiques et polarisation de la recherche. Pour une critique des rapports science-société", op. cit.

¹² André Cauderon affirme ainsi que "*Les sélectionneurs porteront à ce type de variété [hybrides] d'autant plus d'intérêt que l'agriculteur est pratiquement hors d'état de les multiplier par lui-même*". André Cauderon, "Espèces, variétés et semences dans l'évolution de la production végétales en France 1789-1989", in *Deux siècles de progrès pour l'agriculture et l'alimentation 1789-1989*, Académie d'Agriculture de France, 1990, p. 149.

¹³ Ainsi, physiologie végétale et pathologie végétale, réunissant moitié moins de chercheurs que l'amélioration des plantes en 1951, en comptent 19% de plus en 1980 (Cranney, op. cit., 1996, pp. 475-477).

3. Les années quatre-vingt : le pari des biotechnologies

La troisième grande période s'ouvre par l'irruption des biotechnologies.

L'irruption du génie génétique

Aux Etats-Unis

1972 Découverte puis utilisation des enzymes de restriction.

1974 Premier gène de vertébré (Zénope) transféré et exprimé dans la bactérie *Escherichia coli*.

1975 Conférence d'Asilomar.

Premières start up (Cetus, 1975, S. Cohen ; Genentech, 1976, H. Boyer).

1978 Genentech obtient la synthèse d'insuline humaine par *E. coli* (puis l'hormone de croissance humaine en 1979).

1982 Mise sur le marché d'insuline humaine produite par des bactéries, produit du génie génétique.

1983 Première plante transgénique (Mary-Dell Chilton et al., Jeff Schell et Marc Van Montagu).

1985 Premiers essais au champ de PGM.

Initiatives en France

1974 P. Kourilsky, A. Rambach et P. Tiollais s'engagent dans les expériences de recombinaisons génétique.

1976 Action concertée DGRST "recombinaisons génétiques".

1979 Rapport Gros, Jacob et Royer.

GIE "Génie génétique" (Institut Pasteur, INRA, INSERM).

1980 Création d'un secteur biotechnologie à la DGRST.

1982 Programme mobilisateur "Biotechnologies".

1987 Premier essai au champ de PGM par l'INRA.

Comment les biotechnologies végétales advinrent-elles à l'INRA ? L'hypothèse d'une simple diffusion vers la France des travaux californiens sur l'ADN recombinant est insuffisante pour expliquer comment une évolution scientifique internationale peut s'incarner dans une institution. Il y faut en outre un certain nombre de vecteurs, et que des choix forts soient opérés. Pourquoi le directeur Jacques Poly fait-il ce pari des biotechnologies vers 1978-1980 ? Autant qu'un scientifique au jugement sûr, Poly est aussi et surtout un capitaine d'organisme, un stratège institutionnel. Aussi doit-on comprendre son pari "biotech" comme une stratégie de sortie de la crise que traverse l'INRA dans les années 1972-1980.

Jacques Poly et les biotechnologies, selon les souvenirs d'André Berkaloff

"Dès 1976, je dînai souvent avec lui (...) il avait parfaitement compris que l'ère de la recherche agronomique tournée vers le paysan était terminée (...)

Dans l'esprit de Poly les biotechnologies c'était la mode, synonyme de fric, de contrats... Il voulait y aller à fond. Il voulait créer un département. Je le modérais en disant 'la mode passera, ce n'est qu'un outil' (...)

