

Joseph Bové

Je suis né au Luxembourg, en 1929, de parents horticulteurs et fleuristes. Nous nous sommes retrouvés en 1940, à Bordeaux, où mes parents possédaient une propriété. C'est dans cette ville que j'ai fait par la suite toutes mes études secondaires et que j'ai préparé le concours d'entrée à l'Agro. Je suis entré dans cette école en 1950.

Est-ce que ce sont les traditions de votre famille qui vous avaient poussé vers une formation en agronomie ?

Cette orientation semblait tout à fait naturelle à mes parents, puisque du côté de mon père on était, de génération en génération, horticulteur de plantes ornementales. L'un de mes arrière-grands-oncles, Nicolas Bové, né au Luxembourg en 1802 et mort près d'Alger en 1842 est connu dans l'histoire de la botanique française comme "botaniste-voyageur". Après un séjour au Jardin des Plantes de Paris, il est nommé en 1829 Directeur des Jardins d'Ibrahim Pacha au Caire pour lequel il explore la Palestine, la Syrie, l'Arabie Saoudite, et le Yémen à la recherche de cultures nouvelles à implanter en Égypte, tout en se livrant à la botanique, chemin faisant. C'est dans ce contexte qu'il est le premier à étudier la flore du Sinaï. Il faut croire que le gène du voyage s'est transmis et a été préservé dans ma famille, puisque j'ai visité moi-même de nombreuses parties du monde pour "explorer" les maladies des agrumes.

Tout en suivant les cours de l'Agro, je complétais mes études à la Sorbonne. Comme à l'époque je n'étais pas Français mais Luxembourgeois, et bien que je sois sorti major de l'Agro, je n'ai pas voulu acquiescer une spécialisation dans les sections les plus prestigieuses de cet Institut, en l'occurrence l'École des Eaux et Forêts ou celle du Génie Rural, et je me suis dirigé par goût vers la section de physico-chimie, en vue d'une éventuelle carrière scientifique.

Qui était le professeur qui se trouvait à la tête de cette section de physico-chimie ?

C'était le professeur Périscard qui était un excellent enseignant mais ne faisait pas de recherches. C'est pourquoi, à l'issue de ma troisième année de spécialisation en physico-chimie et pour m'initier à la recherche, j'ai travaillé pendant trois ans avec son chef des travaux, Roger Raveux. Je garde beaucoup de reconnaissance envers Roger Raveux.

Pourquoi votre attirance pour la chimie ?

J'aimais la chimie et puis, surtout, ce qui était du domaine de la recherche. Très intéressé alors par la pathologie végétale, j'entretenais d'excellentes relations avec Georges Viennot-Bourgin, le professeur de "phyto-patho" à l'Agro, avec lequel j'ai eu l'occasion par la suite de faire plusieurs missions scientifiques, alors qu'il était déjà à la retraite. Je dessinais pourtant mal (alors qu'il y a des artistes peintres dans ma famille), ce qui était à l'époque rédhibitoire en phytopathologie où il fallait constamment dessiner ce que l'on observait sous le microscope. L'approche de la pathologie végétale par le biais de la biochimie me semblait beaucoup plus intéressante.

Comment vous imaginiez-vous à l'époque une carrière scientifique ?

Rétrospectivement, quels attraits avait-elle à vos yeux ?

Après l'Agro, j'avais surtout le désir de trouver un emploi. Comme j'étais sorti de cette école dans un bon rang, le profes-



seur Viennot-Bourgin a eu l'obligeance de me recommander auprès d'un des huit Instituts semi-privés, qui ont, depuis, été fusionnés dans le GERDAT et qui forment aujourd'hui le CIRAD, à Montpellier. L'un d'eux était l'Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux (IFAC), devenu IRFA par la suite. Ses dirigeants et surtout son directeur général, Richard Guillerme, ont réussi à obtenir pour ma femme et moi, deux bourses du ministère des Affaires étrangères pour aller travailler pendant deux ans et demi aux États-Unis. C'est ainsi que j'ai eu l'occasion de me former à Berkeley, de septembre 1956 jusqu'en mai 1959, à l'université de Californie, auprès du professeur Daniel Arnon, où j'ai véritablement appris les rudiments de mon futur métier. Tout ce que j'avais fait précédemment en France, y compris à l'Agro, m'est apparu soudain dépassé ou inutile.

Pourriez-vous évoquer plus longuement ce décalage que vous aviez ressenti ?

Il me suffit de vous donner un exemple très simple : j'avais rencontré un professeur éminent dans un congrès à Bruxelles (il

Bigaradier. *Histoire naturelle des oranges*. CM Connaissance & mémoires, réédition 2000 d'après *Histoire naturelle des oranges* par A. Risso et A. Poiteau. Ouvrage orné de 109 figures peintes d'après nature. Paris, Audot, libraire, Éd. de l'Herbier de l'amateur, du jardin fruitier, du bon jardinier... n°11, 1818-1822.

Ce témoignage recueilli en 1998 a été relu par l'auteur l'été 2005.

Les photos de cet entretien ont été communiquées par Joseph Bové.

Quelques dates

Principaux sujets de recherche

1959 - 1986 : répllication des virus des plantes

1969 - 2004 : bactéries endogènes des plantes :

-localisées dans le phloème : *spiroplasmes*, *phytoplasmes*, *liberibacters*, *phlomobacters*

-localisées dans le xylème : *Xylella fastidiosa*

1959 - 2004 : maladies infectieuses des agrumes.

Fonctions

1959-1968 : chef du service de Biochimie de l'IRFA (Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes)

1968-1971 : professeur associé, université de Nancy, France

1971 : nommé sur concours directeur de recherche INRA. Nommé directeur de la station de Physiologie végétale, INRA Bordeaux

1974 : nommé directeur du laboratoire de Biologie cellulaire et moléculaire

1976 : nommé professeur de Microbiologie, université de Bordeaux 2, pour enseigner la biologie moléculaire des procaryotes et de leurs virus et la biologie moléculaire des virus des eucaryotes

1995 : nommé professeur en surnombre, université de Bordeaux 2

1998 : nommé Professeur Emérite, université de Bordeaux 2.

Administration de la recherche

1974-1994 : directeur du laboratoire de Biologie cellulaire et moléculaire, INRA et université de Bordeaux 2

1984-1994 : président du centre INRA en Aquitaine

1993-1997 : président du Conseil Scientifique de la station de recherche (INRA/CIRAD) sur les Agrumes, San Giuliano, Corse

1994-1999 : conception et construction de l'Institut de Biologie Végétale Moléculaire (IBVM) au centre INRA de Bordeaux

1999-2000 : premier directeur de l'IBVM.

Responsabilités internationales

1969-1972 : président de l'Organisation Internationale des Virologistes des Agrumes (IOCV)

1992-1994 : président de l'Organisation Internationale pour la Mycoplasmodologie (IOM)

1981-1992 : expert à la "Food and Agriculture Organization" (FAO) pour prospecter les maladies infectieuses des agrumes au Proche-Orient et au Moyen-Orient. Les résultats de ces enquêtes ont été publiés par la FAO sous forme d'un ouvrage illustré par de nombreuses photos en couleur des symptômes des maladies.

Appartenance à des académies scientifiques

1992 : élu membre de l'Académie d'Agriculture de France

1993 : élu membre correspondant de l'Académie des Sciences, Paris

1994 : nommé *fellor* de la Société de Phytopathologie Américaine

1996 : élu membre de l'Académie Américaine de Microbiologie

2002 : académie Européenne des Sciences, des Arts et des Lettres.



