



**HAL**  
open science

## Georges Pelletier : témoignage

Georges Pelletier, Pascale Mollier, Christian Galant

► **To cite this version:**

Georges Pelletier, Pascale Mollier, Christian Galant. Georges Pelletier : témoignage. *Biologistes du végétal et biotechnologies*, 20, Editions INRA, pp.98-117, 2019, Archorales, 2-7380-1435-6. hal-04205301

**HAL Id: hal-04205301**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04205301>**

Submitted on 12 Sep 2023

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Dépôt pour électrophorèse. © Inra.

PROPOS RECUEILLIS PAR  
PASCALE MOLLIER  
& CHRISTIAN GALANT  
OCTOBRE 2017

# GEORGES PELLETIER

DIRECTEUR DE RECHERCHE DE CLASSE EXCEPTIONNELLE, INSTITUT JEAN-PIERRE BOURGIN, INRA VERSAILLES.  
RETRAITÉ DEPUIS 2008, CHARGÉ DE MISSION.

98

Lorsque l'Inra a créé en 2006, les « Lauriers d'excellence de la recherche agronomique », Georges Pelletier en a été le premier lauréat chercheur. L'élucidation des déterminants de la stérilité mâle cytoplasmique est un de ses résultats majeurs. « Ce travail sur le colza s'est échelonné sur plus de quinze ans, dans les années 1980 et 1990, semé d'embûches techniques. Mais quand on compare les idées de départ et celles que nous avons aujourd'hui, on a le sentiment d'une réelle progression dans la compréhension », résume ce chercheur qui a participé à un mouvement scientifique qui, avec les biotechnologies, a bouleversé la sélection des plantes.

## DANS QUEL CONTEXTE FAMILIAL AVEZ-VOUS FAIT VOS ÉTUDES ET AVEZ-VOUS POSTULÉ POUR UNE CARRIÈRE D'AGRONOME À L'INRA ?

Je suis né le 7 mai 1943 dans une petite propriété des Landes (plus précisément de Chalosse) où mes parents s'étaient réfugiés pendant la guerre. J'y ai vécu jusqu'à l'âge de quatre ans et j'y ai résidé ensuite les trois mois d'été jusqu'à neuf ans. En effet, en 1947 mes parents sont retournés en région parisienne et se sont fixés à Longpont-sur-Orge, à 25 km de Paris, alors village rural d'un

millier d'habitants qui faisait partie de la couronne maraîchère de la capitale.

Avant l'exode de 1940, mes parents habitaient à Garches et avaient déjà deux enfants, mon frère et ma sœur. Ma mère était infirmière à l'hôpital, mon père était représentant de fabriques (françaises et de quelques autres pays européens), pour l'exportation de produits de toutes sortes (de la machine à coudre à de l'habillement ou aux articles de bazar) vers les pays de l'Afrique Occidentale Française.

## DURANT L'EXODE, VOS PARENTS ONT-ILS PU ÊTRE HÉBERGÉS DANS LA FAMILLE ?

A ce moment-là, ils ont quitté leur travail et ont rejoint la région bordelaise où effectivement se trouvait de la famille. Puis très vite, dans le contexte de complète désorganisation des services, on leur a confié la direction d'un sanatorium sur le bassin d'Arcachon, pendant une année. Ensuite, ils se sont réfugiés dans un village à dix kilomètres au sud-est de Dax. Ce village était encore très isolé, avec une population paysanne assez modeste, parfois très pauvre.



Portrait, 2006.

© Inra/Christophe Maitre.

Ecole communale de Lonpont sur Orge, année 1953-1954. Georges Pelletier (au troisième rang, avec des lunettes) dans une classe mélangée du CE2 au certificat d'étude.



© Inra / Collection Georges Pelletier.

Ils ont loué une maison qui possédait un grand jardin, et quelques bâtiments qui leur offraient la possibilité d'élever des lapins, des poules, des oies et même un cochon pour leur compte personnel; ce qui leur a permis de survivre avec l'aide de la voisine qui, veuve, menait sa ferme (polyculture élevage traditionnel de la région) avec un ouvrier agricole et son fils alors adolescent. Enfants, nous considérons que ces voisins faisaient partie de la famille !

Je garde quelques souvenirs ponctuels et précis. J'ai jamais participé aux travaux des champs : mener les vaches qui tiraient le « brès », charrette typique de la Gascogne, ou « faire le bec », c'est à dire récolter au couteau les tiges de maïs au-dessus de l'épi, qu'une machine hachait pour la ration du bétail le soir.

### CES ACTIVITÉS ONT-ELLES SUSCITÉ CHEZ VOUS UNE OBSERVATION PARTICULIÈRE DE LA NATURE ?

Oui, si l'on peut dire, dans la mesure où ce qu'on qualifie de nature était tout simplement le cadre de mon existence : une enfance et une adolescence hors des villes.

### QUEL A ÉTÉ VOTRE CURSUS SCOLAIRE ? AVIEZ-VOUS EU UN MODÈLE DANS LA FAMILLE ?

En région parisienne, je suis allé à l'école primaire du village, puis j'ai passé le concours d'entrée en 6<sup>e</sup> pour rejoindre le cours complémentaire de Sainte-Geneviève-des-Bois qui menait jusqu'au brevet. Arrivé au brevet, la question se posait de comment poursuivre des études après un cours complémentaire

où une seule langue était enseignée. J'ai donc intégré (comme mon frère qui m'avait précédé de quatre ans) une seconde technique (ateliers métaux, technologie, dessin industriel...), avec cours supplémentaires de rattrapage, le samedi, à l'Ecole Saint-Charles à Athis-Mons. Ceci permettait de terminer le secondaire en Mathématiques élémentaires, un Bac moins difficile car, à l'époque, le taux de réussite en seconde partie technique était de l'ordre de 15 à 20 %. Cette école privée, avait un bon niveau, certains professeurs enseignaient aussi à l'université, et elle était la seule à offrir ce cursus dans la région. Après la terminale les professeurs m'ont recommandé pour être admis au lycée Saint-Louis à Paris en préparation à l'Agro. J'avais envisagé ce que j'allais faire. Avec mon goût pour la ruralité, je me voyais ingénieur du génie rural, pour construire des routes, des ponts et des barrages !

Mon frère avait intégré une école d'ingénieurs des travaux publics, ce n'était pas tout à fait pareil. Un de nos cousins avait bien réussi aux Arts et métiers, mais il était plus âgé que nous. Et notre père nous encourageait : « si vous poursuivez vos études, c'est pour être ingénieur ». Nos parents ont tout fait pour nous permettre d'aller le plus loin possible.

### Y AVAIT-IL UN REGRET CHEZ VOS PARENTS DE NE PAS AVOIR PU FAIRE D'ÉTUDES PLUS LONGUES ?

Oui sans doute, car leurs contextes familiaux avaient été compliqués par la guerre de 1914 – 1918 et ses suites. Mon grand-père maternel, grand invalide de guerre, eut des difficultés à poursuivre son métier d'horloger et à subvenir aux besoins de sa famille. Ma mère a pu bénéficier de l'Ecole de la Légion d'Honneur et obtenir le brevet supérieur, qui dans les années 1930, était l'équivalent du bac, avant de faire des études d'infirmière. Mon père, après le certificat d'études obtenu très brillamment, acheva ses études par un brevet de comptabilité; mon grand-père paternel, qui était boucher, n'envisageait pas qu'il aille plus loin. Des difficultés relationnelles poussèrent mon père à partir seul travailler au Sénégal à l'âge de seize ans en faisant croire à ses employeurs qu'il en avait trois de plus...



© Inra / Collection Georges Pelletier.

Georges Pelletier (au dernier rang à droite, avec des lunettes) au Lycée Saint-Louis à Paris en classe préparatoire. Plusieurs élèves deviendront chercheurs : au 1<sup>er</sup> rang sur la gauche Yvette Dattée; au 2<sup>ème</sup> rang Michel Candau (2<sup>ème</sup> à droite), Jean-Claude Duplessis (3<sup>ème</sup> à droite), François Rougeon (6<sup>ème</sup> à droite), Jean-Marie Blanc (dernier à droite).

**VOUS AVEZ PASSÉ TROIS ANNÉES À L'AGRO À PARIS. CERTAINS PROFESSEURS VOUS ONT-ILS MARQUÉ ? AVEZ-VOUS EU DES MODÈLES ?**

Je suis rentré à l'Agro en 1964. Je ne m'y suis pas très bien senti : il y avait beaucoup de matières différentes, de l'ordre de la quarantaine, dont certaines étaient enseignées en quelques heures de cours, avant un examen. Cette organisation indigeste n'est plus d'actualité. Il y avait un grand nombre de professeurs puisqu'il y avait un grand nombre de matières : les mathématiques et la génétique m'ont beaucoup intéressé. Les mathématiques étaient enseignées par Guy Lefort (père de Marianne Lefort qui dirige le Département de Génétique et Amélioration des Plantes de l'Inra au début des années 2000). Aidé par de jeunes assistants, Georges Valdeyron (est décédé il y a quatre ans) était le professeur de génétique. Leurs enseignements éveillaient la réflexion. En génétique en particulier, nous étions confrontés aux derniers concepts de la discipline sous forme d'exercices pratiques et théoriques. En revanche, l'enseignement de chimie biologique consistait dans des photocopies entières de formules chimiques à apprendre par cœur, ce qui ne convenait guère à ma faible mémoire.

En troisième année, j'ai fait une spécialisation interne à l'Agro, un perfectionnement en maths, avec G. Lefort et ses assistantes, et deux certificats à l'université d'Orsay : le certificat de génétique et le certificat de biochimie (avec les débuts de la biologie moléculaire). L'année scolaire 1966-1967 s'est terminée par un stage pratique avec G. Valdeyron, à la Station de Génétique de l'Inra de Versailles, avec comme matériel biologique *Arabidopsis thaliana* : il s'agissait de réaliser une sélection pour la précocité à partir de croisements entre lignées de diverses provenances géographiques. *Arabidopsis*, une espèce qui n'intéresse pas l'agriculture mais qui, bon modèle d'enseignement, est devenue vingt ans plus tard « Le modèle » en génomique végétale. G. Valdeyron était visionnaire. L'année s'est terminée par un « tour de France » de quelques stations de génétique végétale de l'Inra : Lusignan, Clermont, Montfavet.

**EN TROISIÈME ANNÉE, VOUS AVEZ POSÉ LES PIEDS DANS LE MONDE DE LA RECHERCHE. AVEZ-VOUS CONNAISSANCE DE L'INRA DÈS LE DÉBUT DE VOTRE FORMATION ?**

Pendant ma prépa, je me rappelle avoir lu dans des brochures sur l'Inra des textes de Raymond Février qui parlaient de l'Inra de l'époque, de l'amélioration des espèces animales et de zootechnie. Cela m'a fait quelque chose, mais pas encore un déclic pour m'orienter vers la recherche.

**RAYMOND FÉVRIER ÉTAIT EN CHARGE DE LA PRODUCTION PORCINE DANS CES ANNÉES-LÀ. IL ÉTAIT AUSSI INSPECTEUR GÉNÉRAL. DONC C'ÉTAIT VOTRE PREMIÈRE SENSIBILISATION À L'INRA ?**

Oui. Et à l'Agro, nous avons eu des conférences et des discussions avec des chercheurs de l'Inra. Je me souviens surtout d'une réunion à laquelle participait Henri Heslot, généticien de l'orge et de la levure et professeur à l'Agro et Yves Demarly, qui travaillait à Lusignan en génétique quantitative sur la luzerne. Deux visions très différentes de la génétique. D'un côté la génétique moléculaire naissante, avec l'étude des fonctions physiologiques des gènes, de l'autre une approche globale où l'on ne recherche pas les causes d'effets mesurables mais à partir desquels on cherche à tirer des lois générales, suffisantes pour une perspective opérationnelle. « Ce n'est pas en étudiant les gènes intervenant dans la formation d'une tomate qu'on comprendra comment elle se développe » répliquait Demarly à Heslot qui de son côté envisageait déjà la transposition des méthodes du modèle levure au règne végétal. Demarly m'avait convaincu. L'approche quantitative était la seule raisonnable. Cinquante ans plus tard, il faut admettre qu'au contraire c'est bien la biologie moléculaire qui explique le mieux le développement de ce fruit. Je me rappelle m'être dit : « j'ai trouvé ma voie, ce sera la génétique des plantes avec Demarly ». Ce n'est que plus tard que j'ai réalisé que cette approche quantitative n'avait été qu'un miroir aux alouettes pour le chercheur débutant que j'étais ! J'ai bénéficié d'une bourse de la DGRST (Direction Générale de la Recherche Scientifique

et Technique) pour la troisième année où l'on était en contact avec la recherche fondamentale avec des cours assurés par François Jacob, Jacques Monod... J'ai particulièrement bien réussi le certificat de génétique où j'ai été classé deuxième. Mme Madeleine Gans, professeure de génétique, m'a alors demandé si je souhaitais travailler dans son laboratoire, sur la drosophile, mais j'avais déjà pris l'engagement de rejoindre Y. Demarly et son projet de laboratoire à Versailles. En effet il projetait de créer une équipe de recherche sur les applications possibles en sélection des cultures in vitro de cellules végétales. La perspective d'une telle recherche pionnière était alors pour moi particulièrement excitante. La construction d'un nouveau bâtiment était prévue sur le Centre de Versailles, et dès 1968 je participais à la définition des installations techniques nécessaires et à l'élaboration des plans avec les services techniques du Centre.