Il fallait surmonter l'opposition des agronomes (...) Je lui ai conseillé de recruter hors des écoles d'agro, plutôt des normaliens ou universitaires"

Entretien avec A. Berkaloff, 19 sept. 2002

Le témoignage (ci-contre) d'André Berkaloff, qui fut le conseiller scientifique de Poly sur les biotechnologies, éclaire la première facette de cette stratégie : il s'agit de miser sur les biotechnologies, de jouer sur les nouvelles tendances prometteuses de la "grande science", pour se dégager des pressions utilitaristes du ministère de l'Agriculture et tisser des alliances avec la DGRST (l'ancêtre du ministère de la Recherche), avec l'Institut Pasteur (un GIE "Génie génétique" est créé en 1979 entre l'Institut Pasteur, l'INRA et l'INSERM). Cette stratégie est couronnée de succès lorsque l'INRA passe sous une cotutelle avec le ministère de la Recherche (nouveau décret de 1980) et que ce ministère lance un grand programme mobilisateur sur les biotechnologies (1982) dont l'INRA sera une pièce maîtresse.

Le pari biotechnologique de Poly peut donc se lire comme un repositionnement plus académique de l'INRA – qui sera poursuivi par Guy Paillotin dans les années 1980, face aux pressions d'un ministère de tutelle désireux, lui, d'une polarisation nettement industrielle et marchande de la recherche.

Mais la crise de l'INRA dans les années 1970 ne se limite pas à cet aspect. L'Institut est interpellé et s'interroge plus profondément sur les limites économiques, sociales et écologiques du modèle agricole des Trente Glorieuses. L'INRA a-t-il achevé la mission que lui avait assignée ses fondateurs ? Quelle doit être la finalité de la recherche quand l'agriculture française a rempli et dépassé ses objectifs de production, que la sur-production est là, tandis que la crise économique pose en des termes nouveaux la question de l'emploi rural et de l'endettement paysan, que le choc pétrolier questionne une agriculture intensive à faible rendement énergétique (une calorie d'énergie fossile permet de produire 3,7 calories de maïs en 1945, contre seulement 2,82 en 1970 du fait des intrants et de la mécanisation) ?¹⁴ Alors que le mouvement écologiste et l'agriculture biologique prennent leur essor, les dirigeants de l'INRA s'interrogent eux aussi sur le modèle intensif. C'est le cas de Raymond Février, directeur en 1976 et 1978, comme de Jacques Poly, qui écrit en 1978 un rapport qui fait date : "Pour une agriculture économe et autonome"¹⁵. Il existe cependant un certain antagonisme entre ces deux objectifs : celui de l'économie (en intrants fossiles notamment) et celui de l'autonomie qui consiste pour Poly non seulement à combler le déficit en protéines végétales (on est peu après l'embargo Nixon), mais aussi à confirmer la vocation exportatrice de l'agriculture française et à prôner un développement massif de la production porcine. Pour masquer ou résoudre cette contradiction, Poly compte sur les biotechnologies, sur la rupture technique.

La "valeur ajoutée biologique" comme réponse à la crise

"... la nécessité d'un nouveau modèle de développement agricole et d'une économie des facteurs de production s'est faite jour. Mais quel peut être ce nouveau modèle de production et comment concilier à la fois une agriculture plus économe en facteurs de production industriels et une agriculture plus productive pour la satisfaction de nos besoins internes et l'équilibre de notre balance extérieure ?

Le rapport "Sciences de la vie et société" [il s'agit du rapport Gros, Jacob et Royer, 1979] permet de répondre à cette question et de lever cette contradiction ; il esquisse la profonde mutation technologique que connaîtra l'agriculture au cours des prochaines décennies."

"Les applications des sciences de la vie", *Le Progrès Scientifique*, n°204 (janvier-février 1980), 3-17, p. 9.

"La révolution biologique permet d'organiser la transition vers l'agriculture de demain plus productive, plus économe, plus soucieuse des exigences de la société, qui ne peut être qu'une agriculture à valeur ajoutée biologique optimale."

CAC 86 0598/5, Fonds du cabinet du ministère de l'agriculture. *Programmation de la recherche, plan décennal du 2 juillet 1979*, p.15.