Huitième congrès de l'Organisation Internationale des Virologistes des Agrumes, Australie, 1979. De gauche à droite : Robert Vogel, responsable des maladies des agrumes à la station de recherche agrumicole INRA/CIRAD de San Giuliano en Corse de 1959 à 1990, J. Bové et Victoria Rossetti, phytopathologiste des agrumes, Instituto Biologico, São Paulo, Brésil.

s'agissait du Congrès International de Biochimie) et j'avais été impressionné par les travaux qu'il avait entrepris en photosynthèse. Il s'agissait précisément du professeur Daniel Arnon qui avait travaillé, avant la deuxième guerre mondiale, sur la nutrition minérale des plantes et qui avait notamment mis en évidence le rôle indispensable du molybdène dans la croissance des plantes. Après la guerre, il avait décidé de s'attaquer à la nutrition carbonée des plantes, c'est-à-dire à la photosynthèse. C'est lui qui a découvert la phosphorylation photosynthétique, c'est-à-dire l'aptitude qu'ont les chloroplastes, grâce à la chlorophylle, de capter l'énergie lumineuse et de la transformer en énergie chimique de l'adénosine triphosphate, c'est-à-dire de l'ATP. Cette découverte a été une véritable révolution, dans la mesure où l'on croyait antérieurement que seules les mitochondries étaient en mesure de produire de l'ATP par phosphorylation oxydative. C'est ce que je me suis permis de rappeler à Claude Allègre qui avait omis de faire état dans son dernier

ouvrage d'un des résultats scientifiques les plus marquants de ce siècle, à savoir l'élucidation de la nature exacte de la photosynthèse. Contrairement à ce que l'on entend souvent, celle-ci ne se limite pas à la fixation du gaz carbonique pour former des glucides. En effet, cette réduction du gaz carbonique en sucres ne nécessite pas de lumière et peut être obtenue à l'obscurité à condition de disposer d'ATP et de NADPH₂ (Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate réduit). La photosynthèse, c'est très exactement la formation de cet NADPH₂ et de cet ATP à la lumière : grâce à l'énergie lumineuse, le NADP est réduit en NADPH₂ et, couplé à ce transfert d'hydrogène (ou d'électron), il y a phosphorylation de l'ADP en ATP avec du phosphate minéral. Ce sont les "hydrogènes" de l'eau, H₂O, qui servent à cette réduction, et l'oxygène de H₂O est libéré sous forme de gaz. Le professeur Daniel Arnon aurait dû recevoir le Prix Nobel pour ce résultat mais la photosynthèse avait déjà eu, en 1961, son prix Nobel avec Melvin Calvin et son cycle des pentoses phosphates.

Avant de partir aux États-Unis, entre 1953 et 1956, j'allais travailler une ou deux après-midi par semaine chez Georges Morel, au CNRA de Versailles auprès duquel je m'initiais à la culture des tissus de plantes et plus particulièrement des agrumes. Il y avait au CNRA d'autres chercheurs qui essayaient d'analyser, en photosynthèse, le rôle de lumière de longueurs d'ondes différentes. Ils travaillaient sur des plantes entières. Au laboratoire d'Arnon, on travaillait sur des chloroplastes isolés au moyen de l'appareil de Warburg, si bien qu'en une journée, on faisait autant d'expériences qu'il y avait de fioles de Warburg dans l'appareil de Warburg, c'est-à-dire onze. En une journée, on effectuait onze expériences alors que mes collègues français n'en effectuaient qu'une tous les trois mois. Je n'insiste pas ! Il faut reconnaître toutefois que dans les années cinquante, la recherche était peu développée en France et que les travaux que je viens de mentionner avaient un mérite certain.

L'INRA était loin d'être alors un cas isolé dans la recherche française !

Les deux guerres mondiales et surtout la première avaient provoqué, en effet, une saignée énorme parmi les jeunes qui pouvaient envisager une carrière scientifique et ce n'est donc que dans les années cinquante-soixante que la science française a pu commencer vraiment à s'en remettre.

Revenons à votre parcours professionnel.

Une bourse accordée par les Affaires étrangères vous donne alors l'occasion de partir aux USA.

Il a fallu que je fasse comprendre à Richard Guillerme, mon directeur de l'IFAC, l'intérêt qu'il avait à me laisser partir dans un pays où la recherche était plus avancée qu'en France. C'était un grand spécialiste de la culture de la banane, un agronome plus qu'un scientifique qui avait en charge de grandes plantations de bananiers en Côte d'Ivoire. Je suis heureux d'avoir fait sa connaissance et tiens à rendre hommage à son esprit ouvert et sa grande capacité d'écoute. Grâce à lui, j'ai disposé, dans ce petit institut semi-privé, de possibilités que je n'aurais même pas songé à solliciter de l'INRA.

Les autorités de l'INRA avaient peut-être des raisons de craindre que des jeunes partant aux États-Unis ne s'y installent définitivement ?

Personnellement, cette idée ne m'a jamais effleuré. Quand mes amis américains ont su que je repartais en France, j'ai eu droit à une série de questions : "Pourquoi quittez-vous les États-Unis ? Ne vous y plaisez-vous pas ?" Il a fallu que j'explique que la question n'était pas là ! J'avais été engagé par l'IFAC pour travailler, après ma formation aux États-Unis, sur les maladies à virus des agrumes. Mais l'IFAC ne disposait pas de laboratoires propres. Aussi Georges Morel m'avait-il offert un laboratoire dans son service au premier étage de la nouvelle station de Physiologie végétale dirigée par Yves Coïc au CNRA. En outre l'IFAC mettait dans la corbeille de mariage des crédits importants non seulement pour équiper un laboratoire de biochimie avec centrifugeuse refroidie, ultracentrifugeuse, spectrophotomètre enregistreur... mais aussi pour construire une serre de virologie. C'est ainsi que, de 1959 à 1971, j'ai partagé la vie professionnelle de George Morel, bénéficiant de ses conseils, mais surtout de son amitié. C'est là aussi que j'ai rencontré des chercheurs, qui comme Jacques Tempé, sont devenus eux aussi des amis.

Quels souvenirs avez-vous gardés de Georges Morel ?

C'était un homme d'une très grande timidité. J'avais fait sa connaissance quand j'étais encore en troisième année d'Agro. Comme je le disais précédemment, j'avais appris chez lui à faire des cultures de tissus et avais obtenu les premiers cals tissulaires d'orangers et de citronniers puisque je travaillais dans un Institut spécialisé dans la production des agrumes. Il m'a encouragé à partir aux États-Unis et quand il fut question que j'en revienne, il m'a incité à retourner chez lui. J'ai entretenu avec lui les meilleures relations du monde en dépit de sa timidité et de sa grande réserve. Il était toujours difficile d'accès. Il fallait aller au-devant de lui et ne pas hésiter à lui poser des questions : "M. Morel, ne pensez-vous pas que... ?". Les barrières derrière lesquelles il avait tendance à se retrancher se soulevaient alors, ouvrant la porte au dialogue. Mais les personnes qui se refusaient à faire les premiers pas obtenaient peu de lui.

Dépendait-il administrativement d'Yves Coïc qui se trouvait alors à la tête de la station de Physiologie végétale de Versailles ?

Oui, il dépendait de lui, mais très peu. Il faut dire que les rapports entre eux n'ont jamais été excellents : Yves Coïc "faisait" de la physiologie végétale, minérale et nutritive, avec Mme Le Saint, alors que Georges Morel abordait les choses d'une façon beaucoup plus chimique et biochimique, presque moléculaire. Je pense avoir contribué à introduire la Biologie moléculaire dans le laboratoire, comme en témoigne la thèse que j'ai faite sous le patronage de Jacques Monod et sous la direction de Georges Morel, sur l'identification des enzymes impliquées dans la synthèse des acides nucléiques de virus. Ma thèse a porté, en effet, sur la synthèse *in vitro* d'un fragment d'acide ribonucléique viral (le virus de la mosaïque jaune du navet). Pour aborder ce travail, j'avais délibérément choisi l'approche *in*

vitro, apprise chez Arnon, au moyen de fractions subcellulaires, chloroplastes, mitochondries, noyaux, c'est-à-dire des éléments plus petits que la cellule entière, pour pouvoir décortiquer et isoler les protéines impliquées dans la synthèse des acides nucléiques de virus. Ce travail a permis d'isoler la "RNA replicase", c'est-à-dire l'enzyme responsable de la synthèse du RNA viral dans les plantes infectées par le virus de la mosaïque jaune du navet. Il s'agissait de la première enzyme de ce type qui ait été analysée en détail chez les plantes.

Il s'agit bien de travaux que vous aviez entrepris au début des années soixante ?