**ON EST LOIN DE VOTRE SCHEMA D'INGÉNIEUR DU GENIE RURAL, AVEC LA CRÉATION DE ROUTES, DE BARRAGES...**

Oui, mais à une autre échelle j'aime toujours le bricolage ! Ce que j'ai fait en recherche est aussi une autre façon de bricoler. C'est très technique, manuel.

**VOUS AVEZ ÉTÉ SURSITAIRE. EN 1968 ARRIVE L'ÉCHÉANCE POUR FAIRE VOTRE SERVICE MILITAIRE.**

J'ai été sursitaire et, en 1968, les examens médicaux au cours des « trois jours » ont confirmé une maladie pulmonaire chronique. Comme il était prévu que je rejoigne l'équipe de sélection du caféier de l'IRSTOM (devenu IRD en 1998) en Côte-d'Ivoire au titre de la Coopération, les autorités militaires n'ont pas voulu prendre de risques et j'ai été exempté. Plus tard ma titularisation comme fonctionnaire à l'Inra ne tiendra qu'à une intervention du pneumologue qui me suivait et qui faisait autorité à Paris. Plus tard, dans les années 1980, je suis allé deux fois en Afrique, au Sénégal et en Tunisie, pour enseigner, faire des cours de perfectionnement et des travaux pratiques dans le cadre de la FAO.

## QUEL A ÉTÉ VOTRE PREMIER POSTE À L'INRA ?

Georges Valdeyron a obtenu de Gustave Drouineau, alors inspecteur général de l'Inra en charge des productions végétales, par simple décision de ce dernier et sans organisation d'un concours de recrutement, un poste d'ACS (agent contractuel scientifique). L'Inra m'a ouvert ses portes, en septembre 1967 à Versailles dans le laboratoire d'Yves Demarly. Sauf qu'en septembre 1967, il n'y avait encore aucune installation : pas de laboratoire, pas de salle de culture, pas de serre pour travailler. Anne Chertier, qui deviendra ma femme, avait quitté Lusignan avec Y. Demarly pour organiser cette installation et réaliser les premières cultures de tissus. Pour cela, elle utilisait les salles de repiquage, disponibles le samedi et le dimanche dans le laboratoire de Georges Morel, après avoir appris les rudiments techniques auprès du personnel de ce laboratoire. Pendant dix-huit mois elle a mis en place le laboratoire de culture *in vitro* d'Y. Demarly. Au terme du contrat DGRST dont elle bénéficiait, elle a dû trouver un poste ailleurs. Georges Morel, Jacques Tempé et Jacques Tourneur travaillaient essentiellement sur le *crown gall* (découverte des opines et hypothèse du transfert d'ADN d'*Agrobacterium tumefaciens* dans la cellule végétale) et la multiplication végétative des orchidées et d'autres espèces. Jean-Pierre Bourgin venait d'arriver dans l'équipe de G. Morel pour développer les cultures de cellules isolées, puis de protoplastes.

Comme en 1967 le laboratoire n'était pas encore utilisable, j'ai convenu avec Y. Demarly de préparer le DEA de Génétique Physiologique à l'Université d'Orsay : « je vais me perfectionner en génétique cela correspond bien à l'orientation que vous voulez donner à votre laboratoire ». J'ai passé une année à Orsay en génétique physiologique, de septembre 1967 à septembre 1968. J'ai donc été le premier scientifique recruté dans ce laboratoire. Fin 1968, nous étions trois, un jeune technicien sans expérience particulière dans le domaine ayant été également recruté.

## MALGRÉ L'AMBIANCE DES ÉVÉNEMENTS DE MAI 1968, VOUS AVEZ RÉUSSI À TERMINER VOTRE DEA.

Lors des événements de Mai 1968, les cours se sont terminés à la mi-mai et j'étais à la fois dans l'ambiance étudiante et ACS Inra, donc salarié. J'ai terminé le DEA en étant classé premier. J'ai pu commencer à travailler en octobre 1968. En décembre, j'ai échoué au concours d'assistant, et j'ai poursuivi les premières expériences de culture *in vitro*. Le laboratoire comprenait une pièce principale (de 20 m<sup>2</sup>) de préparation, une petite chambre de culture éclairée pour les tubes de culture ou les boîtes de Pétri, et un cagibi réputé aseptique pour les mises en culture près d'un bec Bunsen, les hottes à flux laminaire n'existaient pas, ni les règles de sécurité d'aujourd'hui. Y. Demarly a essayé une fois de faire des repiquages : heureusement un extincteur à proximité a sauvé le laboratoire !

## EN ENTRANT À L'INRA, SAVIEZ-VOUS COMMENT ÉTAIT ORGANISÉ L'INSTITUT ET À QUEL DÉPARTEMENT ÉTAIT RATTACHÉE VOTRE UNITÉ ?

Je savais que j'appartenais au centre de Versailles, à la station centrale (on ne pouvait pas parler vraiment « d'unité ») de génétique et d'amélioration des plantes, qui dépendait du département du même intitulé, et qu'il y avait aussi d'autres secteurs de recherche (animal, forestier, agronomique, économique et sociologique ...) et d'autres départements. Dès 1967, des réunions hebdomadaires scientifiques ou bibliographiques se tenaient à Jouy-en-Josas avec Y. Demarly, des chercheurs du laboratoire des protéines (comme Jacques Mossé) et de la station de Pathologie végétale de Versailles (comme Jean Dénarié), et Michel Gillois qui avait recruté six polytechniciens intéressés par la génétique animale. C'est là que j'ai rencontré Michel Caboche. Ce groupe comprenait une quinzaine de personnes, responsables et jeunes scientifiques qui assistaient à l'expansion de la biologie moléculaire depuis la découverte de la structure de l'ADN en 1953, l'expression et la régulation des gènes en 1961, l'élucidation du code génétique en 1966. Cependant c'est la biologie

cellulaire qui nous rassemblait : l'idée était de modifier des cellules en culture, de les sélectionner, et d'en régénérer des organismes entiers. Avec les plantes, cela commençait tout juste à se faire sur quelques espèces. Avec les animaux, c'est aujourd'hui seulement possible en prenant quelques détours.

## DANS LE CONTEXTE INTERNATIONAL, ÉTIEZ-VOUS DES PIONNIERS DE LA BIOLOGIE CELLULAIRE ?

Par rapport au contexte international dans le domaine des végétaux et sur les questions que nous commençons à traiter, nous travaillions vraiment sur des sujets pionniers. Nous n'étions pas les premiers mais les deuxièmes. Nous suivions les percées scientifiques qui avaient été réalisées en France mais aussi au Japon et en Inde sur la culture *in vitro* d'anthères et la production de plantes haploïdes de tabac, de riz et de datura respectivement. C'était aussi les premières cultures de protoplastes réussies par Jean-Pierre Nitsch à Gif-sur-Yvette. Des équipes ayant des objectifs analogues, mais sans l'environnement amélioration des plantes, se constituaient aussi en Allemagne, en Belgique et en Angleterre. Il nous fallait étendre ces procédés de régénération et d'obtention d'haploïdes à d'autres espèces végétales, qui furent dans un premier temps la luzerne, l'asperge, le pétunia. Vis-à-vis de l'Inra et du département de Génétique et amélioration des plantes, nous étions considérés comme des farfelus, cette façon de voir l'amélioration des plantes en travaillant hors des modes de reproduction sexuée (on parlait de parasexualité) n'était pas très orthodoxe. De plus rien n'indiquait que ces méthodes seraient réellement utiles. Un scepticisme assez général conforté par un conservatisme soutenu par les réussites indéniables des méthodes conventionnelles au cours des années précédentes.

## COMMENT ÉTIEZ-VOUS SITUÉS PAR RAPPORT À CEUX QUI FAISAIENT DE LA CULTURE *IN VITRO* À L'INRA, COMME À DIJON ?

À l'Inra de Dijon, l'équipe de Claude Martin poursuivait des travaux de multiplication végétative *in vitro*.

L'équipe de référence Inra sur la culture de cellules était celle de G. Morel à Versailles. Avec Dijon nous étions surtout en contact avec le laboratoire de mutagenèse de Paul Dommergues (Alain Deshayes, Hubert Dulieu, André Cornu) où l'on traitait de sujets assez éloignés de l'amélioration des plantes sur des espèces modèles, tabac et pétunia : instabilité génétique somatique, voies de biosynthèse des anthocyanes, carte génétique et recombinaison méiotique. Y. Demarly et les collègues de la station de Versailles avaient une longue histoire d'amélioration concrète de certaines espèces, céréalières, fourragères et légumières. D'ailleurs, à l'Inra, la plupart des espèces ont commencé à être améliorées à Versailles pour ensuite essaimer dans en province, les céréales à Clermont Ferrand, les potagères à Montfavet, les fourragères à Lusignan, le colza à Rennes.

#### S'AGISSAIT-IL DE RECHERCHER LA FONCTION DES GÈNES POUR AMÉLIORER LES PLANTES ?

On peut dire qu'à l'époque on était encore loin des gènes et de l'idée de pouvoir les cloner, les séquencer, les transférer. Tout cela était complètement du domaine du rêve. L'idée était plutôt de fournir d'autres procédés pour l'amélioration des plantes. Par exemple les cultures de cellules *in vitro* pourraient permettre d'obtenir des plantes haploïdes, c'est à dire des plantes issues d'un gamète mâle ou femelle sans fécondation. On pourrait également sélectionner à partir de cellules cultivées *in vitro* des plantes pour une caractéristique donnée. Cette sélection serait beaucoup plus facile à réaliser – sur le papier du moins – car on peut cultiver des millions d'individus dans des boîtes de Pétri, alors qu'en serre ou en champ, on ne peut en suivre que quelques milliers au maximum. On avait donc un potentiel de sélection plus important pour obtenir des mutations inaccessibles ou des structures génétiques nouvelles.

#### QUELLES ÉTAIENT VOS CONDITIONS DE TRAVAIL À VERSAILLES ?

Quand je suis arrivé, le chef du département de Génétique et amélioration des

plantes, Robert Mayer, qui recevait les jeunes ACS dans son bureau, m'a dit en substance : « ce n'est pas sérieux, vous n'allez quand même pas travailler avec Demarly ! Je vous propose de travailler sur la sélection du pois ». J'ai répondu : « je ne suis pas venu pour ça, je continue avec Demarly ». Et j'ai ajouté : « il faut préparer l'avenir, je crois que dans quelques années, avec le développement de la biologie les méthodes d'amélioration des plantes seront différentes ».

Nous avons eu, dès le départ des difficultés matérielles. Nous disposions du minimum pour travailler dans un espace de quelques mètres carrés, et il fallait tout faire. À l'époque, les récipients de culture étaient en verre, il fallait faire la vaisselle, et la stériliser. Il fallait fabriquer les milieux, l'eau distillée... Nous n'avions pas d'autoclave. Heureusement, le laboratoire du pois de Roger Cousin travaillait sur les conserves de petits pois et il possédait un autoclave dont nous pouvions nous servir aux heures où il n'en avait plus besoin. Non seulement nous avions des difficultés matérielles au niveau du travail de laboratoire mais aussi des difficultés pour élever des plantes. Comme aucune autre équipe ne voulait nous céder la moindre place dans les serres, nous avons récupéré une serre désaffectée. Non seulement il y avait de l'herbe partout, mais les vitres du toit par endroits étaient cassées, à tel point que mon collègue, André Bervillé, venu rejoindre l'équipe un an après moi, a reçu un jour une vitre qui s'est détachée et lui a ouvert le bras. Il a été conduit à l'hôpital de Versailles en urgence. Les deux ou trois premières années à Versailles se sont déroulées dans des conditions de travail très précaires, de sorte qu'il était essentiellement manuel.

#### QUELS ÉTAIENT À L'ÉPOQUE VOS CONTACTS AVEC JEAN-PIERRE BOURGIN ?

Je ne connaissais rien en culture *in vitro*, je n'avais rien appris à ce sujet au cours de mes études. C'est ma future femme qui m'a appris un peu. Pour ce qui était du sujet que Demarly m'avait confié, produire des haploïdes de luzerne, je suis allé discuter avec Jean-Pierre

Bourgin, le premier en France à avoir obtenu des plantes haploïdes de tabac, au cours de sa troisième année d'Agro, au CNRS à Gif-sur-Yvette chez Jean-Paul Nitsch. Il avait obtenu ces haploïdes en mettant en culture des anthères en cours de développement. Il m'a dit comment il s'y prenait, quels facteurs lui paraissaient importants, comme le stade de développement des microspores, mais il ne savait pas pourquoi cela marchait. J'ai fait six mois d'essais sur la luzerne, et aussi sur le trèfle, sans rien obtenir. D'ailleurs, en 2017, on n'a toujours rien obtenu avec la luzerne par ce type de méthode ! Manifestement, cela ne marche pas avec cette plante.

