



HAL
open science

Daniel Martouret : témoignage

Denis Poupardin, Bernard Desbrosses, Daniel Martouret

► **To cite this version:**

Denis Poupardin, Bernard Desbrosses, Daniel Martouret. Daniel Martouret : témoignage. Archorales : les métiers de la recherche, témoignages, 7, Editions INRA, 198 p., 2002, Archorales, 2-7380-1021-0. hal-02825821

HAL Id: hal-02825821

<https://hal.inrae.fr/hal-02825821>

Submitted on 6 Jun 2020

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

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



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

Martouret Daniel, Versailles, le 7 Octobre 1997

D.M. — Je suis né en 1925. Après mon baccalauréat passé sous l'Occupation en 1943, une fois la paix revenue, j'ai été admis à l'École Nationale d'Horticulture de Versailles (1946), où j'ai eu comme professeurs des chercheurs de l'INRA, comme Bernard Trouvelot, Pierre Limasset, Hermon Darpoux et Jean Bustarret. J'ai suivi également les cours de Guy Viel qui enseignait la phytopharmacie. J'ai gardé de leur enseignement un excellent souvenir et c'est peut-être une des raisons qui m'ont conduit à postuler, par la suite, à l'INRA.

D.P/B.D. — **Puis-je vous demander de quel milieu social vous êtes originaire ?**

D.M. — J'ai mes origines à Bois-Colombes, dans la banlieue parisienne : mon père était chef de la comptabilité d'une grande papeterie rouennaise et mes grands parents maternels agriculteurs. Mon grand-père avait eu la gestion d'une exploitation de 200 ha à Croissy-Beaubourg, en Seine-et-Marne, là où maintenant champignonne le béton de Marne-la-Vallée et où passe l'autoroute A4. Mais j'ai surtout connu mon grand-père quand, retiré sur ses terres, il exerçait encore quelques activités agricoles personnelles sur le plateau briard.

D.P/B.D. — **L'influence de votre grand-père est-elle intervenue dans le choix de votre carrière ?**

D.M. — Les vacances que je passais chez mes grands-parents, dans la Brie, près de Coulommiers, m'ont fait découvrir les plaisirs des champs et de la nature. Pendant la guerre aussi, j'ai été appelé à accomplir, comme beaucoup de jeunes de mon âge, le service rural et à participer l'été, pendant un mois ou deux, à des travaux agricoles, pour le compte d'un agriculteur.

D.P/B.D. — **Étiez-vous payé pour effectuer ce travail ?**

D.M. — On pouvait être payé en numéraire, mais en général, on préférait être payé en nature, ce qui à l'époque était considéré comme nettement plus intéressant. Le service rural permettait, en outre, d'établir et de garder des contacts avec la profession agricole, ce qui pouvait être fort utile en région parisienne, sous l'Occupation, pour diverses raisons.

D.P/B.D. — **Votre connaissance du milieu agricole explique-t-elle, après la guerre, votre entrée à l'École d'horticulture de Versailles ?**

D.M. — Oui, en partie, puisqu'ayant présenté simultanément ma candidature à "*Véto*" et à "*l'Horti*", dont les programmes des concours étaient les mêmes mais à des niveaux différents, c'est en fait la réussite au second qui a décidé de mon entrée à Versailles. Toutefois, au lieu de soigner des animaux, l'École d'Horticulture m'a amené à en détruire pour protéger les espèces végétales dont j'apprenais la culture. Je me suis orienté, en effet, vers la zoologie agricole, dès la seconde année de scolarité.

D.P/B.D. — **Pourquoi cette attirance vers la zoologie ? La personnalité de B. Trouvelot avait-elle joué un rôle dans votre orientation ?**

D.M. — Certes, B. Trouvelot a toujours eu une forte personnalité, tant auprès de ses élèves que de ses collaborateurs. Aux côtés du "*prof*" qu'il était, il y avait aussi la présence de Remi Coutin qui, sorti de

l'école quelques années auparavant, était devenu chef de travaux à la chaire de zoologie, après être entré à l'INRA. C'est surtout son enseignement qui nous a amené à nous intéresser aux divers ravageurs des productions agricoles. Par ailleurs, ayant obligatoirement à accomplir un stage chaque été, j'avais posé ma candidature aux possibilités offertes par l'INRA et c'est ainsi que j'ai découvert les recherches faites en zoologie agricole.

Mais j'aurais pu tout aussi bien m'orienter vers la pathologie végétale si l'opportunité s'était présentée. Dire que j'étais plus porté vers les insectes que vers les champignons, je ne le pense pas vraiment dans la mesure où mes travaux sur des insectes ravageurs de l'agriculture m'ont conduit, par la suite, à faire de la pathologie pour étudier leurs ennemis naturels : bactéries, virus et champignons. Je n'avais aucune aversion contre les petits organismes !