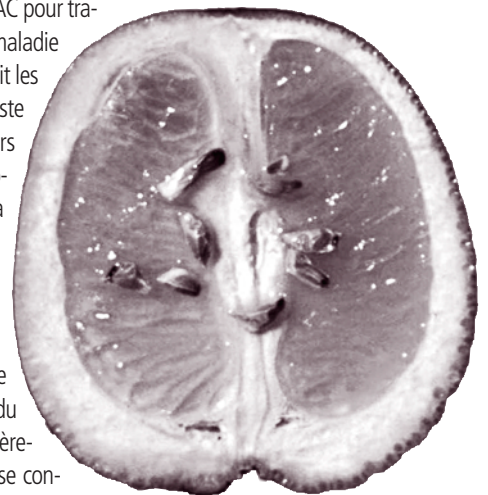
Oui. J'ai mis un an environ avant de trouver ce sujet de thèse. Il a fallu que j'y réfléchisse tout en participant à la mise en route du service de Biochimie de l'IFAC. Ma thèse a porté toutefois sur un virus qui n'avait vraiment rien à voir avec ceux des agrumes, des bananiers ou des ananas. Je rends hommage à la grande ouverture d'esprit de la direction de l'IFAC, un institut de recherches appliquées, qui a accepté de me laisser faire une thèse sur un sujet assez fondamental en dehors de ses préoccupations immédiates. Je n'ai pas négligé pour autant le travail sur les maladies des agrumes qui pouvaient davantage l'intéresser.

Il faut dire que j'avais été recruté par l'IFAC pour travailler sur une maladie des *Citrus*, la maladie du *stubborn*¹, une maladie qui empêchait les agrumes de se développer. C'était du reste pour étudier cette maladie qui était alors attribuée à un virus que j'avais fait notamment la section de physico-chimie à l'Agro pour me former à des techniques plus chimiques ou "moléculaires" que celles qui avaient cours classiquement en pathologie végétale.

De retour en France, je me devais de trouver une façon d'aborder l'étude du *stubborn* des agrumes, maladie particulièrement sévère au Maroc. À l'époque, on se contentait de procéder à des expériences portant sur la transmission de la maladie par greffage d'inoculation, la sensibilité ou la résistance des divers cultivars d'agrumes à la maladie, ... En 1958, l'IFAC avait ouvert en Corse la station de Recherches agrumicoles de San-Giuliano en raison de l'indépendance prévisible du Maroc et du retour en métropole de rapatriés. Cette station, créée pour garder le savoir-faire agrumicole de l'IFAC, a été rattachée depuis à l'INRA et est devenue aujourd'hui le centre de Recherches agronomiques de Corse.

Dans quelles régions du monde l'IFAC se trouvait-il jusque-là implanté ?

Le siège social de cet institut se trouvait à Paris. L'IFAC possédait une magnifique station en Guinée, mais lorsque de Gaulle, revenu au pouvoir en 1958, a demandé aux pays anciennement coloniaux qui avaient pris leur indépendance s'ils souhaitaient ou non faire partie de l'empire français, la Guinée, étant acquise aux idées communistes, a été l'un des rares pays à répondre à cette offre par la négative. C'est ce qui fait que l'IFAC s'est vu privé de son centre de recherches le plus important.



Symptômes du *stubborn* sur orange. Extrémité pédonculaire (inférieure) du fruit : albedo épais ; extrémité stylaire (supérieure) : albedo mince. Pépins avortés.

¹ Stubborn peut se traduire en français par l'adjectif entêté, plantes entêtées dans leur refus de pousser.

Votre intérêt pour la virologie est-il né également de rencontres avec certains de vos prédécesseurs, comme Limasset ou Cornuet ?

Limasset n'était plus en activité, mais j'ai bien connu Cornuet qui travaillait effectivement à la station de Pathologie végétale. J'étais lié toutefois bien davantage à Morel qui m'avait proposé de venir travailler chez lui, à la nouvelle station de Physiologie végétale, qui avait été créée à Versailles pendant que j'étais aux États-Unis. Tout naturellement, je me suis retrouvé là, avec la ferme intention de travailler en virologie, avec la pleine et entière bénédiction de Morel. D'autres chercheurs comme Cornuet travaillaient également en virologie, mais à la station de pathologie. Il se trouve que Cornuet et moi avions le même sujet d'étude : le virus de la mosaïque jaune du navet. Je n'ai jamais collaboré avec Pierre Cornuet en raison des mauvais rapports que Morel et lui entretenaient. Je me souviens que mes rapports avec Cornuet s'étaient dégradés parce que les résultats que nous avons obtenus et que nous avons chacun à cœur n'étaient pas tous concordants. En réalité, nous avons tous les deux raison. Mais nous n'avons pris conscience et décelé l'origine de nos malentendus qu'après la mort de Georges Morel. J'ai entretenu depuis d'excellentes relations avec Cornuet et les désaccords que j'ai eus avec lui sont complètement oubliés. Comme quoi les inimitiés entre patrons, entretenues et amplifiées parfois par les disciples, peuvent faire fâcheusement obstacle à des échanges de vue et à des collaborations qui auraient pu être fructueuses.

Morel, qui avait fait son doctorat chez Gautheret, s'est illustré avec Claude Martin, l'un de ses étudiants de thèse, dans la culture des apex de tige pour la régénération de plantes indemnes de virus. P.R. White avait montré à New-York en 1934 que chez les plants de tomate infectés par le virus de la mosaïque du tabac, les extrémités racinaires étaient indemnes du virus. Limasset, Cornuet et Gendron ont suggéré en 1949 que les apex de tige des plantes virosées étaient elles aussi indemnes de virus. Martin et Morel ont eu un double mérite. Ils ont d'abord montré qu'il était possible de régénérer une plante entière à partir d'un apex par culture en milieu nutritif. Ensuite, en 1952, ils ont appliqué la technique à des apex de plantes virosées et, en prélevant les apex suffisamment petits, ils ont réussi à obtenir des plantes saines à partir de plantes virosées, démontrant ainsi que les apex initiaux étaient indemnes de virus.

La maladie des agrumes, le *stubborn*, sur laquelle j'ai commencé à travailler d'abord à l'IFAC, puis à l'INRA et à l'université de Bordeaux 2, nous occupe encore de nos jours ! C'est elle qui a retenu mon attention tout au long de ma carrière et qui m'a permis de rentrer à l'Académie des Sciences et à l'Académie d'Agriculture !

En quelle année avez-vous soutenu votre thèse ? Quelles sont les personnes qui ont fait partie alors de votre jury ?

J'ai soutenu ma thèse en 1967, devant un jury dans lequel siégeaient notamment deux Prix Nobel, André Lwoff (qui était mon président de jury) et Jacques Monod qui était mon patron de thèse. Il y avait aussi M. Ulrich qui était professeur de Physiologie végétale à la Sorbonne et directeur du laboratoire du Froid au CNRS, à Meudon, et Mr Dubert. À l'époque, on ne mettait pas dans les jurys les directeurs des laboratoires qui avaient hébergé les thésards. G. Morel qui avait été mon direc-

teur de thèse ne faisait pas partie de mon jury, ce que j'avais fort regretté en raison des relations amicales que j'avais avec lui, des discussions que nous avons ensemble tous les jours, de l'intérêt qu'il portait aux avancées diverses dont je l'entretenais (J'ai mis quand même un an et demi à deux ans avant que les choses ne démarrent vraiment). À l'époque, par exemple, on ne pouvait pas se procurer, en envoyant simplement un bon de commande (!), les nucléosides 5' triphosphates, ATP, GTP, CTP ou UTP, nécessaires sous forme radioactive pour réaliser et déceler une synthèse d'ARN *in vitro*. Il fallait les préparer soi-même avec du phosphate radioactif, ce qui n'était pas un mince travail. Je passe sur les détails. C'est ainsi que j'ai réalisé mes premières manipulations.

Disposiez-vous de techniciens à cette époque pour vous aider ?

Au début, à Versailles, mon "équipe" se composait de ma femme, physicienne à l'origine, qui avait été engagée en même temps que moi par l'IFAC, d'une technicienne de laboratoire et de deux techniciens de serre. Par la suite, nous avons eu la possibilité de recruter une virologue de formation ingénieur, Danielle Dauthy et une microscopiste électronicienne de formation universitaire, Dominique Lafèche. À l'époque, il n'y avait pas de microscope électronique à Versailles : nous utilisions celui de... Massy ! Cette équipe a fonctionné jusqu'en 1971, date à laquelle ma femme, Dominique Lafèche et moi sommes partis à Bordeaux.