#### EST-CE PARCE QUE C'EST UNE LÉGUMINEUSE ?

On ne sait pas pourquoi cela fonctionne avec certaines espèces et pas avec d'autres. Les légumineuses sont effectivement récalcitrantes. C'était et c'est encore de l'empirisme. Je me suis dit : on ne connaît pas assez bien le phénomène pour l'appliquer à la luzerne, essayons de comprendre ce qu'il se passe chez le tabac. Je me suis mis à travailler sur le tabac. L'idée était d'essayer d'obtenir le développement d'une microspore isolée sans avoir le concours des tissus de l'anthère. Les cultures d'anthères de tabac produisaient des embryons haploïdes mais les microspores isolées des tissus de l'anthère ne produisaient rien. J'ai travaillé sur cette question jusqu'en 1974. Entre temps, après les promesses avortées de l'Inra de construire un laboratoire à Versailles (le projet fut définitivement abandonné à la suite de la dévaluation de franc et du gel de certains crédits inscrits au budget de l'Etat pour l'exercice 1969), et après qu'Y. Demarly ait obtenu un poste à l'université d'Orsay, le choix qu'il nous posa fut le suivant : « soit vous restez à Versailles et vous vous débrouillez, soit vous venez à Orsay avec moi ». Donc, en 1972-1973, après y avoir contribué à la construction d'une serre de 1300 m<sup>2</sup>, avec la promesse de disposer d'un laboratoire et de moyens de travail corrects, nous sommes allés à Orsay : moi-même, André Bervillé, Christian Raquin (assistant CNRS qui avait rejoint l'équipe sur le sujet des

haploïdes de pétunia) et Madina Ilami (depuis Mme Ferault) qui avait rejoint l'équipe en tant que technicienne.

### EN 1973, VOUS ÊTES PARTI À L'UNIVERSITÉ D'ORSAY, QUEL ÉTAIT VOTRE STATUT ?

Nous gardions notre statut Inra, mais aucun crédit de recherche ne nous était alloué. Nous sommes partis pour Orsay où le comité d'accueil, constitué des assistants universitaires inscrits au Parti communiste français, a demandé la réunion d'une assemblée générale du laboratoire pour protester contre l'arrivée de personnels de l'Inra, forcément à la solde du « grand capital » et demander leur retour à Versailles ! Y. Demarly a tenu bon. En conséquence un problème récurrent d'opposition entre des équipes, et entre des chercheurs s'est cristallisé par la suite au sein de ce laboratoire. C'était une position de principe. C'est l'étiquette Inra qui posait problème. Pourtant, l'Inra était un établissement public, même avant de devenir un EPST (Etablissement public à caractère scientifique et technique) en 1984. Les chercheurs étaient fonctionnaires, contrairement au CNRS où ils étaient tous contractuels. A. Bervillé et moi-même avons résisté autant que possible, mais nous avons finalement dû partir six ou sept ans après.

### COMBIEN DE TEMPS CETTE PÉRIODE À L'UNIVERSITÉ A-T-ELLE DURÉ ? ET QUELS ONT ÉTÉ VOS TRAVAUX ?

La période Orsay a duré pour ce qui me concerne de 1973 à 1981. Au cours de ces années, j'ai poursuivi mon travail sur les haploïdes, modélisé leur intégration en sélection, et passé ma thèse d'Etat sur ce sujet en 1979. Entre-temps, à partir de 1974, j'ai entrepris un autre sujet de recherche : comment aborder la question de la stérilité mâle cytoplasmique sous l'angle de la biologie cellulaire ? Les premières méthodes de fusion de protoplastes venaient d'être publiées. A. Bervillé qui travaillait sur les aspects physiologiques de ce phénomène chez le maïs avait ramené des graines de tabac d'une mission en Bulgarie : des plantes mâle-stériles issues d'un croisement interspécifique entre *N. tabacum* (originaire d'Amérique du sud) et *N. debneyi* (originaire d'Australie). L'idée fut alors de réaliser des fusions cellulaires entre mâle-stérile et mâle-fertile pour suivre dans la descendance de ces cellules et les plantes obtenues, le devenir des organites cytoplasmiques, plastes et mitochondries : ségrégation ? recombinaisons à l'instar de la levure ou de *Chlamydomonas* ? Quel est l'organite responsable de la stérilité mâle ? J'ai proposé à Geneviève Belliard (assistante à l'Université d'Orsay dans l'équipe Demarly) de se joindre à moi sur ce sujet, qui pouvait constituer

son sujet de thèse. Y. Demarly nous déconseilla d'entreprendre ce travail. Nous avons profité de la liberté qu'il nous laissait pour ne pas suivre son conseil. Ce travail a produit les résultats fondateurs des travaux ultérieurs que j'ai réalisés sur les Brassicacées : la possibilité d'échanger des génomes chloroplastiques et de recombiner des génomes mitochondriaux, et la preuve formelle de l'implication des mitochondries dans le phénomène de stérilité mâle cytoplasmique.

### COMMENT AVEZ-VOUS NÉGOCIÉ VOTRE RETOUR À L'INRA VERSAILLES ?

Avant 1981, j'avais essayé, via le chef de département Max Rives, de quitter Orsay. Il m'avait laissé patienter pendant plus d'un an, car il souhaitait prendre la direction de la nouvelle unité qui allait se créer à la ferme de Moulon, regroupant Inra, Université et CNRS. Il m'avait dit : « si j'obtiens le » Moulon il faudrait que tu viennes avec moi ».

L'affaire s'est dénouée quand je suis allé voir Jean Marrou, directeur scientifique des productions végétales, avec qui j'ai discuté franchement pour rejoindre Versailles. Il m'a demandé si j'étais sûr de ne pas faire une bêtise, et à l'écoute de ma détermination il a fait en sorte que je puisse quitter Orsay pour Versailles, avec Madina Ferault. Ensuite, se posait la question de



© Inra / Collection Chupeau.

En 1986, à l'institut du tabac de Bergerac, Georges Pelletier avec à sa gauche Christian Meyer (doctorant de Pierre Rouzé sur l'étude de la nitrate réductase) et Yves Chupeau, lors de l'une des réunions sur des recherches communes.

l'installation soit en Amélioration des plantes, soit chez Jean-Pierre Bourgin dans le Laboratoire de biologie cellulaire (LBC). À l'évidence, il n'y avait rien en Amélioration des plantes pour m'accueillir : Claire Doré y avait un petit laboratoire, qu'elle occupait entièrement, sans possibilité d'expansion, et les orientations n'étaient pas tout à fait les mêmes. Je n'allais pas accepter, comme en 1967, une affectation dans un laboratoire à construire et sans moyens.

Donc j'ai opté pour le laboratoire de Jean-Pierre Bourgin. Ce laboratoire avait été dirigé par Georges Morel, jusqu'à sa mort en 1973. Yves Chupeau, avec une promotion d'écart à l'Agro, était arrivé un an après Jean-Pierre dans le laboratoire de Georges Morel. Au décès de celui-ci, les jeunes chercheurs de son labo, qui étaient débutants comme moi, se sont retrouvés sans patron. Ils ont eu des pseudos patrons puis la situation s'est décaillée avec la venue en renfort de plusieurs scientifiques de la même génération : Michel Caboche quittant l'Inra Toulouse, Pierre Rouzé quittant l'Inra Grignon, Alain Deshayes quittant l'Inra Dijon, et moi-même quittant Orsay.

J.P. Bourgin et son équipe avaient des installations correctes et des sujets de recherche qui s'intégraient dans les orientations scientifiques du département de Physiologie végétale. Pour ma part je dépendais du Département de génétique et amélioration des plantes

(comme A. Deshayes) et il a fallu que l'Inra admette cette mixité. Quand je suis arrivé dans le laboratoire de Jean-Pierre Bourgin, il n'y avait pas de place pour m'installer. Je disposais des services de la laverie, des salles de culture et des serres. Je pouvais préparer les milieux de culture dans la pièce occupée par J.P. Bourgin et Y. Chupeau. On a alors dégagé le palier du 1<sup>er</sup> étage et j'ai pu y installer une hotte à flux laminaire, un microscope, un frigo, des placards pour mettre de la verrerie. Mon laboratoire était le palier du 1<sup>er</sup> étage ! On attendait que les anciens, qui avaient des laboratoires au même étage, partent à la retraite, comme J. Margara, ou migrent pour Orsay comme J. Tempé, ce qui fut fait en 1983. Donc je suis resté deux ans sur le palier avec Madina Ferault. C'est là qu'on a fait les meilleures manips !

Concernant les orientations, malgré nos différences d'appartenance nous étions assez homogènes dans nos conceptions. Le Laboratoire de biologie cellulaire s'est développé grâce à plusieurs recrutements, de plus jeunes quittant d'autres unités de l'Inra et à des chercheurs étrangers venus en stage, jusqu'à devenir la grosse unité qui est à l'origine de ce qu'on appelle maintenant l'IJPB - Institut Jean-Pierre Bourgin – qui rassemble l'ensemble des laboratoires de Versailles qui travaillent sur les plantes.

### COMMENT AVEZ-VOUS APPRÉCIÉ JEAN-PIERRE BOURGIN EN TANT QUE COLLÈGUE ?

J'avais côtoyé Jean-Pierre Bourgin en classe prépa au lycée Saint-Louis. Nous avons fait l'Agro ensemble, dans la même promotion. À l'Agro, on déjeunait souvent ensemble à la cantine de l'Ecole de physique et chimie, rue Vauquelin. Donc on se connaissait bien, on discutait beaucoup. C'était un copain. Cela a été relativement facile, à la fois pour avoir des contacts dans la première période où j'étais à Versailles et ensuite quand j'ai demandé à réintégrer son laboratoire. Il était alors directeur du laboratoire qui prenait de l'ampleur avec les nouveaux arrivants et de nombreux recrutements. La direction de l'Inra ne supportait pas l'idée qu'un chercheur de moins de quarante ans puisse être directeur d'un tel laboratoire et craignait des querelles entre jeunes chercheurs (« jeunes loups » !), ce qui n'a jamais été le cas. L'Inra a donc cherché à faire venir de l'étranger des scientifiques confirmés. Ainsi Dick Flavell, un des « pontes » de la biologie moléculaire végétale dans le monde, a été sollicité. Il est venu de Cambridge (Angleterre) et nous a dit de continuer comme ça, que c'était très bien, et il est reparti !

### JEAN-PIERRE BOURGIN AVAIT-IL UN RÔLE D'ANIMATEUR ?

Jean-Pierre Bourgin était quelqu'un d'hyper actif. C'est probablement ce qui l'a emporté à cinquante ans. Conscientieux, il était aux petits soins pour toutes les équipes. Il vérifiait que tout allait bien, il gérait les débuts de crise d'ego. Il avait un don de manager extraordinaire. Il était taillé pour cela. Et il avait aussi le souci de s'intéresser, au-delà de la science, à des questions plus politiques, plus générales. On a retrouvé des lettres qu'il avait envoyées à Nicolas Sarkozy quand celui-ci était maire de Neuilly, et je le vois encore discuter avec François Fillon, alors ministre de l'Éducation nationale, lors de l'inauguration de l'IBP (Institut de biologie des plantes) à Orsay en 1993. Il était un peu visionnaire sur les usages de la science. Je ne pense pas qu'il ait eu beaucoup d'ambition scientifique au sens strict. L'organisation de la



Georges Pelletier entre David Tépfer (à sa droite) et Jean-Claude Pernollet, dans les années 1980, dans l'amphithéâtre du centre Inra de Versailles à l'occasion d'une journée consacrée à la présentation des travaux scientifiques des laboratoires de recherches du centre.



recherche et la gestion des collectifs l'intéressaient plus. Il était attaché à la discussion, au dialogue. Il discutait tout le temps. Il recueillait des articles, scientifiques ou non, qui pouvaient nous intéresser, et nous les apportait.

Donc je suis resté de 1981 à 1991, dix ans, dans le Laboratoire de biologie cellulaire de Versailles, sous la direction de Jean-Pierre Bourgin. C'est dans cette période que j'ai été promu directeur de recherches.

#### QUAND ET COMMENT ÊTES-VOUS DEVENU DIRECTEUR DE LA STATION DE GÉNÉTIQUE ET D'AMÉLIORATION DES PLANTES DE VERSAILLES ?