La perspective de Poly s'inscrit dans un courant d'idées plus large qui associe, dans les années qui suivent le choc pétrolier et le rapport du Club de Rome¹⁶, préoccupation pour l'environnement et utopie technicienne (cf. ci-dessus sur la "valeur ajoutée biologique"). Le leitmotiv du "pétrole vert" et le rêve d'obtenir par génie génétique des céréales fixatrices d'azote atmosphérique (par transfert des gènes "NIF"), en sont des illustrations. Cette perspective est portée par un certain nombre de biologistes, d'industriels, de politiques, tels ceux qui se rassemblent dans le "Groupe des dix" (dont Joël de Rosnay et Jacques Robin, futur fondateur de la revue *Biofutur*, font partie)¹⁷ et qui font une analyse de la crise pétrolière et économique tout à fait intéressante. Pour eux, la crise marque le déclin d'une économie et d'une société basées sur la chimie et la mécanique, et il faut à présent investir sur l'information et les biotechnologies, mettre au service de l'homme les capacités productives des micro-systèmes vivants. Prend alors corps l'utopie d'une modernisation économique, écologique et sociale centrée sur une solution technique, le génie génétique, supposée résoudre l'équation entre croissance et environnement.

¹⁴ François Ramade, "Crise de l'énergie, ressources naturelle et production alimentaire", *Economie Rurale*, n° 124 (1978), p. 30-38.

¹⁵ Jacques Poly, *Pour une agriculture plus économe et plus autonome*, Brochure INRA, juillet 1978, 65 p.

¹⁶ Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, J. Randers et W.W. Behrens III, *Halte à la croissance ?*, Paris, Fayard, 1974.

¹⁷ Voir notamment François Gros, François Jacob et Pierre Royer, *Sciences de la vie et société. Rapport présenté au président de la République*, Paris, La Documentation Française, 1979 ; Brigitte Chamak, *Le groupe des dix*, Paris, Ed. du Rocher, 1997.

Après avoir un temps caressé l'idée d'un nouveau département des biotechnologies, c'est en soutenant fortement la création du laboratoire de biologie cellulaire et moléculaire de Versailles que Poly engage sa politique volontariste de conversion de l'INRA aux biotechnologies végétales. Nous sommes en 1980, c'est-à-dire trois ans avant l'obtention en laboratoire et 14 ans avant la première mise sur le marché d'une plante transgénique aux Etats-Unis. Bien des rêves d'alors, tels les plantes fixatrices d'azote, sont encore aujourd'hui loin d'avoir abouti. Le génie génétique est donc en 1980 un pari. Il est loin d'avoir fait la preuve de la révolution que ses zéloteurs promettent à l'amélioration des plantes. La foi de Poly n'est alors guère partagée par les responsables du Département GAP, qui entendent résister à cette "mode" du génie génétique dont ils n'attendent pas d'applications proches. Ils déploient une stratégie sémantique, refusant de donner au génie génétique le statut d'une rupture technologique majeure, et consistant à faire entrer les "biotechnologies" dans un ensemble de techniques englobant les vitro méthodes et la génétique quantitative, à la jonction entre l'école d'Yves Demarly à Orsay (vitro méthodes) et la théorie de la sélection développée par André Gallais. Max Rives, chef du Département GAP au tournant des années 1980, estime en effet que pour être utile à l'amélioration des plantes, les biotechnologies doivent s'intégrer dans une stratégie plus large, être "digérées" par les formules mathématiques de la théorie de la sélection¹⁸.

Aussi Max Rives développe-t-il plusieurs critiques envers le génie génétique, ses promesses sur la faim dans le monde, et les limites du travail sur des caractères monogéniques (faible intérêt agronomique, contournement des résistances). Pour lui, le sélectionneur travaille sur la complexité, sur des caractères complexes, et il souligne le coût métabolique probablement énorme d'une éventuelle fixation d'azote sur les céréales¹⁹. Dans la résistance du département GAP au génie génétique, les sélectionneurs soulèvent donc des questions fortes qui seront à nouveau posées une quinzaine d'années plus tard à la faveur du débat sur les OGM.