Il était alors beaucoup plus facile de voyager lorsque l'on était à l'IFAC que lorsqu'on faisait partie d'autres organismes. Cela permettait notamment de se rendre plus aisément dans les congrès, intérêt dont j'avais réussi à convaincre mon directeur. Grâce à son soutien et à sa compréhension, j'ai pu assister sans discontinuité à tous les congrès de Virologie des Agrumes, depuis le premier qui s'est tenu en 1957 en Californie jusqu'au dernier en 1998 au Brésil. J'ai assisté également à tous les congrès de Biochimie. Il se trouve qu'en 1967, j'étais venu au Japon pour présenter une communication et la rumeur a circulé selon laquelle les Japonais avaient découvert que certaines maladies des plantes n'étaient pas dues à des virus mais à des mycoplasmes. Mycoplasmes ? Personne n'en avait entendu parler jusque-là ! S'était instaurée, en effet, une coupure totale entre les pathologistes végétaux, d'une part, et les médecins et les vétérinaires, d'autre part. Les médecins et les vétérinaires connaissaient l'existence de ces bactéries pathogènes, sans parois, difficiles à cultiver. Par contre, les virologistes végétaux, dont je faisais partie, n'avaient jamais entendu parler de ces parasites. Quoi qu'il en soit, cette rumeur japonaise ne tombait pas dans l'oreille d'un sourd. Je faisais le rapprochement entre les symptômes des maladies que j'avais observés sur les *Citrus* avec ceux que l'on pouvait voir sur des plantes infectées non par des virus mais par des mycoplasmes.

Quelles étaient les plantes

qui se trouvaient contaminées par ces mycoplasmes ?

De très nombreuses plantes peuvent être contaminées par des mycoplasmes. Entre autres maladies, on peut citer la jaunisse de la reine-marguerite mais aussi les balais de sorcière du Polownia qui est un arbre tropical. Comme les orangers contaminés par le *stubborn* présentent eux aussi des sortes de balais



Visite du laboratoire de S.P. Capoor, à Poona en Inde, à l'occasion du Cinquième congrès de l'Organisation Internationale des Virologistes des Agrumes au Japon, décembre 1969. De gauche à droite : J. Bové, S.P. Capoor, Colette Bové, Ralph Schwarz et Louis Blondel. S.P. Capoor a montré pour la première fois en 1967 que le psylle asiatique, *Diaphorina citri*, était l'insecte vecteur de la bactérie (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) responsable du *greening* en Inde. Louis Blondel a dirigé pendant plus de quinze ans la station de recherche agrumicole INRA/CIRAD de San Giuliano en Corse. Ralph Schwarz était responsable des maladies des agrumes en Afrique du Sud.

de sorcière, je me suis rapidement demandé si cette maladie n'était pas imputable à des mycoplasmes. Effectivement, nous avons pu démontrer que le *stubborn* des agrumes n'était pas une maladie à virus mais à mycoplasmes. Cela se passait de 1969 à 1973. Il a fallu trois ans pour arriver à ce résultat et le publier. Il existait en Afrique du Sud, en Asie et dans le Sud-Est asiatique une autre maladie des agrumes aux symptômes assez semblables à ceux du *stubborn* : le *greening*, ainsi nommé parce que les fruits se coloraient mal. La maladie du *greening* et celle du *stubborn* étaient considérées comme étant dues à des souches différentes d'un même virus. Nous avons pu démontrer que le *greening* était également dû à des bactéries, mais fondamentalement différentes des mycoplasmes du *stubborn*. Cependant, dans les deux cas, les bactéries étaient exclusivement localisées dans le phloème, et plus particulièrement dans les tubes criblés dont le rôle est de véhiculer la sève élaborée.

Il existait deux formes différentes de *greening*, l'une en Afrique du Sud dont les symptômes n'apparaissaient que sur les plateaux où l'altitude tempère la chaleur, une autre en Asie et dans le Sud-Est asiatique, dont les symptômes étaient visibles tant sur les plateaux que dans les zones côtières beaucoup plus chaudes. La France venait de construire à Gif-sur-Yvette un magnifique phytotron. J'ai eu à ma disposition, dans ce phytotron, des chambres à température contrôlée, ce qui m'a permis d'étudier, en collaboration avec d'autres collègues français et étrangers, l'expression des symptômes du *stubborn* et du *greening* dans différentes conditions de température. C'est ainsi que nous avons vérifié qu'effectivement le "*greening* africain" était "température sensible" alors que le "*greening* asiatique" était "température tolérant".

Ayant mis en évidence dans les plantes des agents bactériens clairement différents des virus, il nous est apparu normal d'essayer de les isoler et de les mettre en culture afin de leur appliquer les "règles de Koch" et de démontrer qu'il s'agissait bien des agents pathogènes responsables du *stubborn* et du *greening*. En effet, d'après les règles que Koch avait énoncées en 1875, pour démontrer qu'une bactérie est l'agent causal d'une maladie, il faut premièrement que cet agent soit associé aux individus malades, mais jamais aux individus sains. Il faut ensuite le cultiver en culture pure. En troisième lieu, il faut le ré-inoculer à un hôte sain qui devra manifester les symptômes de la maladie, et enfin, à partir de cet hôte malade, il faut pouvoir ré-isoler l'agent et montrer qu'il n'a subi aucun changement. Il m'a toujours semblé que ces règles n'ont pas eu en France, dans le passé, l'attention qu'elles méritaient. Il est vrai que Koch et Pasteur n'ont jamais beaucoup sympathisé.

C'est dans ce contexte que nous nous sommes attaché à cultiver les deux organismes que nous avons découverts, celui associé au *greening* et celui associé au *stubborn*. En 1969/1970 nous avons réussi la culture de l'organisme du *stubborn*. Par contre nous n'avons jamais réussi à cultiver la bactérie du *greening* qui reste à ce jour non disponible en culture.

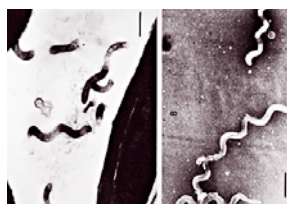
L'organisme du *stubborn* est un mycoplasme. Cet organisme est le premier mycoplasme d'origine végétale qui ait été cultivé. Nous avons eu, en outre, la "chance" qu'un mycoplasme de ce type n'ait jamais été caractérisé auparavant et qu'il corresponde à un genre nouveau : il était hélicoïdal, ayant la forme d'un tire-bouchon ! En effet, les scientifiques considéraient jusque-là que les mycoplasmes ne pouvaient pas avoir une forme fixe, puisque, dépourvus de paroi, ils n'avaient qu'une simple mem-

Brésil.



brane cytoplasmique en guise d'enveloppe cellulaire, ce qui les rendait mous et déformables, d'où d'ailleurs le terme "mollicute" qui englobe l'ensemble des mycoplasmes.

En résumé, la bactérie du *stubborn* est un mollicute à morphologie hélicoïdale auquel nous avons donné en 1973 le nom de *Spiroplasma citri*. Le nom de genre, *Spiroplasma*, rappelle la morphologie hélicoïdale, le nom d'espèce, *S. citri*, l'origine "agrume" ou *citrus*. *Spiroplasma citri* a donc été le premier représentant de ce groupe énorme de mollicutes que sont les spiroplasmes et dont on connaît aujourd'hui près de 40 espèces différentes.



Spiroplasma citri, le mycoplasme hélicoïdal, responsable du *stubborn*, à gauche : dans un tube criblé du phloème, à droite : après culture. Même grossissement dans les deux cas.

Les spiroplasmes ne sont-ils présents que dans les espèces végétales ou peuvent-ils contaminer aussi d'autres êtres vivants ?

On les trouve aussi chez les insectes et d'autres arthropodes. Les insectes renferment de très nombreux spiroplasmes. Les quelque quarante espèces que l'on connaît sont pour la plupart véhiculées par des insectes ou des tiques. C'est ainsi que les abeilles véhiculent deux spiroplasmes pathogènes. Nous avons montré notamment que le mal de mai de l'abeille, très connu des apiculteurs du Sud-Ouest, était occasionné par *Spiroplasma apis*, une espèce que nous avons caractérisée. *Spiroplasma melliferum* est une autre espèce qui a été découverte aux États-Unis. Elle est responsable également d'une maladie grave de l'abeille.