En 1990, c'est le directeur scientifique des productions végétales, Alain Coleno, qui m'a demandé de prendre la direction de la station de génétique et d'amélioration des plantes. Nombre de chercheurs étaient sur le départ sans successeurs et leurs programmes de recherche ne seraient pas poursuivis. Cette station était en train de s'éteindre. On m'a demandé d'en prendre la direction en essayant d'y apporter du sang nouveau, qui pouvait être la petite équipe qui m'entourait alors en Biologie cellulaire. J'ai pris mes fonctions de Directeur en 1991.

A nouveau des problèmes matériels nous ont occupés pendant près de trois ans. Le bâtiment de cette station de génétique de Versailles était dans un état de délabrement très avancé. Avec le type de travail que nécessite la biologie cellulaire, il était nécessaire de faire de gros travaux : une remise à neuf s'imposait. Une visite de la Station dans son état de délabrement par Hervé Bichat, nommé directeur général de l'Inra, fut déterminante pour obtenir l'essentiel des crédits nécessaires. Après deux ans de travaux, pendant lesquels les équipes ont été dispersées dans différents bâtiments plus ou moins inoccupés du Centre de Versailles nous avons intégré ces locaux après l'été 1993. Ce fut donc une période assez chaotique. La petite équipe que j'avais en biologie cellulaire est restée sur place et a pu continuer à travailler sérieusement. J'ai eu le soutien de Philippe Guerche, alors jeune chargé de recherche de cette équipe qui a accepté

Hervé Bichat, directeur général de l'Inra, Jean-Loup Salzmann, conseiller de Hubert Curien (Ministre de la recherche et de la technologie), Alain Coleno, directeur scientifique des productions végétales, et Franz Rappilly, président du centre Inra, en visite à Versailles à l'Inra de Versailles en novembre 1990. À l'occasion de cette visite est décidé le déblocage des crédits permettant la rénovation, en fait la reconstruction, de la Station de génétique et d'amélioration des plantes, achevée en 1993. Son état actuel en est le résultat.



© Inra / Jean Weber.

la charge de directeur adjoint et qui a pris la responsabilité des aspects techniques de l'aménagement et de l'équipement de la nouvelle Station. Les équipes de recherche ou administratives de l'ancienne Station ont fait ce qu'elles ont pu dans les locaux qui leur étaient provisoirement affectés, pas toujours bien adaptés à leurs activités. Encore une fois, il fallait se heurter à des problèmes matériels !

#### LES PERSONNES DONT VOUS AVIEZ ALORS LA CHARGE ONT-T-ELLES EU CETTE MOBILITÉ INTELLECTUELLE POUR S'INTÉRESSER À VOS TRAVAUX ? ÉTAIENT-ELLES PARTIES PRENANTES ?

Ceux qui étaient avec moi dans le Laboratoire de biologie cellulaire y seraient bien restés car ils n'avaient rien demandé. Mais après la reconstruction, on leur a offert ici un espace et des moyens : chacun avait son laboratoire, c'était donc un aspect très positif. Ce n'est pas parce qu'ils déménageaient de cent mètres que les choses allaient changer dans les relations intellectuelles avec les équipes de biologie cellulaire. En revanche, le personnel de la Station de génétique a vu au départ, d'un très mauvais œil cette opération, d'autant que la direction de l'Inra y voyait de son côté une opportunité pour fermer des serres dont, à ses yeux, n'avaient pas besoin les biologistes moléculaires et cellulaires et ainsi économiser des millions de francs de fluides : Maurice Derieux, chef du département de

Génétique et amélioration des plantes m'a demandé de fermer des serres.

Il y avait l'aspect intellectuel : la plupart des chercheurs de la Station ne voulaient pas « changer de métier ». Il y avait aussi un gros problème de gestion du personnel : quand je suis arrivé, il y avait en tout plus d'une centaine de personnes, dont une douzaine de scientifiques. Donc de grosses équipes techniques qui s'occupaient essentiellement d'essais en champ et de plantes en serre, et le rapport techniciens par scientifique était particulièrement élevé. Mais il fut très difficile de convaincre les personnes de terrain de travailler dans les laboratoires. Donc j'ai fait appel au volontariat. Certains avaient envie et ce sont ceux-là qui, finalement, sont restés. Peu après notre installation dans la Station de génétique rénovée, le gouvernement Balladur lançait une délocalisation de la fonction publique. L'Inra y a répondu avec le transfert du Geves (Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences) qui est parti à Angers, et une partie du personnel technique de la station de génétique est partie à Rennes et à Clermont-Ferrand. Dans le même temps, nous avons accueilli plusieurs agents du Geves qui restaient en région parisienne pour des raisons personnelles, ce qui a été décisif pour assurer le programme de production de la collection de mutants d'insertion ADN-T de Versailles de 1993 à 2005 sur lequel nous reviendrons plus loin.



**DE 1991 À 1996, C'EST AUSSI LA FIN DE LA VAGUE D'INVESTISSEMENTS SUR LES BIOTECHNOLOGIES LANCÉE PAR GUY PAILLOTIN, AVEC ENTRE AUTRES JOUY 2000.**

A ce sujet, comme l'expliquait Raymond Février au ministre qui ne pouvait qu'être d'accord (propos que m'avait rapporté Hubert Bannerot chercheur de l'amélioration des plantes) : « Vous comprenez, il faut quand même beaucoup plus d'argent pour un bœuf que pour un grain de blé ! » Le secteur animal a eu beaucoup de moyens et c'est le cas encore maintenant. Le secteur végétal a toujours été un peu le parent pauvre, bien que la sélection des années 1950-1960 ait fait la réputation de l'Inra et apporté de substantiels moyens financiers.

**AVIEZ-VOUS CONNAISSANCE DU FONCTIONNEMENT DES SEMENCIERS, DE LEUR ATTENTE PAR RAPPORT AU PROGRÈS SCIENTIFIQUE ?**

Au début, travaillant sur le tabac à Orsay, très peu : des contacts avec la SEITA ! Ensuite, nous étions en contact avec les semenciers par l'intermédiaire des scientifiques du département, comme par exemple Hubert Bannerot qui, dans le secteur des légumes avait des liens très étroits avec les professionnels qui s'occupaient d'endives, de haricots, de choux... Nous participions aux réunions annuelles de l'Association des Sélectionneurs Français. Les programmes sur le colza et le chou, à partir de 1978, nous ont mis plus directement

en contact avec les semenciers. Jacques Morice et Michel Renard qui menaient, avec de grands succès, la sélection Inra du colza entre 1965 et 2000, nous ont introduits dans les réunions de travail avec les privés, fort peu nombreux au début, qui s'intéressaient à ces espèces. Nous considérons que notre travail avait pour finalité le progrès génétique, donc via la semence, au bénéfice de l'agriculteur.

**À L'INRA, DEPUIS 1982, LE SECTEUR DE LA VALORISATION S'ÉTAIT MIS EN PLACE AVEC LA DRIV (DIRECTION RÉGIONALE DE L'INNOVATION ET DE LA VALORISATION) ET AGRI-OBTENTIONS. AGRI-OBTENTIONS A INSCRIT SURTOUT DANS LE CATALOGUE DE NOMBREUSES VARIÉTÉS OBTENUES. CES ÉLÉMENTS POUVAIENT VOUS POUSSER À DÉCOUVRIR CES SECTEURS-LÀ ?**

Agri-Obtentions a commencé vraiment son activité dans la période 1980-1985. On a trouvé assez curieux que ce service soit créé au moment où les chercheurs du département d'Amélioration des plantes cessaient progressivement, à partir de 1985, de produire des variétés pour se consacrer à des recherches plus fondamentales. Les obtentions fruitières, ornementales et de vigne se sont poursuivies plus longtemps. Nos contacts étroits avec les chercheurs de Rennes et les programmes de recherche public-privé auxquels nous avons participé dans les années 1980 et 1990, nous faisaient voir la réalité de la production et concrètement les bénéfices

que pouvaient en tirer les agriculteurs : les producteurs de chou-fleur se félicitent de pouvoir disposer de variétés hybrides F1 ! Nous n'étions pas non plus inféodés à l'industrie semencière.

**AVIEZ-VOUS LE RÉFLEXE DE LA PROTECTION PAR UN BREVET ? ÉTAIT-CE DANS VOTRE CULTURE AU DÉPART ?**

Non, pas du tout. Ce n'était pas dans la culture des chercheurs du Département de génétique et amélioration des plantes. Les collègues échangeaient ce qu'ils obtenaient avec leurs collègues étrangers. Par exemple, dans les années 1970, H. Bannerot, qui avait engagé les premières expériences de transfert du cytoplasme du radis dans le chou, avait distribué les graines obtenues à ses nombreux collègues généticiens des Brassicacées dans le monde,

Au début des années 1980, l'Inra s'est soucié de la protection intellectuelle de ses travaux. Quand nous avons obtenu les premières plantes issues des fusions de protoplastes de colza en 1982-1983, la Driv nous a invités à déposer un brevet. Le cabinet de brevet Regimbeau, avec qui nous avons été mis en contact pour ce dépôt, ne comprenait pas grand-chose à ce que nous avons obtenu. Il avait l'habitude de la chimie, et les brevets en biologie étaient tout à fait nouveaux. Je crois que nous avons été très mal conseillés pour rédiger ces premiers brevets, qui ont été déposés en Europe et qui n'ont jamais passé le cap des Etats-Unis où ils furent

finalement rejetés, après plus de dix ans d'aller et retour.

Ces premières expériences ont été poursuivies et affinées de façon à pouvoir décrire – cela a été le travail de l'équipe à partir de 1987 –, du point de vue moléculaire, la constitution des génomes des organites cytoplasmiques des plantes obtenues par ces fusions de protoplastes. Cela nous a permis de déposer un brevet en 1990 en France qui était beaucoup plus solide dans la mesure où il contenait des descriptions moléculaires précises. Il s'agit du brevet « Ogu-Inra » qui décrit la constitution moléculaire des génomes cytoplasmiques et les caractéristiques morphologiques des plantes mâle-stériles utilisables en production de semences hybrides de chou et de colza. Ce brevet a été déposé aux États-Unis en 1991, il a fallu négocier pendant sept ou huit ans, jusqu'au jour où nos concurrents de Mitsubishi ont déposé un brevet équivalent (remake de nos expériences dix ans après) et obtenu très rapidement la protection aux États-Unis. Notre brevet nous a été accordé simultanément... Il y a eu des bagarres de brevets : Syngenta qui avait racheté une firme hollandaise qui détenait un brevet sur le chou (on pouvait émettre quelques doutes sur les revendications), a attaqué le brevet Inra : Inra-Transfert a négocié une rétribution de Syngenta, ce qui a calmé le jeu.

#### **PENSEZ-VOUS QU'À L'INRA, ON ÉTAIT PRÊT POUR FAIRE CE GENRE DE NÉGOCIATION ?**

Non, pas dans les années 1980. Cela est venu plus tard avec Inra Transfert. Plusieurs sociétés au Japon, au Canada, en Angleterre, aux États-Unis, travaillaient sur le même sujet. Heureusement nous avons eu plusieurs années d'avance ce qui a été important. Si nous n'avions pas réussi, d'autres l'auraient fait et nous serions dépendants. Il y a eu un cas particulier de contrefaçon. Une collègue de l'université de Cornell m'avait demandé nos protocoles pour la culture de protoplastes et la régénération de plantes de chou. Je les lui ai transmis, ce qui lui a permis de produire des plantes qui correspondent à la description qui est dans notre brevet et

de les distribuer en particulier en Chine. L'Inra n'a pas souhaité poursuivre en contrefaçon l'université de Cornell ! Mon impression sur le monde des brevets : c'est toute une alchimie juridique pas vraiment honnête !

#### **A PROPOS DE BREVET, LA MÉTHODE DE TRANSFORMATION D'ARABIDOPSIS DE VERSAILLES A-T-ELLE ÉTÉ BREVETÉE ?**

Non, car on peut protéger un produit (il est déposé et on peut le comparer à un autre pour savoir si oui ou non il y a contrefaçon), mais il est très difficile de breveter et de protéger une technique : c'est du domaine éventuellement du savoir-faire secret.