Il est évident qu'en arrière plan de ces tensions autour de l'intégration du génie génétique au sein du Département GAP, l'enjeu est la crainte du déplacement du cœur de métier de l'amélioration des plantes, de la perte de compétence du sélectionneur. Les "apprentis sorciers" (le terme est de Max Rives) du génie génétique entendent solutionner tous les problèmes à la place du sélectionneur, d'où la crainte d'une spécialisation excessive entre les maillons de l'amélioration et la peur d'une prise du pouvoir du laboratoire sur l'agronome, qui n'occuperait plus la position centrale d'intégration entre l'amont et l'aval, entre le laboratoire et les besoins de l'agriculteur.

Mais Poly, homme énergique, n'a que faire de ces oppositions au sein du Département GAP. Il en contourne les responsables en gérant directement un certain nombre de choses, en soutenant quelques jeunes chercheurs convertis à la biologie cellulaire et moléculaire, tels G. Pelletier, A. Bervillé ou A. Deshayes du département GAP, ainsi que J.P. Bourgin, Y. Chupeau et M. Caboche du Département "Physiologie Végétale". A partir du noyau du laboratoire de Versailles, de nombreux recrutements de biologistes moléculaires sont effectués dans les années 1980 dans le secteur des productions végétales (cf. graphiques ci-dessous²⁰).

Au-delà du noyau de Versailles, la direction de l'INRA soutiendra ensuite un nombre croissant d'équipes du Département GAP, telles celles du Moulon et de Clermont, pour l'acquisition des compétences en biologie moléculaire (biotechnologie, sélection assistée par marqueurs, etc.). A la fin des années 1980, la nécessité d'acquérir les compétences dans cette discipline n'est plus contestée dans le département et toutes les stations d'amélioration des plantes demandent des biologistes moléculaires, amenant alors la direction à faire des choix pour éviter la dispersion. Avec le recul, on peut observer aujourd'hui que les biotechnologies (sélection assistée par marqueurs, vitro méthodes, transgénèse) n'ont pas autant révolutionné le métier de sélectionneur que certains ne le rêvaient ou le craignaient vers 1980. Elle a étendu la palette des outils disponibles, mais, même dans le cas des

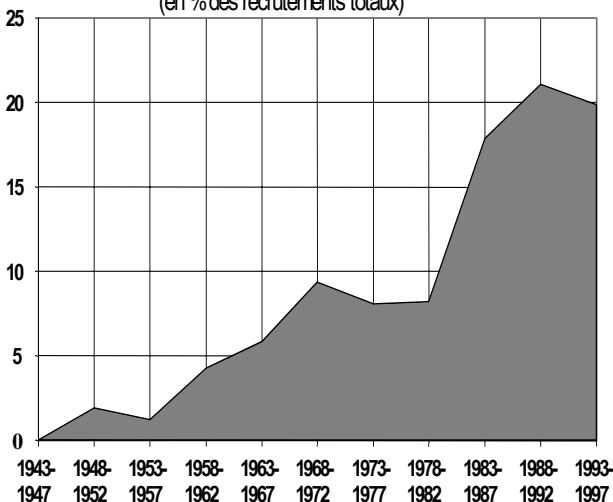
¹⁸ Centre des Archives Contemporaines (CAC), 900318/24, Fonds Jacques Poly, *Comptes-rendus des Conseils scientifiques et des séminaires de 1972 à 1980*, Sous-dossier : *Direction scientifique des productions végétales 1979-1984*, "Max Rives, Projet de contrat de programme : Méthodologie de l'amélioration des plantes, 3 mars 1979, rapport communiqué à la réunion des chefs de département sur secteur production végétale le 19 décembre 1979".

¹⁹ Max Rives, "L'amélioration des plantes", *La recherche*, n°155 (Mai 1984), 752-766, p. 760-64.