Les spiroplasmes sont-ils véhiculés par des insectes différents ?

Les vecteurs des spiroplasmes sont des cicadelles, voire des psylles. Il s'agit d'insectes homoptères qui sucent la sève élaborée dans les tubes criblés du phloème et s'en nourrissent. Comme les spiroplasmes sont localisés dans cette sève, les cicadelles acquièrent les spiroplasmes en suçant la sève élaborée d'une plante contaminée. Le spiroplasma pénètre dans le tube digestif de la cicadelle, passe dans le sang de l'insecte, s'y multiplie et pénètre finalement dans les glandes salivaires. Dès lors, la cicadelle devient capable de re-injecter le spiroplasma dans le tube criblé d'une plante saine sur laquelle elle a choisi de s'alimenter. Reprenons succinctement ce que le laboratoire a fait : les spiroplasmes ont toujours constitué pour nous un système modèle pour l'étude des mycoplasmes des plantes. En particulier, ils ont servi de modèle pour l'étude de mycoplasmes qui avaient été découverts, en 1967, au Japon. Alors que nous avons étudié et cultivé les spiroplasmes qui sont des mycoplasmes à morphologie hélicoïdale, les organismes que les Japonais ont mis en évidence, appelés aujourd'hui "phytoplasmes", sont des mycoplasmes non hélicoïdaux. Par ailleurs, alors que nous sommes parvenus à cultiver les spiroplasmes dès 1970, personne n'a encore réussi à mettre en culture un phytoplasme. Les phytoplasmes sont beaucoup plus importants en pathologie végétale - et en agriculture - que les spiroplasmes. Ils sont responsables de plusieurs centaines de maladies alors qu'il n'existe que quelques maladies des plantes occasionnées par les trois spiroplasmes phytopathogènes. *Spiroplasma citri* est la cause du *stubborn* des agrumes. En outre, dans le Middle-West des États-Unis, il est aussi responsable d'une maladie grave du raifort dont les racines deviennent très friables. *Spiroplasma kunkei* provoque le rabougrissement du maïs en Amérique. Enfin, *Spiroplasma phoeniceum*, que nous avons découvert en Syrie, affecte la pervenche, mais son hôte d'origine reste inconnu.

Concernant *S. citri*, nous avons réussi à développer les outils nécessaires pour aborder la biologie et la génétique moléculaires du spiroplasma : vecteurs de clonage pour la transformation, transposons pour mutations insertionnelles, mutations par disruption de gènes... Il y a trois ou quatre ans, nous avons obtenu pour la première fois des mutants de spiroplasmes et nous avons pu commencer à déterminer les gènes qui sont impliqués dans la pathogénie et la transmission des spiroplasmes par les insectes vecteurs. Ces études sont évidemment plus faciles à faire avec *S. citri*, disponible en culture et pour lequel nous disposons d'une batterie de techniques moléculaires, plutôt qu'avec des phytoplasmes qui ne sont pas cultivés et avec lesquels malheureusement on ne peut guère faire d'études moléculaires. Enfin, nous avons entrepris, il y a peu de temps, un gros chantier : le séquençage du génome de *S. citri*.

Ainsi, spiroplasmes et phytoplasmes sont de véritables mollicutes, c'est-à-dire des bactéries dépourvues de paroi, alors que l'organisme du *greening* est une bactérie "classique" dans la mesure où elle possède une paroi, et plus particulièrement une paroi de type Gram négatif. Elle n'a cependant jamais pu être cultivée et en cela elle rappelle les phytoplasmes. Grâce aux techniques moléculaires, elle a pu être caractérisée sur les plans systématique et taxonomique. Il s'agit d'une alpha-protéobactérie (groupe de bactéries à Gram négatif) à laquelle nous avons donné le nom de genre de *Liberibacter* pour rappeler qu'elle est localisée dans le phloème ou liber. En outre il nous a été possible de démontrer que le *greening* africain était dû à une première espèce, *Liberibacter africanus*, et le *greening* asiatique, à une seconde, *Liberibacter asiaticus*.

Les spiroplasmes, les phytoplasmes et la bactérie du *greening* constituent donc les objets d'étude de notre laboratoire. La bactérie du *greening* nous a servi de modèle pour découvrir l'agent pathogène d'une maladie nouvelle du fraisier dans notre région, la chlorose marginale du fraisier qui affecte jusqu'à 60% des fraisiers en fraiserie. Il s'agit là d'une bactérie également non cultivée, mais différente de celle du *greening* puisque le *liberibacter* du *greening*, est une alpha-protéobactérie, alors que le *phlomobacter* de la chlorose marginale du fraisier est une gamma-protéobactérie.

Chez le fraisier, il faut distinguer les fraiseries pour la production des fruits et les pépinières pour la production des plants. Ces deux types de production sont décalés dans le temps et dans l'espace. Les symptômes de la chlorose marginale sont présents tant dans les fraiseries que les pépinières. Le *phlomobacter* peut être détecté dans les fraiseries par des méthodes moléculaires. Mais, à notre grande surprise, ces mêmes méthodes s'avéraient négatives quand elles étaient appliquées à des plants de pépinière affectés. Ce résultat paradoxal nous a gênés pendant quelques semaines, mais nous avons fini par découvrir qu'un phytoplasme bien connu de la tomate pouvait infecter le fraisier en pépinière et provoquer des symptômes identiques à ceux dus à *phlomobacter* dans les fraiseries. Nous recherchons à l'heure actuelle l'insecte vecteur du *phlomobacter*.

L'exploration de ces domaines de recherche que vous avez décrits a-t-elle débuté réellement au moment où vous êtes revenu en poste à Bordeaux ?

La culture des spiroplasmes et la découverte de la bactérie du *greening* ont commencé à Versailles. Ce n'est toutefois qu'à

notre arrivée à Bordeaux que nous avons pu acquérir un microscope électronique, une ultracentrifugeuse analytique (1971) et développer beaucoup notre travail. Entre-temps, poussé par G. Drouineau, j'avais passé les concours de chargé de recherche, de maître et de directeur de recherche, la même année.

Quelles raisons vous ont poussé à quitter l'IFAC et à poursuivre votre carrière à l'INRA ?

J'ai été sollicité par l'INRA pour prendre la direction de la nouvelle station de Physiologie végétale qui était en construction au centre INRA de Bordeaux. Pour entrer à l'époque à l'INRA, il fallait avoir la nationalité française, ce qui n'était pas mon cas. Quand j'ai fait part à J. Bustarret que j'acceptais l'offre de l'INRA de m'installer à Bordeaux, celui-ci a fait tout ce qu'il a pu pour accélérer ma naturalisation, événement qui n'est devenu effectif qu'au mois de mai 1968. Il a fallu pas moins de cinq ans avant que je n'obtienne ma naturalisation. Je suis ainsi immigré de la première génération.

J'étais donc directeur de recherche quand je suis arrivé à Bordeaux, dans un centre INRA renfermé alors totalement sur lui-même et à l'écart de la révolution scientifique qui avait cours de l'autre côté de l'Atlantique ! J'ai essayé de changer cet état des choses, mais sans doute d'une façon maladroite, ce qui fait que, en l'espace de deux ou trois ans, je me suis mis tout le centre à dos. Et j'en ai eu tellement "marre", que j'ai décidé, avec l'accord de l'INRA, de partir à l'université. J'ai donc été nommé professeur de microbiologie à l'université de Bordeaux 2, poste que j'occupe encore aujourd'hui. Cependant, j'ai conservé mon laboratoire de l'INRA, sans jamais diluer mes moyens, en refusant de faire "tourner" deux laboratoires séparés, l'un à l'INRA, l'autre à l'université. Par ailleurs, mon passage à l'université s'est traduit par le regroupement des physiologistes autour d'Alain Pradet, tandis que les pathologistes sont restés avec moi pour travailler sur les sujets dont nous venons de parler. Ainsi, à partir de 1974, il y a eu côte à côte, dans notre bâtiment, le laboratoire de Biologie cellulaire et moléculaire et la station de Physiologie végétale.