#### **VOUS AVEZ DÉVELOPPÉ LA COLLECTION DE TRANSFORMANTS D'ARABIDOPSIS À PARTIR DE 1992. C'EST UN DES GRANDS DÉVELOPPEMENTS DE LA STATION. COMMENT AVEZ-VOUS ÉTÉ AMENÉ À LANCER CETTE RESSOURCE GÉNÉTIQUE IMPORTANTE ?**

Quand j'étais sur le palier du laboratoire de Jean-Pierre Bourgin, j'avais eu la visite du chef de département d'amélioration des plantes, Jacques Huet. Lui suggérant que je pourrais travailler sur *Arabidopsis*, car à l'époque, de nombreux mutants avaient été obtenus par irradiation, par mutagènes chimiques chez cette espèce, il avait répondu par un éclat de rire. De notre côté en revanche, nous avions toujours la même idée : « avec une espèce modèle, on va pouvoir progresser ». C'était en 1982, et *Arabidopsis* n'était pas encore considéré par la communauté scientifique végétale comme l'espèce modèle. On était très influencé par la possibilité de réaliser des cultures *in vitro*, et l'espèce modèle était le tabac, avec qui on faisait ce qu'on voulait, ou une espèce voisine, le pétunia, qui d'ailleurs, dans certaines circonstances, peut se croiser avec le tabac. L'idée du modèle *Arabidopsis* a mûri dans les années 1987-1988 au niveau mondial. Assez vite, au laboratoire de biologie cellulaire, Michel Caboche a décidé de lancer des équipes sur *Arabidopsis*, avec les premières études de génomique : cartographie génétique, banques d'ADN, banques de séquences exprimées. Il y avait une publication

bizarre d'un chercheur américain, Kenneth A. Feldmann : il prétendait qu'après avoir trempé des graines d'*Arabidopsis* dans une suspension d'agrobactéries, il obtenait des plantes transformées dans la descendance de ces graines. Pas la plante elle-même, mais la descendance de la plante. Cela sentait un peu le soufre, parce que bien avant il y avait déjà eu de prétendues transformations de graines par un chercheur belge L. Ledoux. L'idée de la transformation des plantes s'était développée dès les années 1950, et au cours des années 1960 ce chercheur avait incubé des graines d'*Arabidopsis* dans de l'ADN de bactéries pour compléter des mutants d'*Arabidopsis thaliana* incapables de synthétiser la thiamine. Toutes ses expériences, dont certaines publiées dans la revue *Nature*, qui avaient fait grand bruit à l'époque, se sont révélées complètement fausses. Donc cette histoire des graines de K. A. Feldmann était un peu bizarre. Mais en fait il avait raison, car sa méthode lui avait permis de produire une petite collection de 18000 transformants d'*Arabidopsis*, inaccessible pour nous, mais étudiée par certaines équipes dignes de confiance. Ces lignées ont intégré un fragment d'ADN d'*Agrobacterium*, appelé T-DNA, à un site donné du génome. C'est une méthode pour obtenir des mutants, car le T-DNA en s'intégrant dans la séquence d'un gène l'empêche de s'exprimer. En observant les conséquences de cette mutation sur la plante, on peut avoir une idée sur la fonction du gène. Ce qui était curieux, c'est que les plantes transformées n'étaient pas homozygotes pour le transgène. Je l'ai interprété de la façon suivante : si elles sont hétérozygotes, c'est que le moment où se produit la transformation par l'*Agrobacterium* n'est pas au niveau de la graine, car on obtiendrait un secteur muté par le T-DNA, et à partir de ce secteur muté des gamètes mâles et des gamètes femelles transformés et conduisant par autofécondation à une plante homozygote. L'hypothèse était donc que la transformation se produisait tard dans le développement de la plante, sans doute au cours de la reproduction sexuée, et non au stade graine. Avec Christine Horlow, nous avons commencé par faire des cultures

Georges Pelletier en septembre 2001, avec Nicole Bechtold, ingénieur de recherches à l'Inra, qui a développé la méthode de transformation in planta d'*Arabidopsis Thaliana* et a produit la collection de mutants d'insertion de Versailles.



© Inra / Collection Georges Pelletier.

d'inflorescences d'*Arabidopsis*. Cela fonctionne : en plaçant une inflorescence d'*Arabidopsis* dont les fleurs sont fermées dans un tube à essai avec un milieu de culture pas très compliqué (surtout du sucre), elle se développe, produit des fruits (des siliques) contenant des graines viables. L'idée fut alors de mettre les Agrobactéries dans le milieu de culture donc près de leurs cellules cibles d'après notre hypothèse. Manque de chance, les bactéries prennent le dessus, et les inflorescences se nécrosent, d'autant qu'il faut environ trois semaines pour passer de l'inflorescence au fruit mûr. D'où le retour à des plantes entières et l'idée de faire pénétrer les Agrobactéries le plus tard possible dans les tissus de la plante par infiltration sous vide : on place les plantes entières en présence d'une solution d'agrobactéries dans une cloche à vide, on fait le vide, les bactéries pénètrent entre les cellules et on peut penser qu'elles finiront par gagner les fleurs. Avec Nicole Bechtold, jeune ingénieure nouvellement arrivée dans l'équipe nous avons commencé avec des plantes, avant le stade floral, et cela a fonctionné. Nous obtenions beaucoup plus de transformants que K.A. Feldmann n'en obtenait avec ses graines. Cela confirmait le fait que, plus on le fait tard, mieux cela fonctionne.

N. Bechtold a dit : « je tente le coup : je prends des plantes adultes avec les premiers fruits, je les infiltre et je les remets en pot ». Et ses plantes ont résisté, à ma

grande surprise, à ce traitement de choc. Quelques moisissures se développent car on fait rentrer dans les tissus de la plante les Agrobactéries mais aussi du sucre et des éléments minéraux pour éviter l'éclatement des cellules sous l'effet du vide, cependant les plantes produisent des graines. C'était une grande joie : chaque plante ainsi traitée pouvait produire une centaine de transformants. On s'est dit : « c'est tellement facile d'obtenir ces transformants, nous pouvons nous lancer dans la production d'une collection que nous avons fixé à 50 000 transformants indépendants, soit en moyenne une insertion d'ADN tous les 1,5 kb, la taille moyenne d'un gène. Cela nous demandera deux ou trois ans ». Nous étions optimistes, car malgré le secours des techniciennes transfuges du Geves, cela nous a pris plus de dix ans pour produire mais aussi sélectionner les mutants. De

nombreuses équipes, françaises et étrangères ont recherché dans notre collection les mutants qui correspondaient à leur thématique de recherche. Évidemment il était très facile de reproduire notre affaire (d'ailleurs des collègues de Versailles ont pu réaliser avec nous ces expériences avant que la réglementation OGM nous l'interdise...) et de grosses équipes se sont lancées dans des collections beaucoup plus importantes en Allemagne et aux Etats-Unis. En 1997-1998, quelqu'un de plus malin s'est dit : « Cette histoire de vide pour l'infiltration n'est pas très commode : si on utilisait un mouillant ». Des mouillants sont utilisés pour faire rentrer les produits phytosanitaires dans les plantes. Or une bactérie n'est pas tellement plus grosse que les micelles colloïdes des produits de traitement qui ne sont pas hydrosolubles. C'est maintenant la méthode qui utilisée : on trempe les plantes en fleurs dans une solution qui contient du Sylwet L-77, pendant une ou deux minutes en même temps que les agrobactéries qui résistent bien au détergent. Nous avons produit 50 000 lignées transformées, et dans le monde, il y en a maintenant dix fois plus. Ce sont environ 25 000 à 30 000 gènes qui pourraient être caractérisés grâce à ces collections de transformants-mutants. Cependant il faut savoir qu'il y a beaucoup d'insertions dans des gènes qui ne donnent pas de phénotypes. On ne sait donc pas très bien à quoi ils servent. Il faudrait peut-être se mettre dans des conditions particulières pour voir quelque chose. Mais c'est sans fin...



Nicole Bechtold, en train de récolter des feuilles d'*Arabidopsis* en vue d'analyses.

© Inra / Jean Weber.

### CES COLLECTIONS DE TRANSFORMANTS SONT-ELLES MAINTENUES ?

Dans les années 1990 l'efficacité de l'équipe de Nicole Bechtold et le fait que finalement nous avons pu profiter des serres ont permis la construction de cette collection. En fait, ces serres ont été réaménagées car alors est arrivée la réglementation des OGM, tout à fait inutile à mon avis et il a fallu les mettre aux normes. Ce sont des techniciens très motivés de la Station qui ont réalisés eux-mêmes ces travaux : bâtis en ciment, installation de tablaris avec circuits pour récupérer et traiter les eaux usées pour 6 serres de 200 m<sup>2</sup>.

Nous avons ensuite lancé d'autres collections, par exemple les collections de ressources génétiques naturelles d'*Arabidopsis* et rassemblé plusieurs centaines de provenances géographiques dont certaines ont été récupérées au cours de missions en région méditerranéenne ou en Asie centrale. Mylène Durand Tardif et Olivier Loudet avec l'aide de Roger Voisin ont largement participé à ces développements au début des années 2000 et en ont bénéficié dans leurs recherches. Par exemple des croisements systématiques entre certaines d'entre-elles ont permis d'obtenir après plusieurs générations d'autofécondation ce qu'on appelle des « lignées recombinantes ». Cela a engendré beaucoup de

matériel végétal propice à plusieurs projets de recherche d'allèles particuliers dans cette espèce. Heureusement nous pouvons congeler les graines de ces collections, car nous n'avons pas les moyens de les renouveler. Les tests que nous avons faits montrent qu'elles restent viables : au bout de deux ou trois ans, aucune décroissance du pouvoir germinatif.

Peu à peu, les personnes qui avaient en charge ces collections sont parties à la retraite. Aujourd'hui, c'est Christine Camilleri, qui a également analysé des cas d'incompatibilités entre certains génotypes, prémices de phénomènes de spéciation, s'en occupe avec un technicien à mi-temps. On peut dire que c'est un minimum. Il n'y a plus du tout de renouvellement, juste des réponses aux demandes de graines, car ces collections sont distribuées dans le monde entier pour la recherche de gènes, et elles circulent librement entre les laboratoires et au-delà des frontières.

Il existe des secteurs où des grands coffres forts du vivant sont développés et maintenus, comme le Centre national de ressources génomiques végétales à Toulouse, pilotée par Hélène Bergès. Mais il s'agit de ressources moléculaires et non de matériel vivant comme ici.

### CONCERNANT LE PROGRAMME GÉNOPLANTE, QUELS ONT ÉTÉ SES IMPACTS AU NIVEAU DE LA SOCIÉTÉ ? COMMENT A ÉVOLUÉ CETTE STRUCTURE ?

Génoplante a eu des effets relativement immédiats sur l'évolution de la recherche en biologie végétale en France, que ce soit dans le secteur public ou dans le secteur privé. Ce programme a réuni une communauté scientifique de 500 à 600 personnes et un grand nombre de laboratoires, à un moment où émergeait un certain nombre de techniques ou de concepts, dont n'aurait pas bénéficié la recherche publique s'il n'y avait pas eu cet effort. Génoplante a été construit en partie en réaction aux difficultés rencontrées à la fin des années 1990, d'acceptation de l'application des biotechnologies végétales, alors qu'elles connaissaient un développement fulgurant dans d'autres pays, surtout aux États-Unis, et aujourd'hui en Chine. Au démarrage de Génoplante, les laboratoires de l'Inra, n'avaient pratiquement aucune expertise moléculaire sur le blé par exemple. À la fin de Génoplante, et grâce à des recrutements, le laboratoire Inra de Clermont-Ferrand est devenu un des leaders de la génomique du blé dans le monde. Ce programme Génoplante, qui a consisté à faire un grand nombre de



Franck Borotra (à droite), ministre de l'Industrie, de la Poste et des Télécommunications est reçu par Guy Paillotin, Président de l'Inra, et Georges Pelletier en juin 1996 lors des portes ouvertes du Centre de Versailles, à l'occasion des 50 ans de l'Inra.

Georges Pelletier en discussion avec Yvonne Cauderon (Directrice de recherche honoraire de l'Inra) lors des portes ouvertes du Centre de Versailles pour les 50 ans de l'Inra.



© Inra / Jean Weber.

sous-projets sur cette espèce, a pu mettre sur les rails ce qui se profile actuellement sur cette espèce, via un autre programme, issu des « investissements d'avenir », qui consiste à développer la sélection génomique. On utilise la connaissance du génome et l'énorme variabilité génétique et phénotypique dont on dispose chez cette espèce, de façon à faire reposer la construction des variétés sur certains marqueurs moléculaires de leurs génomes. Les produits de cette sélection génomique, c'est encore pour demain, mais peu à peu on accumule

des données pour préparer cette évolution. Ce coup de pouce a été réel et vraiment très spectaculaire pour le blé. D'autres espèces étaient déjà plus en avance : maïs, colza. Il y a eu aussi beaucoup d'efforts sur le pois.

Le programme Génoplante s'est focalisé essentiellement au début sur les espèces de grandes cultures. Nous avons essayé avec Dominique Job (coordinateur scientifique du programme), Dominique Laborde (secrétaire générale du GIS Génoplante recherche) et Pierre Malvoisin (Directeur de la SAS Génoplante-valor), de faire entrer dans le consortium les espèces fruitières, potagères et industrielles, et y compris la vigne, avec la difficulté qu'il n'y a pas forcément la masse critique dans les laboratoires pour traiter une espèce mineure. Le bilan scientifique a été certainement très positif, et si cela n'avait pas existé, nous serions hors course sur certaines espèces.