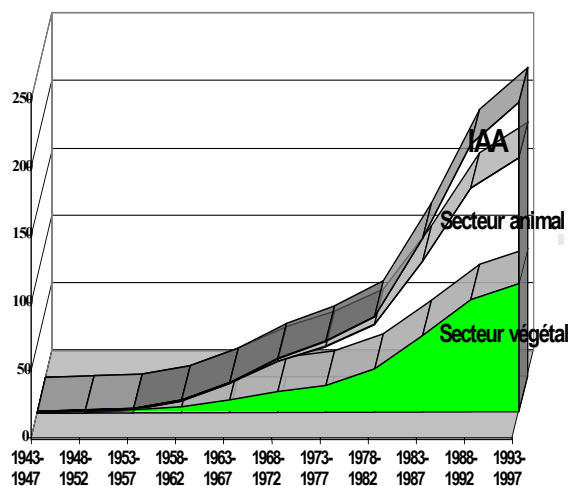
²⁰ Ces graphiques sont extraits de Christian Poncet, *La biologie moléculaire à l'INRA. Essai sur l'industrialisation des connaissances*, Rapport de recherche, Département ESR. INRA, 1999.

variétés transgéniques, le sélectionneur reste central dans le processus d'innovation pour passer de l'événement de transformation en laboratoire à la variété agronomiquement performante mise sur le marché. De plus, l'activité d'innovation semencière, loin de se fondre dans les conglomerats des "sciences de la vie" (fusion agrochimie-semences-pharmacie des années 1990), continue de montrer sa spécificité (nécessité du terrain, rentabilité moindre que l'innovation pharmaceutique, etc.)²¹.

Evolution du taux de recrutement en biologistes moléculaires à l'INRA
(en % des recrutements totaux)



Evolution des effectifs de biologistes moléculaires à l'INRA



4. L'INRA à l'heure de la génomique, des brevets sur le vivant et de la mise en espace public des choix d'innovation semencière

A peine le département GAP a-t-il intégré la première mutation technico-scientifique des biotechnologies, que s'en présente déjà une deuxième : la génomique. Un jour, Michel Caboche, de retour d'une Gordon Conference aux Etats-Unis, annonce à ses collègues : "Ça y est, c'est *Arabidopsis* qui est choisie comme modèle". Très vite, plusieurs chercheurs du laboratoire de biologie cellulaire à Versailles abandonnent leurs anciennes thématiques et se reconvertissent vers *Arabidopsis*. C'est le départ d'un développement très réussi de la génomique végétale à l'INRA, avec notamment le travail de G. Pelletier sur les mutants d'insertion. Ce dynamisme des chercheurs va rencontrer la volonté de décideurs économiques et politiques de constituer un pôle français dans la course scientifico-industrielle au génome végétal : Génoplante est créé en 1999²².

Si l'investissement génomique – aujourd'hui axe prioritaire des départements GAP et Biologie (ex-Physiologie) Végétale a suscité moins de débats au sein de l'INRA que la biologie moléculaire vers 1980, il n'en est pas moins porteur de bouleversements profonds dans les orientations, les missions et les pratiques partenariales du Département. D'une part, il s'opère un détour par la plante modèle *Arabidopsis*, qui n'est pas une espèce cultivée (détour inconcevable dans la pensée d'un sélectionneur d'il y a trente ou quarante ans !). Or, jusqu'au milieu des années 1990, le Département était structuré en fonction des espèces cultivées (avec beaucoup d'espèces au début, puis la nécessité progressive de faire des choix)²³. Ce qui se joue autour du choix d'une plante modèle, c'est donc de nouveau

²¹ Gérald Assouline, Pierre-Benoît Joly et Stéphane Lemarié, "Biotechnologies végétales et restructurations de l'agro-fourmiture : un horizon stratégique marqué de fortes incertitudes", *Economies et Sociétés*, Série F, n°38 "Développement" - II, 3/2001, pp. 425-448.