D.P/B.D. — Qu'avez-vous fait à la sortie de l'École d'horticulture ?

D.M. — C'est alors que j'étais encore élève à l'École d'Horticulture de Versailles que j'ai eu mon premier contact avec la Recherche Agronomique. En 1948, à l'occasion d'un stage, j'ai participé aux travaux du laboratoire de campagne des taupins, dans le Finistère, à Pleyber-Christ. C'était l'entomologie de l'époque ! Les chercheurs d'alors n'avaient pas beaucoup de moyens et restaient encore très attachés aux conceptions naturalistes. Ils observaient et identifiaient les espèces nuisibles, s'efforçaient de mieux connaître leurs cycles et leurs comportements et se mettaient en quête de moyens pour les combattre. Ils n'hésitaient pas à "*frapper fort*" parce qu'il s'agissait, à la sortie de la guerre, d'en finir avec les pénuries et de contribuer rapidement à la hausse des rendements.

Dans le cas présent, le problème était de combattre un ravageur qui s'attaquait aux plants de pomme de terre de sélection. Lorsque le ravageur était présent sur la culture, les plants ne pouvaient être commercialisés, ce qui entraînait évidemment une perte de revenu conséquente pour le sélectionneur. Quand je suis arrivé à Pleyber-Christ, j'ai participé aux expérimentations qui y avaient été installées. Dans des bacs d'enfouissement contenant chacun près d'un mètre cube de terre, il fallait rechercher pour les dénombrer des larves minuscules nouvelles-nées, après l'éclosion des œufs déposés par les femelles de l'insecte. A la pince souple, j'ai gratté ainsi la terre, particule par particule, mètre cube après mètre cube. Cette initiation à la recherche commençait par un travail minutieux, très "*terre à terre*". En fait, il fallait établir comparativement le développement de l'insecte dans les conditions culturales diverses d'un assolement en précisant ses préférences pour les racines des plantes cultivées dans les bacs en carrés latins.

D.P/B.D. — Quels étaient les dégâts causés par ces insectes ?

D.M. — Leurs larves ou "*vers fil de fer*" traversaient les tubercules. Les galeries qu'ils effectuaient dépréciaient beaucoup la valeur de la marchandise qui, une fois endommagée, ne tardait pas à s'avarier. Les recherches effectuées sur les taupins étaient dirigées par Jacques d'Aguilar, jeune assistant de recherches. Il faut croire que ce premier contact avec la zoologie ne m'a pas rebuté puisque l'année suivante, en octobre 1949, j'ai été intégré à l'INRA et affecté à la Station Centrale de zoologie Agricole de Versailles. J'ai effectué toutefois, avant mon recrutement un stage au laboratoire de campagne de Rivesaltes, où il s'agissait de trouver des moyens de lutte contre le capnode de l'abricotier et contre la mouche des fruits. Cette dernière s'attaquait aux abricots et aux pêches de la région méditerranéenne. Les armes n'étaient plus la pince souple, mais la pelle et la pioche. Le capnode était un insecte dont les larves s'introduisaient au collet de l'abricotier et se développaient pendant 3 à 5 ans dans le liber, à l'intérieur des racines ou à la base de la tige. A l'époque, on connaissait mal le mode de vie de cet insecte. Il fallait l'observer. C'est la raison pour laquelle quand le dépérissement d'un abricotier signifiait qu'il était attaqué, il fallait l'arracher, sans endommager les racines. Cela impliquait de creuser une véritable tranchée (1) autour afin de le sortir de sa motte, "*d'écorcer*" ses racines et de localiser les larves en fonction de leur âge (apprécié d'après la taille de leur capsule céphalique). C'était une épreuve de force redoutable pour un candidat chercheur zoologiste !

D.P/B.D. — Rivesaltes était-il considéré aussi comme un laboratoire de campagne ?

D.M. — Oui, ce laboratoire confié à Michel Féron, ACS qui préparait le concours d'assistant, dépendait administrativement de la chaire de zoologie de l'ENSA de Montpellier, sous la responsabilité du professeur Henri Delmas. Nous manquions alors de moyens aussi bien techniques qu'humains. Les postes étaient rares et il fallait frapper plusieurs fois à la porte des concours avant de pouvoir être reçu. M. Féron avait passé le concours d'assistant une année avant que je ne m'y présente et ensuite nous nous sommes retrouvés tous deux à poser ensemble notre candidature. C'était encore la période des vaches maigres ! Les moyens optiques restaient encore très limités : le plus souvent, c'était la loupe de poche personnelle qui était utilisée. Les laboratoires de campagne disposaient parfois d'une loupe binoculaire, mais jamais de microscope !