#### QUELLE A ÉTÉ VOTRE IMPLICATION PERSONNELLE DANS GÉNOPLANTE ?

On m'a demandé de gérer ce consortium à partir de 2002, comme Président du Directoire opérationnel, ce que j'ai accompli jusqu'en 2011. Les derniers programmes lancés se sont achevés. Le programme Génoplante a passé le relais au programme du GIS Biotechnologies

vertes qui s'appuie sur un partenariat plus élargi du côté des entreprises que le programme Génoplante, mais plutôt réduit du côté public. Le CNRS par exemple qui était un des piliers du programme Génoplante, est absent de ce GIS.

#### QUI FUT À L'INITIATIVE DE GÉNOPLANTE ?

Claude Allègre, alors ministre de la Recherche, Paul Vialle Directeur général de l'Inra, Alain Godard, d'Aventis CropScience, Pierre PAGESSE représentant Biogemma. Michel Caboche et Dominique Laborde ont mis en place les premiers appels d'offres qui ont débouché sur des projets de recherche à partir de 1999. Du côté du privé, l'entreprise majeure qui a sollicité les pouvoirs publics était Rhône-Poulenc, devenue Aventis CropScience, puis absorbé par Bayer. Les Partenaires publics étaient l'Inra, le CNRS, le CEA, le CIRAD et l'IRD.

#### GÉNOPLANTE ÉTAIT-IL CONÇU D'EMBLÉE DANS L'OPTIQUE DU TRANSFERT, AVEC GÉNOPLANTE-VALOR ?

Oui, le montage voulait valoriser en même temps les programmes de recherche sélectionnés chaque fois que possible sous forme de brevets. Une quarantaine de brevets ont été déposés pendant cette période. Mais ce n'est peut-être pas ainsi



Georges Pelletier accueille des visiteurs lors des portes ouvertes du Centre de Versailles pour les 50 ans de l'Inra.

© Inra / Jean Weber.

qu'il fallait raisonner. On ne fabrique pas des brevets comme on fabrique des objets en série. Cela dépend trop du type de projet, de l'état de la recherche dans le monde, de la découverte ou de la non découverte, de l'invention ou de la non invention. Donc les partenaires de Génoplante ont déposé des brevets qui ont rapporté très peu en comparaison de leur coût en termes de dépôt et de maintien. Il y a eu des innovations, mais elles étaient trop en amont pour au développement immédiat sous forme de produit végétal.

Certains brevets ont rapporté un peu - ils portaient sur des méthodes, des outils d'analyse ou des outils de sélection. Par exemple, des brevets ont été déposés sur « le Tilling » - c'est-à-dire la possibilité de détecter des mutations dans des populations issues de mutagenèse ou naturelles. Ils ont rapporté un peu d'argent parce qu'on vendait en même temps sous licence un produit : l'enzyme qui permettait d'obtenir le résultat. Des licences sur des brevets de méthodologie de la sélection ont pu être négociés avec des sociétés de semences, donc en amont par rapport à un produit final qui serait une variété commerciale.

#### DES VARIÉTÉS ONT-ELLES PU ÊTRE DÉVELOPPÉES À PARTIR DES RECHERCHES ?

Les acteurs publics n'avaient plus de programmes de création de variétés. Il est difficile de savoir la part jouée dans la sélection privée par les résultats de génomique. Il ne fait pas de doute qu'ils sont utilisés. Il est clair que maintenant les outils moléculaires qui ont été forgés dans Génoplante font partie de la routine de la sélection conventionnelle. Cette sélection donne certainement des variétés, mais il est difficile de mesurer la valeur ajoutée de l'innovation qui a été introduite dans cette création variétale par rapport à la création variétale qui était faite avant. Heureusement, car des concurrents ont mis en place les mêmes moyens, et ils utilisent aussi ces outils de sélection de façon routinière. Finalement, il s'agissait de se mettre au niveau, de rester au niveau et de rester dans la course.

Congrès de la Société Française de Physiologie végétale, à Toulouse en décembre 1997. Georges Pelletier avec assis à sa gauche Maryse Charbonnier, Marc Boutry, Ian Small, Catherine Small, et debout Françoise Budar et deux autres congressistes.



© Inra / Collection Georges Pelletier.

#### QU'EST DEvenu LE GIS BIOTECHNOLOGIES VERTES QUI A PRIS LE RELAIS DE GÉNOPLANTE ? LES BIOTECHNOLOGIES ONT-ELLES ENCORE LE « VENT EN POUPE » EN FRANCE ?

Le GIS Biotechnologies vertes a bénéficié essentiellement des projets d'investissements d'avenir sur un certain nombre d'espèces ou groupes d'espèces, céréales, oléagineux, protéagineux, betteraves. Il poursuit ces programmes qui se terminent en 2020. Ces financements paraissaient importants, mais sur une durée de presque dix ans, si on les rapporte à l'année, c'est moins que ce qui a été investi en génomique pendant la période Génoplante.

Pendant la période Génoplante, il a fallu en permanence agir auprès du Ministère de la Recherche pour obtenir des subventions pour les programmes. Le ministère de l'Agriculture a toujours rechigné et a fini par ne plus participer. Et la situation vis-à-vis du Ministère de la Recherche a changé à partir de la création de l'Agence nationale de la recherche (ANR). Ce fut alors l'ANR qui gèrait la sélection des projets et leur financement. Il serait bon qu'il y ait vraiment une continuité des programmes français. Concernant les nouvelles technologies, les technologies d'édition - de réécriture- du génome par exemple, l'Allemagne lance cette année, en 2017, un programme d'affinage de ces techniques à hauteur de cinquante millions d'euros dont le secteur végétal pourrait bénéficier. On en est loin en France, car au niveau politique, on se

demande s'il faut investir dans les biotechnologies végétales, et l'on est proche d'y renoncer. Le ministère de la Recherche allemand a choisi ce qu'il va financer : je doute que l'ANR lance un programme de même type l'année prochaine, nous serons donc en retard !

#### S'AGIT-IL D'UNE TENDANCE GÉNÉRALE POUR LA FRANCE ET MÊME LES AGENCES DE FINANCEMENT EUROPÉENNES ?

Mes jeunes collègues que je côtoie encore, ont de plus en plus de mal à obtenir des financements. Ils passent leur temps à écrire des projets de recherche. Pour l'IJPB, cette année, une quarantaine de projets de recherche ont été présentés, pour obtenir le financement de deux, trois ou quatre seulement, pour faire vivre une communauté de 350 ou 450 personnes. Cela ne fonctionne plus !

#### AVEC L'ARGUMENT AGROÉCOLOGIE, Y AURAIT-IL PLUS D'ÉLIGIBILITÉ DE CES DOSSIERS ?

Si on se mettait d'accord sur la définition de l'agroécologie, peut-être. Pour certains, l'agroécologie, c'est l'anti-biotechnologie.

Les critères de sélection qui guident la création de variétés adaptées au changement climatique, à la sécheresse, etc, ne sont pas nouveaux. Il y a vingt ans, on a déjà essayé de faire la même chose. Depuis le début des années 1990, le critère de sélection, c'est produire autant



© Inra / Collection Georges Pelletier.

(voire plus ?) avec moins. En fait, les critères de sélection évoluent peu. Les priorités évoluent : s'il arrive une maladie, elle deviendra prioritaire. On parle du réchauffement climatique. Mais ce sont toujours les mêmes histoires politiques, économiques, médiatiques qui aboutissent au refus d'accorder des outils pour atteindre ces objectifs par la voie biotechnologique ; c'est devenu une image de marque politique.

**QUE POURRAIT FAIRE L'INRA POUR ENCOURAGER CES TECHNIQUES, POUR ESSAYER D'INVERSER CES MOUVEMENTS ?**

L'Inra a eu tort de tergiverser depuis vingt ans, de ne pas avoir eu de position claire s'appuyant sur la science à propos des OGM et plus généralement des biotechnologies végétales. À force de ménager la chèvre et le chou, il est difficile maintenant à l'Inra de changer de discours. Une des grandes figures de l'Inra, André Cauderon, écrivait il y a plus de trente ans : « la recherche scientifique ne peut se plier à aucun interdit venant d'autorités ou de familles de pensée quelles qu'elles soient ». Or c'est bien l'idéologie qui conduit à un refus de principe du progrès des connaissances et de leurs applications. L'avenir ne se construit pas ainsi.

**L'INRA POURRAIT SE POSITIONNER COMME ORGANISME DE RECHERCHE PUBLIQUE AVEC LA FONCTION D'EXPERTISE PUBLIQUE, GARANT DES BONS USAGES DES OUTILS, ET UNE BONNE CONNAISSANCE DES ORGANISMES VIVANTS, MODIFIÉS OU PAS ?**

Oui, pourquoi pas, mais pour être expert il faut être du métier. C'est le problème de l'expertise en général qui est posé, qui ne touche pas seulement l'Inra et la biologie. Dans tous les domaines de faux experts savent acquérir et maintenir une position médiatique, se font écouter des politiques au même titre que les vrais. Récemment une résolution a été votée par l'Assemblée Nationale (la précédente, avant l'élection d'Emmanuel Macron), pour aller dans le sens du respect de la science et mettre en accord les actes politiques avec les vraies réponses et les faits scientifiques. Nous avons participé à des discussions avec des parlementaires à l'origine de cette initiative (un ancien président de l'Assemblée, des membres de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - OPECST). L'avenir nous dira si cela changera l'attitude des politiques avant tout à l'écoute de l'opinion publique et de ses convictions. Au sein de certains conseils scientifiques qui s'occupent de biotechnologies en France, des experts qui ont certaines opinions sont

considérés comme de bons experts, les autres nécessairement à la solde de lobbies comme si les premiers ne défendaient pas d'autres lobbies ! C'est un peu faussé et loin de l'expertise impartiale.

**QUE PENSEZ-VOUS DE CE RAISONNEMENT : ON VA UTILISER LES NOUVELLES BIOTECHNOLOGIES EN LABORATOIRE POUR IDENTIFIER LE GÈNE À CIBLER ET LES MUTATIONS À APPORTER À CE GÈNE POUR OBTENIR LE CARACTÈRE VOULU, PUIS ON CHERCHE DANS LES VARIANTES NATURELS CEUX QUI ONT NATURELLEMENT LE GÈNE SOUS CETTE FORME ?**

Ce raisonnement n'est rien d'autre qu'une forme de superstition. Quelle différence y-a-t-il entre ce qui est présent dans la nature et quelque chose d'identique que l'on fabriquerait ?

C'est faire une distinction artificielle entre ce qui est « naturel » et ce que l'on prétend être « artificiel ». Sur le plan pratique, ce n'est pas si simple non plus. Je veux bien qu'on trouve qu'en changeant tel acide aminé en laboratoire dans telle protéine on obtienne une fonction intéressante, mais le problème ensuite c'est de trouver cette mutation dans la variabilité naturelle. Par définition, si ce n'est pas déjà connu, c'est donc plutôt rare, voire très rare... peut-être même avec une probabilité si faible qu'elle dépasse nos possibilités de la détecter. Nous avons l'exemple de la résistance aux potyvirus chez le piment qui a été étudiée par des chercheurs de l'Inra (projet coordonné par l'équipe de Carole Caranta à Montfavet, aujourd'hui cheffe du département Biologie et amélioration des plantes) dans le cadre de Génoplante. Une double mutation qui confère la résistance, distingue ce gène *eIF4E* de sa version normale. Ces deux mutations ponctuelles sont séparées l'une de l'autre par un millier de paires de bases. On trouve dans d'autres espèces des mutations d'un seul site et jamais des deux. La probabilité de trouver ces deux mutations simultanément est quasi nulle. En revanche on peut reproduire cette double mutation à l'identique par une méthode de réécriture génomique. C'est artificiel mais le résultat est naturel. La



En mai 2005, au Beijing Agro-Biotechnology Research Center avec Cao Ming Qing. Collaboration avec la Station de génétique et amélioration des plantes de Versailles sur les questions de la génétique d'Arabidopsis et du stress hydrique.



© Inra / Collection Georges Pelletier.

frontière entre l'artificiel et le naturel est tout à fait artificielle ! Si on craint que la manipulation entraîne des effets collatéraux, on peut toujours séquencer le génome de la plante transformée. Mais il faut savoir que dès qu'il y a une descendance, il y a de nombreuses mutations spontanées ! Se soucie-t-on des effets collatéraux de la reproduction sur les génomes ? Dans l'espèce humaine, entre les deux parents et leur enfant, une cinquantaine de mutations se sont produites ! Entre le grain de blé parent et un grain de blé de la génération d'après, il y a 150 mutations. Donc il y a des mutations partout ! Heureusement d'ailleurs, parce que sinon nous ne serions pas là pour en parler. Il a fallu des mutations pour que nous soyons devenus autre chose que les molécules d'ARN d'origine !