Mon passage à l'université avec charge d'enseignement s'est trouvé facilité pour deux raisons. D'abord j'avais été pendant deux ans, de 1968 à 1970, "turboprof" à l'université de Nancy avec la perspective de prendre plus tard la direction de la Chaire de Biochimie. Je passais le lundi et le mardi à Nancy pour faire mes cours de biologie moléculaire et d'enzymologie et le reste de la semaine à Versailles pour continuer mes recherches. Ensuite, quand je suis arrivé à Bordeaux, en janvier 1971, j'ai été sollicité par l'université de Bordeaux 2 pour faire les cours et les travaux pratiques de biologie moléculaire. Vu l'absence de locaux et d'équipements adéquats à l'université, les travaux pratiques se sont déroulés pendant plusieurs années dans mon laboratoire de l'INRA.

Le laboratoire dans lequel vous avez travaillé a-t-il changé d'appellation avec l'apparition ou l'approfondissement de nouveaux sujets d'étude ?

Comme je l'ai dit plus haut, nous avons intensifié les travaux sur la répllication des virus et sur les nouveaux agents pathogènes que nous avons découverts : spiroplasmes, bactérie du *greening*, en abordant ces sujets par les moyens de la biologie

cellulaire et moléculaire. D'où la nouvelle dénomination du laboratoire : laboratoire de Biologie cellulaire et moléculaire.

En quelle année avez-vous quitté l'INRA et avez été pris en charge par l'université ?

En fait, je n'ai jamais quitté l'INRA. Mais à partir de 1974, au lieu d'être rémunéré par l'INRA, je l'ai été par l'université. De même, mon travail n'a pas fondamentalement changé, puisque, dès mon arrivée à Bordeaux, sollicité par l'université, j'avais déjà commencé à enseigner. En réalité, j'étais tantôt INRA, tantôt université. C'est ainsi que j'ai été président du centre INRA de Bordeaux sans figurer sur la liste du personnel INRA ! Je dois dire qu'être à cheval sur deux organismes m'a plutôt arrangé. C'est à Jacques Poly que je dois d'avoir bénéficié de ce système très souple. Si j'ai eu avec lui quelques prises de bec, nous sommes devenus toutefois à la longue de vrais amis. C'est ainsi que, à ma connaissance, j'ai été le seul président de centre à lui rendre hommage en organisant un banquet à l'occasion de son départ à la retraite. C'est en raison de ses qualités de meneur d'hommes que j'avais accepté sa proposition de devenir président du centre INRA de Bordeaux, en 1983, avec le soutien de Guy Paillotin qui était à l'époque son directeur scientifique. Pendant toute la durée du mandat de Jacques Poly, les choses ont marché sans anicroches et j'ai toujours eu l'impression de me trouver sur la même longueur d'onde que lui. J'ai apprécié beaucoup la confiance qu'il avait dans les gens. C'était un homme de cœur. Les choses ont bien marché aussi avec Hervé Bichat, même si celui-ci s'obstinait contre tout entendement à vouloir réunir les centres de Bordeaux et de Toulouse, villes qui ont toujours été jalouses l'une de l'autre et se sont cordialement détestées. Il avait rendu visite au président du Conseil Régional, Jacques Valade et lui avait fait part de ses intentions. Mais il a eu droit de sa part à un avertissement cinglant : "M. le Directeur, si jamais vous faites cela, l'INRA n'aura plus un centime du Conseil Régional d'Aquitaine !". Les choses en sont restées là. Grâce à l'appui de Jacques Valade et au soutien de Guy Paillotin, le centre de Bordeaux a pu disposer des moyens financiers qui lui ont permis de construire l'IBVM (l'Institut de Biologie Végétale Moléculaire). Je me souviens que la décision de construire l'IBVM a été prise en moins de dix minutes. Et ceci parce que j'avais une bonne introduction à l'université et qu'il s'agissait d'un institut mixte entre l'INRA et les universités de Bordeaux 1 et de Bordeaux 2. Il s'agissait d'une structure originale regroupant des chercheurs de l'INRA mais aussi différentes équipes universitaires. C'était la première fois que l'on parvenait à faire travailler ensemble les gens de Bordeaux 1 et ceux de Bordeaux 2, sans parler des gens de l'INRA et du CNRS. Je regrette un peu que cette volonté d'ouverture, qui s'était manifestée à la création de ce nouvel institut, se soit depuis quatre ans un peu effilochée.

Les Unités Mixtes de Recherche (UMR) créées par Claude Allègre pour "mélanger" les enseignants-chercheurs des universités et les chercheurs des EPST et EPIC sont arrivées lorsque l'IBVM commençait à fonctionner. La philosophie de l'IBVM était très précisément celle d'une UMR. En fait, le type de collaboration impliqué par les UMR fonctionnait depuis un quart de siècle sur le centre INRA de Bordeaux. Aujourd'hui, deux UMR, l'une de physiologie/biochimie/biotechnologie, l'autre de pathologie fonctionnent au sein de l'IBVM. Il ne faut pas être

devin pour prédire que, plus ou moins tôt ou tard, ces deux UMR fusionneront en une seule et ainsi on retrouvera l'IBVM tel qu'il avait été conçu au départ.

Êtes-vous encore à ce jour professeur en activité ?

Oui. J'ai demandé à être professeur en surnombre. Il existe en France un système tout à fait unique : quand un professeur atteint la limite d'âge, il peut demander à être nommé "professeur en surnombre", c'est-à-dire, en surnombre de son successeur, pendant trois ans. Cette disposition permet notamment d'assurer une certaine continuité dans l'enseignement et de transmettre le flambeau. J'ai demandé donc à être professeur en surnombre, ce qui m'a été accordé et ce qui a permis au ministère de ne pas désigner mon successeur pendant les trois années qui ont suivi. Je me suis donc retrouvé, non pas en surnombre, mais tout seul ! L'année dernière s'est présenté un très bon candidat qui venait de Suisse mais lorsque ses compatriotes ont appris qu'il risquait de venir à Bordeaux, ils lui ont fait des propositions plus avantageuses et il est resté en Suisse. Mais nous avons cette année un très bon candidat qui vient de l'Institut Pasteur de Paris et qui fera, je l'espère, l'affaire. Comme mon successeur n'est toujours pas désigné, j'ai été nommé, en juillet 1998, Professeur Émérite à l'université de Bordeaux 2.

Étiez-vous arrivé seul à Bordeaux ou déjà à la tête d'une équipe de recherche ?

Nous étions cinq à venir à Bordeaux. En outre, certains chercheurs étaient déjà sur place. Mais une "équipe" ne résulte pas seulement du nombre de gens mis côte à côte. Pour qu'elle marche, il faut que se créent ou se découvrent, entre les individus qui la composent, des atomes crochus. C'est une des raisons pour laquelle nous nous sommes séparés des physiologistes. Les 2/3 des personnels de la station sont allés en Physiologie végétale, mais le tiers est resté avec moi, composé surtout des jeunes. Le nouveau laboratoire que j'ai créé a bénéficié très rapidement des étudiants et des maîtres de conférences que je rencontrais à l'université. C'est surtout par ces jeunes universitaires que l'université a fait son entrée au centre. D'autres laboratoires, comme ceux de Pathologie végétale ou de Virologie, ont suivi plus tard mon exemple.

Qui décidait dans votre laboratoire de l'arrivée de nouveaux thésards ? Qui décidait de la thématique de recherche sur laquelle ils allaient réfléchir ?

Qui était chargé de la prospection d'allocations de recherche et du suivi de leur travail ?

Le laboratoire dont je fais partie reste une petite unité. Celle-ci comprenait deux directeurs de recherche, Monique Garnier² et Joël Renaudin, un chargé de recherche appelé à devenir également directeur de recherche et un maître de conférence universitaire. Si je me compte, il y a donc cinq scientifiques dans notre laboratoire auxquels s'ajoutent deux ingénieurs d'études et un assistant ingénieur sans oublier les techniciens. Les cinq scientifiques de notre laboratoire ont tous des étudiants de thèse et sont des gens que j'ai personnellement formés. Monique Garnier, Joël Renaudin, Colette Saillard sont, en effet, d'anciens étudiants de thèse que j'ai recrutés. Ils ont maintenant une cinquantaine d'années et ont leurs propres étudiants. Mais ce qui est très agréable au laboratoire, c'est que tous s'entendent bien

et collaborent ensemble, même si chacun a son domaine d'étude particulier. Chacun n'hésite pas à passer ses résultats aux autres si cela peut s'avérer bénéfique à l'ensemble.