²² Il s'agit d'un Groupement d'Intérêt Scientifique associant l'INRA, le CNRS, l'IRD, le CIRAD, ainsi que les firmes Biogemma, Rhône-Poulenc et Bioplante. Biogemma (GIE entre Limagrain, Coop de Pau, Unigrain et Sofiprotéol) avait d'ailleurs été créé en 1996 (à l'heure où l'agrochimiste Monsanto lançait ses variétés transgéniques et acquérait plusieurs entreprises semencières) pour renforcer les recherches des entreprises françaises et constituer une "centrale d'achats" de gènes.

²³ Ce mode d'organisation transparaît dans la structure des rapports du Département GAP encore jusqu'au début des années 90.

l'affirmation du laboratoire sur le champ. Les coûts de cette priorité à la génomique ont amené une réduction drastique (*cf.* la communication de Marianne Lefort) du nombre d'espèces étudiées par l'INRA laissant de nombreuses espèces cultivées en France orphelines d'une recherche publique perdant certaines de ses compétences (partiellement compensées par les recrutements effectués autour de la thématique "ressources génétiques").

D'autre part, la génomique accentue le mouvement de remontée vers l'amont de la commercialisation de la recherche engagé avec les biotechnologies. La course aux gènes est lancée. Jusqu'ici, c'était au niveau de la variété – avec les Certificats d'Obtention Végétale – que la valorisation de l'innovation se faisait. A présent, elle se fait par le brevet sur le gène (voire la séquence partielle). Le régime UPOV élaboré par Bustarret au cours de la première période que nous avons décrite est aujourd'hui supplanté par un régime du brevet sur les inventions biotechnologiques. Ce régime, devenu dominant et global via l'OMC, est bien moins protecteur de l'accès du chercheur comme de l'agriculteur aux ressources génétiques et tend à créer des dépendances de brevet pouvant s'avérer contre-productive à l'innovation²⁴. Il implique en outre de nouvelles pratiques de valorisation et de partenariat qui sont en rupture avec celles qui étaient fondatrices au Département Amélioration des Plantes depuis sa création. Celui-ci s'était en effet doté des moyens de valoriser des variétés tandis qu'il n'a aujourd'hui pas toujours les moyens de défendre des brevets face aux grands acteurs privés. Avec le déclin des formes partenariales anciennes (bilatérales ou en club) et de la valorisation variétale, c'est aussi le socle financier, du Département GAP (et de l'ensemble de l'organisme), qui est ébranlé.

La génomique marque aussi un tournant dans l'insertion de la recherche agronomique dans son espace géographique. La génomique est en effet un vecteur puissant de mise en commensurabilité de l'ensemble des espèces végétales et des territoires agricoles. Les mêmes gènes de résistance au froid mis en évidence sur *Arabidopsis* ont par exemple une utilisation potentielle sur toute une série d'espèces, sous de multiples latitudes. Cet "espace vivant-monde" unifié émerge en même temps qu'une "recherche-monde"²⁵ : la génomique et ses plates-formes implique de nouveaux modes d'organisation de la recherche (une mutation, une industrialisation de la recherche, comparable à celle de la "Big Science" dans la physique d'après la Deuxième Guerre). Il faut en effet mettre d'énormes moyens sur un seul problème pour rester dans la course internationale, d'où une division mondiale du travail. Dans ce contexte, pour amortir et valoriser ces très gros investissements de recherche, l'espace agricole national ne sera plus suffisant. Il devient trop étroit, et conduit les systèmes de recherche publique nationaux à se penser sur un échiquier mondial. Si l'on peut parler de synergie, de "mariage" entre l'INRA et la "ferme France" dans la première période, les évolutions actuelles créent au contraire une certaine déterritorialisation de la recherche sur le vivant... un "divorce" entre l'INRA et la "ferme France". On mesure ici l'ampleur de la rupture qui s'opère avec le contrat social tissé dans l'après-guerre entre recherche publique, monde agricole et société.