### AUJOURD'HUI, EN 2017, QUELLE EST VOTRE VISION DE LA FORMATION À LA RECHERCHE ?

Le domaine de la recherche sur le végétal est en difficulté. Actuellement peu d'étudiants en master se retrouvent dans le domaine végétal. Dans les années 1980-1990, à Orsay, pour le DEA de biologie moléculaire végétale, plus d'une centaine de candidats tentaient leur chance, et l'on en sélectionnait une quinzaine ! Maintenant, il faudrait presque aller les chercher. Le mieux est de recruter les jeunes chercheurs à l'étranger. C'est une vision pessimiste mais aussi alarmiste : où va-t-on ? Il y a d'autres secteurs où on ne fait plus rien en France, et par exemple dans le domaine végétal les formations en

botanique disparaissent. Il reste des amateurs, alors que ce secteur, modernisé, est toujours largement présent en recherche dans d'autres pays comme par exemple les Etats Unis.

### COMMENT AVEZ-VOUS OBSERVÉ L'ÉVOLUTION DE L'ÉVALUATION DE LA RECHERCHE À TRAVERS LES ÉVALUATIONS PERSONNELLES, PLUS LA PRESSION À LA PUBLICATION ?

Quand j'ai commencé ma carrière, nous n'étions pas évalués. On rentrait à l'Inra pour réaliser un travail, une mission, sans avoir nécessairement de thèse. Passer une thèse était un peu un luxe ou une fantaisie. Ensuite, il y a eu des évaluations qui n'étaient pas faites par

des commissions comme aujourd'hui, mais simplement par les chefs de département. Il y avait moins de pression sur les publications. On publiait en français au début, ce n'était pas rédhibitoire car dans les années 1970 on était lu en français aux États-Unis par exemple et les chercheurs américains citaient nos articles. Cela a changé. Puis les CSS (Commissions scientifiques spécialisées) ont été chargées d'évaluer périodiquement les chercheurs. Elles se sont progressivement puis uniquement appuyées sur la réputation (le facteur d'impact) des journaux dans lesquels les chercheurs publient, sans entrer dans le détail et la réalité du travail effectué, la plupart de leurs membres se sentant incapables de porter un tel jugement. Ainsi, quand je suis passé directeur de recherche de 1<sup>ère</sup> classe, on m'a dit ensuite : « Tu as eu de la chance parce que ton dossier de publications n'est pas terrible ».

### AUJOURD'HUI, ÉVALUER LES CHERCHEURS À PARTIR DU FACTEUR D'IMPACT, EST-CE UN BON CRITÈRE SELON VOUS ?

C'est partout pareil, que ce soit en France ou ailleurs. C'est probablement justifié pour la recherche académique. Comme on est jugé par des personnes qui ne sont pas forcément du domaine pour estimer la valeur du travail, on



© Inra / Collection Georges Pelletier.

Georges Pelletier, en 2005 en mission de prospection en Chine dans la région d'Ürümqi, Xinjiang, à la recherche d'Arabidopsis dans des zones sèches.

s'appuie sur des critères considérés comme objectifs car applicables indistinctement. Dans le secteur privé on est plutôt dans une logique de recherche et développement à quatre, six, huit ans et les chercheurs seront jugés sur les résultats concrets.

**ON PARLE D'APPAUVRISSMENT, COMME LE DIT LE SOCIOLOGUE BRUNO LATOUR : « CE CAPITALISME SCIENTIFIQUE S'AUTONOURRIT ». S'IL Y A DES PUBLICATIONS, IL Y A DE LA NOTORIÉTÉ, IL Y A DONC DES APPELS À CRÉDITS AUXQUELS ON RÉPOND POSITIVEMENT.**

Oui, cela entraîne des effets de mode et des effets d'école. Ce n'est pas du copinage mais on a tendance à privilégier son sous-domaine par rapport aux autres. Il y a aussi un côté opportuniste. Actuellement certains projets ne sont pas financés parce que cela n'intéresse personne dans les commissions qui les sélectionnent.

**EN ARRIVANT À L'INRA, VOUS AVIEZ UN POSTE D'ACS MAIS IL Y AVAIT PEU DE MOYENS, IL N'Y AVAIT PAS TOUT LE MATÉRIEL. LA MÊME CHOSE DANS LE CONTEXTE D'AUJOURD'HUI SERAIT-ELLE RÉDHIBITOIRE ?**

Cela n'existe plus ! On ne peut pas travailler sans moyens. Il y a des garde-fous maintenant. On n'autoriserait personne à recruter quelqu'un sans avoir élaboré un programme de recherche consistant et l'avoir fait évaluer. Quand j'ai été recruté chez Demarly, le seul programme de recherche se résumait en quelques mots : obtenir des haploïdes de luzerne. De ce fait, je n'étais finalement pas dans le cercle scientifique. Cela a été chaotique mais avait l'avantage d'obliger à se débrouiller vraiment tout seul. À l'époque, après être entré à l'Inra, on ne risquait pas grand-chose. On y avait été admis par un bon dossier universitaire et on nous faisait confiance. Maintenant, à mon avis, c'est l'excès inverse. On donne en général moins de degré de liberté au jeune chercheur qui commence. Il est sur des rails et il faut qu'il avance sur ces rails. Ce n'est qu'au bout d'un certain temps, qu'il peut, par exemple, changer de sujet.

J'ai donc bénéficié d'une grande liberté de la part de l'Inra. C'était un peu poussé à l'extrême chez Demarly. Mes collègues, Jean-Pierre Bourgin et Yves Chupeau, étaient déjà dans une structure où on savait où on allait.

**AU COURS DE VOTRE CARRIÈRE, AVEZ-VOUS SENTI LES CHANGEMENTS DE DIRECTION DE L'INRA PAR RAPPORT AUX OGM ?**

Oui, quand il s'est agi de développer le Laboratoire de Biologie Cellulaire à Versailles au début des années 1980, c'est la direction de l'Inra et Jacques Poly qui ont apporté un soutien décisif, moyens matériels et recrutements, en faisant confiance aux équipes, alors que d'autres instances à l'Inra ou au CNRS avaient un avis négatif. Plusieurs projets de recherche portaient sur les méthodes de transgénèse sur des espèces modèles comme le tabac, mais aussi avec des perspectives d'application comme le colza, en particulier la qualité de l'huile et la résistance à certains herbicides. Puis dans les années 1990, il y a eu confrontation avec la direction de l'Inra au sujet des OGM. En 1997, j'ai été convoqué avec Michel Renard par Guy Paillotin qui nous a ordonné d'arrêter de transformer le colza. Ce que nous avons fait. Par ailleurs, les quelques essais qui avaient pu être implantés à Rennes qui portaient sur la qualité de la graine (huile et protéine) ont été vandalisés et d'autres essais où participaient des chercheurs Inra de Rennes, implantés dans l'Ariège, étaient détruits par José Bové en 2000.

Guy Paillotin était clairement contre les OGM, quitte à se mettre en contradiction avec la mission scientifique de l'Inra, alors que Guy Riba était plutôt pour le développement des biotechnologies végétales.

**QUAND IL EST ARRIVÉ DANS LES ANNÉES 1980, GUY PAILLOTIN AVAIT TOUT DE MÊME FINANCÉ LE PROGRAMME JOUY 2000.**

Oui, il avait changé entre la période où il fut directeur scientifique de l'Inra sous la Présidence de J. Poly, et après son passage au CEA, et le moment où il est revenu comme Président de l'Inra

à son tour. Quand il était directeur scientifique sous J. Poly (PDG) on discutait avec lui et il nous encourageait. C'était la période des années 1980.

**PENSEZ-VOUS QUE VOUS VOUS ÊTES RÉALISÉ DANS VOTRE TRAVAIL DE MANAGER ?**

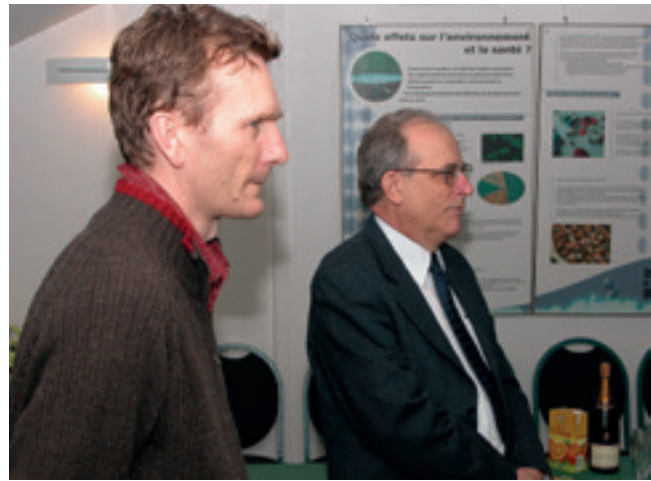
Oui, j'ai fait de mon mieux ! Mais pour moi la « cuisine administrative » était une véritable corvée. Je m'entendais bien avec les syndicats, en particulier la CGT. Les promotions du personnel n'étaient plus très satisfaisantes. Évidemment, avec de faibles moyens de promotion il devient particulièrement injuste que les personnes qui se donnent énormément de peine ne puissent pas progresser dans leur carrière. Quand dans un concours interne, il y a un poste pour 350 candidats, ce n'est plus possible, ce n'est pas de la promotion. J'ai donc eu à gérer l'insatisfaction de certaines personnes qui s'investissaient et qui n'étaient pas récompensées. Heureusement qu'elles étaient passionnées... Il y a aussi la satisfaction d'avoir lancé certains chercheurs sur certaines pistes qu'ils ont su rendre fructueuses grâce à leur intelligence. C'est le cas de Catherine Rameau qui en développant l'étude génétique de la morphologie de la plante de pois, découvrit, première mondiale, l'hormone de régulation de la ramification des plantes, ou de Mathilde Grelon et Raphaël Mercier qui partant de l'analyse de mutants de notre collection d'Arabidopsis, ont acquis au cours des vingt dernières années un leadership international sur la méiose.

**AVEZ-VOUS PARTICIPÉ À DES INSTANCES EXTÉRIEURES À L'INRA ?**

Oui, j'ai participé à des commissions de sélection de projets pour le Ministère de la Recherche, dans les années 1980 et 1990, puis indirectement, via Génoplante. J'ai également participé à des conseils scientifiques de laboratoires de biotechnologies végétales d'entreprises comme Sanofi ou Limagrain. Pendant sept ou huit ans, j'ai siégé à la CGB (Commission du génie biomoléculaire) qui a été remplacée en 2007 par le HCB (Haut conseil des



© Inra / Jean Weber



biotechnologies). La CGB avait mission de donner un avis sur des dossiers d'OGM pour des essais en milieu ouvert, la culture commerciale et l'importation. Ces dossiers étaient portés par des organismes publics ou privés, OGM végétaux ou non, et également de thérapie humaine impliquant des vecteurs transgéniques. L'avis portait sur les risques de dissémination dans l'environnement. C'était ensuite aux ministres en charge de l'Agriculture ou de l'Environnement d'autoriser ou non cette dissémination. L'expertise scientifique portait sur les dossiers (généralement gigantesques) de données expérimentales soumis par les demandeurs. D'ailleurs, je me demande encore pourquoi on a mis en place ce genre de commission « usine à gaz ». J'ai été le rapporteur pour la CGB du premier dossier qu'elle a eu à étudier en 1987. Il avait été soumis par les collègues de Limagrain (Biosem à l'époque). Il s'agissait de plants de tabac transformés avec un gène marqueur de la transformation, a priori sans effet sur la plante : il s'agissait de le confirmer. L'essai devait faire 15 m<sup>2</sup>, y compris les plantes de bordure. J'ai lu mon rapport que je ne renierais pas aujourd'hui : en substance : « où voyez-vous un problème ? ». Les membres de la CGB ont discuté, une personne a demandé quelle assurance avait-on que ces plantes ne modifient pas l'atmosphère au-dessus du champ. Naïveté ou volonté de blocage ? Avec le recul j'opérais bien pour la seconde hypothèse.

La France a été le premier pays avec les Etats-Unis à faire des essais d'OGM au champ. Il y en avait une centaine en 1994-1995. À partir de 1996, ils ont commencé à être vandalisés. Ils sont *de facto* impossibles aujourd'hui, les destructions se portant aussi sur les essais conventionnels, dans

l'indifférence générale quand ce n'est pas avec les encouragements de certains politiques et médias.

#### AUJOURD'HUI, QUEL EST L'OBJET DE VOS PRÉOCCUPATIONS QUAND VOUS VENEZ ICI, DANS CE LABORATOIRE ?

Ce sont des rédactions et préparation de réunions. Avec mon confrère Bernard Dujon (professeur à Paris Sorbonne Université et à l'Institut Pasteur), nous travaillons sur la rédaction d'un livre sur le foisonnement des recherches en génétique, à la suite d'un colloque que nous avons organisé à l'Académie des sciences en 2016. Il y a des préparations de réunions à l'Académie des sciences ou à l'Académie d'agriculture : sélection de dossiers d'élections, sélection de dossiers pour des prix... des textes sur certains sujets, participation à des groupes de travail ou de réflexion.