Quels souvenirs avez-vous gardés de vos activités de président de centre et de vos fonctions comme directeur de laboratoire ?

Je suis heureux d'avoir contribué par mes actions en tant que président de centre à ouvrir davantage l'INRA sur le monde extérieur. C'est ainsi que j'ai réussi pendant vingt cinq ans à faire bénéficier les chercheurs qui étaient associés à l'université de Bordeaux 2 - pas seulement ceux de mon laboratoire - de crédits universitaires importants. Les chercheurs INRA ont obtenu, pour la première fois, la même "part chercheur" que les chercheurs du CNRS ou ceux de l'INSERM. Il faut dire que le CNRS et l'INSERM étaient traditionnellement plus associés à l'université que l'INRA. L'INRA et l'université étaient coupés et formaient des entités bien distinctes, qui ne parlaient pas le même langage et avaient rarement l'occasion de collaborer. Le centre INRA de Bordeaux a longtemps été celui qui a entre-tenu le plus de relations avec l'extérieur.

En tant que directeur de laboratoire, j'ai toujours été très attentif à garder des rapports étroits avec le terrain. Avant d'entrer à l'INRA, j'ai travaillé à l'IFAC qui est maintenant devenu l'un des départements du CIRAD. Ce dernier soutient toujours financièrement notre laboratoire et nous avons un contrat avec lui pour tout ce qui concerne les agents pathogènes, des *Citrus* en particulier. Je ne suis pas parti de l'IFAC en 1969 en claquant la porte, au contraire, et je continue à penser qu'il est nécessaire pour un laboratoire INRA de rester toujours en contact avec ce qui se passe à l'extérieur. Les chercheurs de notre laboratoire de Biologie cellulaire et moléculaire sont probablement ceux qui se sont le plus "baladés" sur le terrain, peut-être moins dans la région Aquitaine que dans le reste du monde, notamment à cause des spiroplasmés, des *liberibacters* et autres phytoplasmes de la tomate, des solanacées, de l'aubergine, du fraisier, ... J'ai toujours soutenu l'idée que les problèmes du terrain devaient alimenter la recherche non seulement appliquée mais aussi fondamentale et que vice versa les connaissances qui provenaient de la recherche fondamentale devaient toujours pouvoir être ré-investies au niveau du terrain. J'ai toujours prêché, en effet, pour un va-et-vient continu du terrain vers le laboratoire et du laboratoire vers le terrain, idée qui a depuis fait son chemin. Mais il convient d'avoir du goût pour cela ! Ceux qui n'en éprouvent pas ne doivent pas se sentir culpabilisés pour autant. Je connais dans mon laboratoire des chercheurs qui sont très efficaces à la paillasse mais qui n'ont aucun goût pour le terrain. Il serait absurde de leur en vouloir pour autant. Ce va-et-vient entre le terrain et le laboratoire doit être envisagé au niveau de l'ensemble du laboratoire et non pas au niveau de chacun de ses membres.

Il est important qu'un laboratoire reste en contact avec le concret et avec le monde professionnel mais il doit demeurer en même temps attentif à tous les avantages liés à une division intelligente du travail. Les présidents de centre doivent pouvoir suivre (voire précéder) les évolutions qui surviennent dans leur région. La région Aquitaine était tournée traditionnellement vers la production de fruits, la culture de la vigne, la production de bois. Les activités de recherche ont été contraintes d'évoluer

² Monique Garnier est décédée le 10 mai 2003.

avec l'essor des productions légumières. J'ai réussi, en effet, à faire en sorte que l'INRA s'intéresse davantage aux recherches sur les plantes à cycle court, d'où la création de la serre "concombres", par exemple. Mais le désir de coller aux changements de la demande qui se manifestent sur le terrain et d'être toujours à l'affût de nouvelles applications ne doit pas faire oublier les exigences de la recherche fondamentale. Si nous disposons à ce jour de techniques efficaces pour détecter des agents pathogènes, par des moyens moléculaires notamment, c'est parce que nous avons toujours réservé une place importante à la recherche fondamentale, et ces techniques de détection ne sont qu'une retombée directe d'un travail plus fondamental. L'INRA est certes un EPST qui a vocation à faire des recherches orientées, mais il ne doit jamais perdre de vue les approfondissements de mécanismes plus fondamentaux. Sans les travaux de recherches engagés sur les spiroplasmes, jamais nous n'aurions pu entreprendre ce que nous avons réalisé plus tard sur les phytoplasmes et les autres bactéries !

Pensez-vous que l'INRA traverse une crise d'identité en raison des difficultés qu'il connaît à maintenir cet équilibre dont vous parlez entre recherche appliquée et recherche fondamentale ? L'INRA a connu récemment une série de bouleversements : de nouvelles directions scientifiques ont été mises en place, mais leurs décisions sont prises à mon sens d'une façon insuffisamment concertée. Un exemple parmi d'autres : cette année³, notre soutien de base reconductible a été diminué de moitié. Au lieu de calculer ce dont un laboratoire comme le nôtre avait vraiment besoin, notamment en matière de serres, on a fixé les allocations de crédit en fonction de l'importance des effectifs. Comme nous ne sommes pas très nombreux, ce système de répartition par tête s'est traduit pour notre laboratoire par une diminution d'environ 50% de son budget primitif. C'est évidemment pour lui catastrophique. La direction scientifique me paraît, par ailleurs, trop obnubilée par les demandes immédiates de certaines professions. Si celles-ci méritent qu'on les considère, je ne suis pas partisan de leur donner satisfaction si elles doivent aboutir à sacrifier la recherche de base et dans dix ans à la faire disparaître. C'est ainsi qu'à l'heure actuelle, nous nous opposons à certaines orientations de la direction scientifique qui nous paraissent aller au détriment de la recherche fondamentale. Nous faisons déjà beaucoup en matière de recherche appliquée - ce dont les directeurs scientifiques ne se rendent pas toujours compte - et les décisions sont prises souvent trop rapidement et sans concertation suffisante avec les directeurs de laboratoire. La vie des directeurs de laboratoire tend aujourd'hui à devenir infernale, alors qu'il faudrait au contraire essayer de la leur rendre plus facile. L'absence de communication et de dialogue dont ils souffrent est de mon point de vue tout à fait regrettable.

L'insuffisance des crédits

mis à votre disposition vous a-t-elle obligé souvent à de longues démarches pour en chercher ailleurs ?

Nous avons obtenu des contrats avec le Brésil mais aussi en France avec divers organismes professionnels. Les contrats représentent plus du double de notre budget INRA mais leur obtention devient de plus en plus difficile. Il ne faut pas hésiter à rechercher des contrats. Ceux-ci montrent bien le rôle utile de

la recherche pour certains groupes professionnels mais il ne faut pas aller trop loin dans cette direction. C'est vrai surtout en ce qui concerne les postes : nous avons fait des pieds et des mains pour former des étudiants, ces dernières années. L'un des meilleurs que nous ayons eu dans notre laboratoire a fait ultérieurement trois stages post-doctoraux, mais nous n'avons pas encore eu les moyens de le recruter.



J. Bové et Nuria Duran-Vila, directrice du laboratoire d'étude des viroïdes, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), au seizième congrès de l'Organisation Internationale des Virologistes des Agrumes, Monterrey, Mexique, novembre 2004.

Comment s'opère au sein des laboratoires la répartition des crédits entre les chercheurs ?

Dans notre laboratoire, tout est mis dans un "pot" commun. Les gens qui ont obtenu un contrat versent les crédits correspondants dans un pot commun mais ils ne sont pas seuls à pouvoir les utiliser. D'autres collègues peuvent y avoir recours, quitte plus tard à renvoyer à leur tour la balle. C'est une règle que nous avons adoptée, qui convient à notre groupe et a le mérite de renforcer sa cohésion et son unité. Si l'on décide d'acheter un équipement, ce n'est pas une section seule qui décide, c'est l'ensemble du laboratoire qui donne son point de vue et on essaie de faire en sorte que ce soit le plus indispensable qui soit acheté.