Si l'on considère l'ampleur des mutations en cours dans les relations entre recherche, Etat, marché, territoire et monde paysan, on comprend mieux l'immense difficulté pour l'INRA à définir une politique de recherche publique en amélioration des plantes. Il lui faut en effet assurer une partie de ses anciennes missions (notamment rester le coureur de tête pour les obtenteurs traditionnels), maintenir sa compétitivité face au développement de la recherche privée des grandes firmes nationales, défendre une vision de la propriété intellectuelle plus respectueuse du bien commun, marquer son indépendance dans des montages financiers tendant à abolir les frontières entre recherche publique et privée...

On comprend aussi que devant de tels enjeux, la recherche publique en génétique et amélioration des plantes ait été mise à l'agenda de l'espace public au cours des dernières années. A la faveur des crises alimentaires et du débat sur les OGM, s'est souvent exprimée la crainte de voir s'affaiblir la dimension de service public d'une recherche publique ralliée au régime de valorisation par brevet et financièrement dépendante des acteurs privés. Un espace de débat et une demande de régulation

²⁴ Pour une analyse précoce et fine de ces enjeux, voir notamment Pierre-Benoît Joly et Chantal Ducos, *Les artifices du vivant. Stratégie d'innovation dans l'industrie des semences*, Paris, INRA - Economica, 1993, p. 367-385. Voir aussi l'analyse d'un haut responsable de la Fondation Rockefeller : Robert W. Herdt, "Enclosing the Global Plant Genetic Commons", Conférence à Stanford University, January 14, 1999.

²⁵ Le terme est inspiré de celui d'économie-monde d'Immanuel Wallerstein.

"civique" de la recherche ont ainsi émergé. A côté des modes colbertiste, corporatif et marchand, c'est un quatrième mode de polarisation qui s'affirme²⁶. On peut le caractériser par trois éléments nouveaux apparaissant dans la négociation de la recherche et l'innovation variétale :

- des acteurs nouveaux, autres que ceux qui intervenaient dans les trois premiers modes de régulation (chercheurs, fonctionnaires, représentants de la profession et dirigeants des sociétés semencières), tels des ONG environnementalistes, les associations de consommateurs, les victimes (cas de l'ESB) et riverains ;
- des arènes nouvelles de discussion, telles que la grande presse (et non plus seulement la presse professionnelle) ou l'espace judiciaire qui devient, dans le cas des procès de faucheurs d'OGM un espace dans lequel on discute des orientations et des partenariats de la recherche publique ;
- des "justifications" et critères de légitimité des innovations renouvelés²⁷ : outre les performances agronomiques et l'intérêt pour l'agriculteur ou pour l'économie nationale, des critères tels que le développement durable, la biodiversité, l'environnement ou l'inscription dans le territoire sont de plus en plus mis en avant dans l'évaluation sociale des innovations variétales.

Ainsi, dans le débat sur les OGM²⁸, on a eu d'abord une critique des OGM comme objets techniques, puis, surtout à partir de 1999 avec des destructions d'essais d'organismes publics, la critique est remontée vers amont, questionnant la pertinence de certains essais d'OGM, voire les choix de recherche d'un organisme comme l'INRA. Sous la pression montante de ces questionnements, l'INRA a été amené à se repositionner dans ce nouvel espace de régulation civique. Jusqu'alors, l'INRA se positionnait – dans la lignée de sa mission originelle – comme un obtenteur potentiel et un fer de lance de l'innovation variétale, transgénique ou non, et s'apprêtait vers 1995-1996 à déposer au catalogue un colza génétiquement modifié (tolérant à un herbicide), en collaboration avec les sociétés SERASEM et PGS. La direction de l'INRA choisit de faire volte-face fin 97-début 98 sous la présidence de Guy Paillotin. Il ne dépose pas la variété en question, préférant construire sa légitimité comme pourvoyeur d'expertise publique (sortie du livre bleu sur les OGM en mai 1998, programmes de recherche pour évaluer les impacts des OGM, etc.). Une des caractéristiques de la polarisation civique de la science par l'agora²⁹, est effectivement de renforcer des dynamiques scientifiques tirées par la demande sociale d'expertise et non plus uniquement des dynamiques liés à la génération d'innovations³⁰. Par ailleurs, l'INRA prend part au débat (débat internes, encouragement des chercheurs à dialoguer avec le public, mission Agrobiosciences, etc.) et expérimente des modes participatifs de négociation de la recherche et de l'innovation (projet Vigne d'évaluation interactive des technologies³¹), afin de reprendre l'initiative dans un espace de controverse et de négociation élargi où la légitimité des recherches ne se négocie plus comme il y a un demi siècle.