Je préside un « collège » de terminologie et néologie, petit groupe de personnes qui travaillent au sein de l'Académie des sciences sur la définition des termes de biologie dans le cadre d'un dispositif assez complexe impliquant le Ministère de la Culture et sa Délégation à la langue française et aux langues de France et l'Académie française. Cette dernière valide ce travail qui est publié au Journal officiel. Les définitions retenues sont accessibles sur le site <http://www.culture.fr/franceterme/>. Un livret de 630 termes de vient d'être publié.

#### S'AGIT-IL D'UNE REDÉFINITION DE TERMES OU DE NOUVEAUX TERMES ?

L'idée est essentiellement de définir les termes nouveaux. Par exemple, nous venons de proposer quelques termes

associés à « l'édition » de gènes (*editing* en anglais). Nous proposons le terme « réécriture » pour *editing*. Pour *gene drive* nous proposons « guidage génétique » et non « forçage génétique » le forçage s'appliquant plus au fait de faire pousser des salades sous cloche... Cela ne plaît pas à tout le monde.

Je préside le conseil scientifique de l'Association française des biotechnologies végétales (AFBV) - association dite loi 1901 - qui essaie de promouvoir ou rattraper les biotechnologies végétales en France, avec Alain Deshayes actuellement président. C'est une affaire qui a été lancée il y a sept ou huit ans. Peut-on défendre la science face aux oppositions idéologiques et aux manipulations de l'opinion particulièrement dans ce domaine ?

#### CONCERNANT LES BIOTECHNOLOGIES ET L'OPINION PUBLIQUE, LES COMMUNICATIONS NE SONT PAS DU MÊME ORDRE : LES ANTI-OGM ONT PRISE SUR L'OPINION PUBLIQUE, ILS COMMUNIQUENT DIRECTEMENT AVEC L'OPINION PUBLIQUE, ALORS QUE L'AFBV NE VA PAS VERS LE GRAND PUBLIC. LES PRO-OGM RESTENT UN PEU ENTRE SCIENTIFIQUES, TANDIS QUE LES ANTI-OGM COMMUNIQUENT DIRECTEMENT AVEC L'OPINION PUBLIQUE...

Les anti-OGM tiennent effectivement tous les médias. Mais l'AFBV essaie de toucher du monde, la feuille est diffusée à plus de 2000 exemplaires : aux députés et sénateurs, à des responsables d'organismes, de filières. Effectivement, ce n'est pas le grand public. Son site internet peut être consulté par le grand public qui veut s'informer sur les biotechnologies végétales.

À Versailles en janvier 2006, à l'occasion de la signature d'une convention entre l'Inra/ Institut Jean-Pierre Bourgin et le Beijing Agro-Biotechnology Research Center.

À gauche : Georges Pelletier et Claire Doré, Directrice de recherche Inra.

À droite : Georges Pelletier et David Bouchez, Directeur de l'Institut Jean-Pierre Bourgin.



© Inra / Bertrand Nicolas.

Cette opposition n'est pas nouvelle. Il faut déconnecter cette opposition générale à la science de la question des OGM. Les OGM l'ont cristallisée, focalisée, mais elle est plus ancienne encore. Je me rappelle de journalistes (première chaîne de télévision) venus tourner un documentaire à Versailles sur les biotechnologies végétales, au début des années 1980. Ils me disaient alors : « De toute façon, tout ce que vous faites ne sert plus à rien et c'est plutôt dangereux. Vous êtes responsables de la surproduction en Europe, vous feriez mieux d'arrêter vos recherches ». En 2002-2003, quand j'étais à Génoplante, interviewé pour le journal télévisé Soir 3 par un journaliste qui posait des questions particulièrement incompréhensibles, de façon à me déstabiliser, ce dernier me déclarait en partant : « Merci, mais vous savez je suis contre les OGM, je suis contre ce que vous faites ». Cette opposition n'est pas nouvelle.

**L'INRA RESTE DANS UN DISCOURS DE PRÉCISION SCIENTIFIQUE, DE NUANCE ET DE PRUDENCE. ALORS QUE LES POSITIONS EXTRÊMES DES ASSOCIATIONS OU DU GRAND PUBLIC SONT PLUS FACILES À COMPRENDRE ET À CAPTER PAR LES MÉDIAS...**

Le discours de l'Inra doit de toute façon être très caricatural pour pouvoir être compris. Il y a aussi la recherche de scoops de la part des médias, qui font plus d'audimat avec les événements dans la rue qu'avec un discours élaboré par une équipe de recherche.

**AVEZ-VOUS IDÉE DE CE QUE DEVRAIT ÊTRE L'AGRICULTURE DE DEMAIN EN FRANCE, VERS QUOI ELLE DEVRAIT ALLER ?**

Depuis vingt ans la mode est le retour aux « traditions ancestrales » et son corollaire, le rejet de l'innovation par les applications de la science. Ceci est particulièrement flagrant pour la génétique des plantes cultivées. Refuge face aux progrès rapides dans les autres domaines du quotidien ? J'ai peur que l'agriculture française se retrouve distancée par rapport à celle d'autres pays voisins ou non. D'ailleurs, si j'en crois certains chiffres, il vaut mieux être allemand que français dans ce domaine. Souhaitons-nous être un pays de tourisme gastronomique seulement ? Je ne crois pas que ce soit un bon plan.

Va t'on revivre au XXI<sup>e</sup> siècle ce que l'agriculture française a vécu au début du XX<sup>e</sup> : une pénurie et un retard permanent accumulé vis-à-vis des agricultures des pays voisins, que ce soit l'Angleterre, l'Allemagne ou même

l'Espagne ou qui ont progressé pendant cette période. L'agriculture française, à la veille de la Seconde Guerre mondiale était en comparaison archaïque. Ceci a été induit par des politiques qui flattaient les agriculteurs certes, mais qui entretenaient leur traditionalisme. Après la guerre, ce fut l'expansion à toute vitesse pour rattraper le retard.

**PENSEZ-VOUS QUE LA TRANSMISSION DE CES ÉLÉMENTS DE VOTRE CARRIÈRE PROFESSIONNELLE POURRA ÊTRE UTILE AUX AUTRES ?**

Les conditions de la recherche ne sont plus les mêmes aujourd'hui. De ce fait les générations à venir pourront trouver ce témoignage folklorique. S'il peut les alerter sur les pièges de l'idéologie, ce serait déjà beaucoup.

**C'EST UNE CARRIÈRE SANS REGRETS ?**

La vie est ce qu'elle est ! Je ne regrette pas mon orientation Agro. Ensuite j'ai pu bénéficier de situations qui ne sont plus envisageables aujourd'hui. C'est absolument clair. Je ne sais pas si chaque fois que j'ai changé de sujet de recherche j'ai pris le bon chemin et j'ai laissé tomber le mauvais, ou réciproquement. On ne peut pas savoir, on ne réécrit pas l'histoire. Je suis satisfait d'avoir quelques réussites concrètes car j'ai plutôt une mentalité d'ingénieur que de scientifique au sens purement académique du terme. Donc je n'aurais pas été satisfait sans voir des applications de mes travaux et de ceux de mes équipes.



Georges Pelletier, qui vient de recevoir des mains de François Goulard, Ministre délégué à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, les premiers « Lauriers d'excellence de la recherche agronomique », créés par l'Inra en 2006, prononce son allocution.

© Inra / Bertrand Nicolas.

## UN RÉSULTAT MAJEUR : L'ÉLUCIDATION DE LA STÉRILITÉ MÂLE CYTOPLASMIQUE

### OBTENIR DES HYBRIDES GRÂCE À LA STÉRILITÉ MÂLE CYTOPLASMIQUE

Au départ de ce travail se pose une question précise avec une visée opérationnelle pour la sélection des semences : comment produire facilement des semences hybrides entre deux lignées ? De tels hybrides, s'ils sont issus de croisements entre des lignées parentales assez éloignées génétiquement, permettent une amélioration notable de la productivité. Un procédé classique consiste à utiliser comme premier parent des plantes génétiquement « mâle stériles », dans lesquelles les étamines ne produisent pas de pollen viable, empêchant l'autofécondation. Ces individus mâles stériles, donc uniquement femelles mis en présence du parent pollinisateur, produisent les semences hybrides recherchées. De tels stérilités mâles apparaissent spontanément chez certaines espèces comme la betterave, la carotte, le maïs ou le radis par exemple. Elles peuvent provenir également de l'association après croisements du cytoplasme d'une espèce avec le génome nucléaire d'une autre, suffisamment apparentée pour que cette association soit réalisable à partir de croisements sexués. C'est par exemple le cas de la stérilité mâle utilisée pour produire les semences de tournesol. Le caractère de stérilité mâle est transmis lors de la fécondation par le cytoplasme du gamète femelle : on parle de stérilité mâle cytoplasmique.

### LE CARACTÈRE DE STÉRILITÉ MÂLE CYTOPLASMIQUE SE TROUVE DANS LES MITOCHONDRIES

Dans les années 1970, on ignorait le déterminant du caractère de stérilité mâle cytoplasmique ; il pouvait se trouver dans le génome des chloroplastes, dans le génome des mitochondries, ou être apporté par un virus, comme une maladie. Pour comprendre quel compartiment était responsable de ce caractère, nous avons eu l'idée avec Geneviève Belliard de réaliser une hybridation *in vitro* dans laquelle les deux partenaires apportent leur cytoplasme. C'est possible chez les plantes en fusionnant des protoplastes, cellules dont on a retiré la paroi. En fusionnant des protoplastes de tabac normal et des protoplastes de tabac mâle-stérile dont les pétales et les étamines sont particulièrement atrophiés, nous obtinrent après régénération des plantes dont les fleurs présentent des morphologies intermédiaires entre les parents. Ces morphologies sont indépendantes des génomes chloroplastiques mais en corrélation avec les génomes mitochondriaux qui résultent de recombinaisons génétiques entre les génomes parentaux. C'est donc dans le génome des mitochondries que se trouve le caractère de stérilité mâle cytoplasmique, résultat publié dans la revue *Nature* en 1979.

### DES COLZAS ET DES CHOUX MÂLE-STÉRILES

Je décidais alors de démontrer la généralité de ce phénomène en réalisant les mêmes expériences chez une autre espèce. Je choisis le colza, pour lequel les sélectionneurs manquaient de plantes mâle-stériles efficaces. Les plantes alors disponibles, des colzas ayant un cytoplasme de radis mâle-stérile (dit « Ogura »), étaient déficientes en chlorophylle car leurs chloroplastes se développent mal dès que la température baisse. De plus, elles ont des fleurs tellement atrophiées qu'elles ne produisent pas de nectar et n'attirent pas les pollinisateurs. En effet, le génome de colza ne fonctionne pas bien avec le cytoplasme du radis. Avec Madina Féral, nous avons réalisé des fusions de protoplastes entre un colza à cytoplasme de radis et un colza normal. Comme pour le tabac, nous avons obtenu des plantes à morphologies intermédiaires dont les fleurs sont nectarifères et qui de plus ont récupéré des chloroplastes fonctionnels de colza. Ces plantes et d'autres obtenus de la même façon en fusionnant des protoplastes de chou normal et de chou à cytoplasme de radis « Ogura », ont conduit, en collaboration avec l'équipe de M. Renard à Rennes et de Lionel Boulidard à Versailles, aux géniteurs de très nombreuses variétés, respectivement de colza et de chou, actuellement cultivées dans le monde.

### LE GÈNE DE STÉRILITÉ MÂLE IDENTIFIÉ

À partir de ces plantes, un autre pas décisif va être franchi. Leur génome mitochondrial est une combinaison des génomes mitochondriaux de colza et de radis. D'une part nous avons éliminé peu à peu la partie « radis », tout en conservant le caractère mâle-stérile, par des fusions répétées avec des protoplastes de colza fertile. Nous avons ainsi découvert une plante instable, dont certaines fleurs sont mâle-stériles et d'autres sur des rameaux différents sont mâle-fertiles. La comparaison des génomes mitochondriaux de plantes issues de ces deux rameaux, réalisée dans mon équipe par Françoise Budar et Sandrine Bonhomme, nous ont mis sur la piste d'un seul gène, inconnu jusqu'alors. Son rôle sera confirmé par sa stricte présence dans les génomes mitochondriaux des plantes mâle-stériles et absence dans les génomes mitochondriaux des plantes mâle-fertiles obtenues dans ces expériences aussi bien de chou que de colza. Le support moléculaire de la stérilité mâle cytoplasmique chez ces espèces était ainsi identifié en première mondiale. Les analyses moléculaires permirent aussi d'identifier les régions du génome de radis éliminées chez les plantes ayant retrouvé une production nectarifère, conduisant ainsi au dépôt d'un brevet international en 1991.



Pose dans les serres de l'Institut Jean-Pierre Bourgin à Versailles, à l'occasion d'un tournage concernant la collection Arabidopsis.