Existe-t-il beaucoup de réunions au sein de votre laboratoire ? De quoi est-il question ?

Il y a des réunions qui se tiennent tous les lundis, présidées par le directeur du laboratoire. Les questions importantes sont inscrites dans un ordre du jour mais celui-ci reste toujours très ouvert. Il est question à la fois de problèmes d'organisation et de problèmes scientifiques. Les problèmes matériels sont abordés généralement en premier et sont suivis par un exposé scientifique.

La pathologie vétérinaire et celle des végétaux ont-elles beaucoup de points communs ?

Les agents pathogènes de l'homme, des animaux et des végétaux, que ce soient les mycoplasmes ou les bactéries, sont très voisins les uns des autres. Les mondes animal - l'homme y compris - et végétal s'interpénètrent. Les travaux que nous avons effectués en mycoplasmologie et notamment sur les spiroplasmes en donnent de nombreux exemples.

J'ai formé au laboratoire une jeune femme qui a passé son agrégation de médecine sur *Spiroplasma citri*. Aujourd'hui directeur du laboratoire de Bactériologie du CHU de Bordeaux, elle travaille sur les mycoplasmes humains. J'ai réussi, par ailleurs, à convaincre des scientifiques de s'intéresser à la mycoplasmologie vétérinaire en France. Dans un récent éditorial du *Journal de Pathologie Vétérinaire*, l'un des grands pathologistes du CNEVA (Centre National d'Études Vétérinaires et de l'Alimentation) a bien voulu rendre hommage à l'influence que j'avais exercée dans le développement de la mycoplasmologie vétérinaire en France. Je pense que c'est vrai aussi dans le domaine végétal. Il est intéressant de rappeler à qui s'intéresse

³ Cette interview date de 1998.

à l'histoire des sciences que c'est en 1898 que deux chercheurs célèbres en France - Nocard qui était en poste à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort et puis Émile Roux qui a été pendant 33 ans directeur de l'Institut Pasteur - ont pour la première fois cultivé le premier mycoplasme, celui de la péripneumonie bovine. Mais pendant la cinquantaine d'années qui a suivi, plus rien ne s'est passé. C'est un peu par hasard que j'ai repris le flambeau en travaillant sur les maladies des *Citrus*. J'ai réussi à redonner vie à la mycoplasmologie dans notre pays, non seulement dans le domaine des plantes, mais également chez l'homme et l'animal, transversalité qui me tient à cœur. Ceci dit, on peut s'interroger sur le fait qu'il n'y ait jamais eu vraiment de mycoplasmologie animale à l'INRA. La raison vient peut-être du fait que les pathologistes animaux à l'INRA avaient d'autres priorités et ont préféré laisser la mycoplasmologie animale au CNEVA. L'INRA avait signé un accord de coopération avec cet organisme : le travail que nous faisons avec la station de Ploufragan sur les mycoplasmes porcins en Bretagne était cité en exemple référence...

La maladie de la vache folle a-t-elle à voir avec les pathologies dont vous vous êtes occupé ?

Non, la maladie de la vache folle n'a rien à voir avec ce dont nous nous sommes occupés.

La crise de la vache folle qui a résulté de ces prions jusqu'alors peu connus apporte-t-elle des enseignements pour votre propre domaine d'étude ?

Nous avons contribué à mettre en évidence deux types d'agents phytopathogènes totalement nouveaux : 1) les spiroplasmes et 2) les bactéries du phloème. D'autres chercheurs ont mis en évidence aux États-Unis un troisième type d'agent pathogène sur les agrumes. Il s'agit des viroïdes. Tous ces agents pathogènes, (spiroplasmes, phytoplasmes, *liberibacters*, *phlomobacters*), assimilés à des virus, étaient inconnus il y a cinquante ans. C'est le cas aujourd'hui des prions dont le mode d'action est totalement différent de tout ce que l'on connaissait jusqu'alors. Le concept des maladies émergentes date d'une dizaine d'années et regroupe à la fois des maladies anciennes bien connues, comme la tuberculose mais aussi de nouvelles, comme justement la maladie de la vache folle, bien que la "tremblante" du mouton qui lui est voisine soit connue depuis un siècle.

Quels sont les moments de votre carrière où vous avez eu le sentiment d'être le plus heureux ? Est-ce dans les années 70 au moment où vous avez mis en évidence ces spiroplasmes ?

On ne se rend pas compte toujours sur le moment de la portée d'une découverte. Ce n'est qu'après que l'on se dit : "*Tiens, effectivement, ce n'était quand même pas si mal !*". C'est du moins ce que je me suis souvent dit. Quand nous avons découvert pour la première fois les spiroplasmes ou les *liberibacters*, nous ne nous rendions pas compte de l'importance que cela aurait. Ce que j'ai apprécié beaucoup, c'est d'avoir eu l'estime de mes pairs. C'est ainsi que je suis heureux d'avoir été élu membre de diverses Académies, non seulement françaises, mais également étrangères : Académie de Microbiologie des États-Unis, Académie des Sciences du Brésil et d'être nommé *fellow* dans la Société de Phytopathologie Américaine. J'ai également

été très heureux d'avoir obtenu en 1984 le grand prix de la société internationale de mycoplasmologie.

Est-ce qu'il y a eu dans votre parcours professionnel des voies que vous n'avez pas prises et pour lesquelles vous avez éprouvé quelques regrets ?

Non, pas vraiment. Je vous ai dit que j'avais fait ma thèse en virologie parce que je pensais que les maladies contre lesquelles je devais rechercher un traitement étaient dues à des virus. Nous avons travaillé en virologie pendant très longtemps, domaine dans lequel nous jouissions d'une bonne réputation, mais nous avons pris la décision, avec l'ensemble du personnel du laboratoire, de quitter l'étude des virus pour nous consacrer entièrement à celle des mycoplasmes. Notre dernière publication de virologie date de 1985. En 1970, nous avons commencé l'étude "sérieuse" des spiroplasmes. En 1985, les mycoplasmes étaient montés en puissance et comme nous ne pouvions pas tout faire, nous avons pris la décision d'arrêter toutes les recherches sur notre modèle virus.

A-t-il été question à un moment que vous deveniez chef de département ?

Oui. Jacques Poly me l'avait proposé dans les années soixante-dix mais j'ai refusé parce que je me trouvais trop jeune et que je souhaitais continuer mes recherches. Je considère, en effet, qu'on tend à confier les activités administratives et de gestion de la recherche à des gens trop jeunes. Ce sont hélas bien souvent ceux qui ne réussissent pas bien dans leur travail de recherche qui se rabattent sur la gestion de la recherche.

Avez-vous été confronté au cours de votre carrière à des problèmes d'ordre éthique ou déontologique ?

Les activités de recherche réclament une grande honnêteté intellectuelle. Il faut s'abstenir de publier des résultats erronés ou allant au-delà de ce qui a vraiment été prouvé. Il faut veiller toujours à bien séparer les faits établis de ce qui ne relève que de la spéculation. Il ne faut pas faire dire aux résultats que l'on a obtenus autre chose que ce qu'ils veulent dire. Il convient également de reconnaître les apports des prédécesseurs sans toutefois renoncer à son esprit critique. Pendant dix ans, nous avons mené une bataille contre un groupe qui prétendait avoir cultivé la bactérie du *greening*. Chaque fois nous posions la question suivante : "Comment savez-vous que la bactérie que vous cultivez est bien la bactérie du *greening* ?", jamais nous n'avons obtenu de réponse satisfaisante. Il s'est finalement avéré que la bactérie cultivée était un contaminant. Nous ne sommes pas les premiers à nous être bagarrés. Je me contenterai de citer un illustre prédécesseur, Louis Pasteur, ne disait-il pas déjà en substance : "Faire cracher sa vérité à la nature, c'est une chose, mais vouloir la faire admettre aux hommes, alors là !".

À l'issue de cet entretien, je voudrais rendre hommage à mes collègues et collaborateurs sans lesquels rien n'aurait pu se "faire", et en tout premier lieu à ma femme, Colette, qui a toujours été auprès de moi, a partagé mes joies et mes peines, et a fait preuve d'un rare esprit d'abnégation. ▲