En guise de conclusion, nous nous limiterons à émettre l'hypothèse qu'après des périodes dominées par des modes colbertiste et corporatif de polarisation de la recherche, c'est sans doute dans la compétition (et l'articulation) entre un mode marchand et un mode civique que va se jouer l'orientation de la recherche en amélioration des plantes dans les prochaines années, et l'avenir de l'INRA comme service public de recherche.

²⁶ Ce mode de polarisation n'est bien sûr pas entièrement nouveau. On peut le faire émerger autour des critiques environnementales des années 1970, ou encore des controverses sur les effets sur la santé de l'huile de colza autour de 1970. L'INRA, pris dans une controverse publique, avait alors réagi très vite en commercialisant une nouvelle variété sans acide érucique.

²⁷ Cf. la notion de "cité" et la caractérisation de la "cité civique" chez Luc Boltanski et Laurent Thévenot, *De la justification. Les économies de la grandeur*, Paris, Gallimard, 1991.

²⁸ Pierre-Benoît Joly, Gérald Assouline, Dominique Kréziak, Juliette Lemarié, Claire Marris et Alexis Roy, *L'Innovation controversée : le débat public sur les OGM en France*, rapport du Collectif sur les Risques, la Décision et l'Expertise, INRA, 2000.

²⁹ Sur la notion de "science dans l'agora", voir Helga Nowotny, Peter Scott, Michael Gibbons, *Repenser la science Savoir et société à l'ère de l'incertitude*, Paris, Belin, 2003. Voir aussi Michel Callon, Pierre Lascoumes et Yannick Barthe, *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Paris, Seuil, 2001.

³⁰ Tout comme les recherches polarisées par l'innovation, ces recherches polarisées par l'expertise peuvent ouvrir des champs scientifiques de pointe et des questions théoriques fondamentales. On peut en ce sens mentionner la modélisation globale dans le cas du changement climatique, ou les flux de gènes et les interactions plantes-virus dans le cas de l'évaluation des OGM.

³¹ Voir <http://www.inra.fr/Internet/Directions/SED/science-gouvernance/ITA-Vignes/index.html>

Pour en savoir plus

Aggeri F., Hatchuel A. (2003), "Ordres socio-économiques et polarisation de la recherche. Pour une critique des rapports science-société", *Sociologie du travail*, numéro spécial sur l'agriculture, 45, 113-133.

Cranney J. (1996), *INRA 50 ans d'un organisme de recherche*, Paris, INRA Editions.

Joly P.B., Ducos C. (1992), *Les artifices du vivant : Stratégie d'innovation dans l'industrie des semences*, Paris, INRA - Economica.

Pestre D. (2003), *Science argent et politique, un essai d'interprétation*, Paris, INRA Editions.

Poly J. (1978), *Pour une agriculture plus économe et plus autonome*, Brochure INRA.

Poncet C. (1999), *La biologie moléculaire à l'INRA. Essai sur l'industrialisation des connaissances*, Rapport de recherche, Département ESR. INRA.

Thomas F., Bonneuil C. (à paraître ; titre provisoire), *La génétique et l'amélioration des plantes à l'INRA : du maïs hybride à la génomique*, Paris, INRA Editions.