Le moyen de transport le plus courant était la bicyclette personnelle. A Rivesaltes, nous avons la chance d'avoir été dotés d'une moto, une 350 Terrot latérale, un luxe inouï ! Quand nous partions en moto dans les vergers pour y faire nos observations, la pioche était démontée : le manche et le fer mis dans le sac à dos de celui qui était sur le tan-sad et la pelle ficelée solidement sur le cadre du véhicule. Telles étaient les conditions du travail de l'époque !

D.P/B.D. — **Vous travailliez toujours en binôme ?**

D.M. — Oui. Compte tenu du fait que les journées étaient chaudes en été, dans le Roussillon, nous commençons à 6 heures du matin notre travail de sapeur. A 9 heures, l'arbre était mis à bas. Nous nous asseyions au bord de l'excavation pour épulcher les racines. A midi, enfin, tout couverts de cette poussière d'argile rouge du Roussillon, nous reprenions la moto pour aller prendre un bain au Barcarès et rentrer déjeuner à l'hôtel. Il y avait quand même de bons moments !

D.P/B.D. — **C'était vraiment une expédition lorsque vous partiez sur le terrain !**

D.M. — Oui, mais l'après-midi était consacrée aux travaux d'intérieur dans les locaux à usage de labo pour alimenter et entretenir les insectes qui y étaient mis en élevage ou en expérimentation et consigner par écrit les observations qui avaient été réalisées le matin sur le terrain.

D.P/B.D. — **Comment preniez-vous contact avec les agriculteurs dans les vergers desquels vous alliez faire "des trous" ?**

D.M. — C'était les dégâts commis par les insectes qui nous amenaient à aller sur tel ou tel verger. Souvent aussi, les attaques nous étaient signalées par les agents techniques du Service de la Protection des Végétaux, qui avaient en charge la circonscription phytosanitaire. Eux-mêmes pouvaient avoir été alertés par le ou les producteurs quand ils déploraient des dégâts à leurs récoltes (je pense notamment à celles des pêches). Les arboriculteurs qui nous sollicitaient nous réservaient toujours le meilleur accueil.

D.P/B.D. — **Combien de personnes travaillaient ensemble dans ces laboratoires de campagne ?**

D.M. — C'était éminemment variable : en Bretagne, pour l'étude des taupins, nous n'étions pas moins de cinq ensemble sur le terrain. Sous la direction scientifique de J. D'Aguilar, nous travaillions en équipe avec un agent technique de l'INRA et deux contractuels qui appartenaient à la Fédération Nationale des producteurs de plants de pommes de terre (FNPPPT).

A Rivesaltes, j'étais seul avec Michel Féron, le responsable des investigations. Les séjours en labo de campagne duraient souvent plusieurs mois en fonction de la période pendant laquelle l'activité déprédatrice des insectes ravageurs pouvait être observée dans la culture.

D.P/B.D. — **Qui avait décidé des ravageurs à combattre ? Quelles raisons avaient poussé à s'attaquer au taupin, en Bretagne ou au capnode de l'abricotier dans le Roussillon ?**

D.M. — Ce sont essentiellement les besoins de l'économie agricole qui décidaient la mise au point de la protection d'une production végétale contre les dégâts provoqués par tel ou tel insecte déprédateur. Le concept de labo de campagne revient à B. Trouvelot : selon lui, il fallait aller "*débusquer*" le ravageur là où il commettait des dégâts, apprécier les conditions de son comportement et de son évolution sur place, dans la culture, y rechercher ses éventuels ennemis naturels, comprendre enfin les motifs de ses proliférations et rechercher tous les moyens à mettre en œuvre pour les contenir. C'était déjà de l'écologie appliquée ! B. Trouvelot avait monté plusieurs laboratoires de campagne sur le doryphore dans lesquels avait travaillé Pierre Grison. Évoquant les moyens de travail très frustes dont il disposait alors, celui-ci m'a raconté souvent qu'à l'occasion de ces labos de campagne, il avait été amené à construire une étuve en creusant un trou dans la terre, en la recouvrant avec un couvercle en bois et en mettant une lampe à pétrole dans le trou à côté pour la chauffer. Faute de matériel, il avait été conduit aussi à fabriquer une balance romaine avec une règle et du fil de fer. J'ai connu aussi cette période où on disait que l'INRA tenait grâce au "*fil de fer, aux allumettes et au rhodoïd (2)*" ! Il fallait, en effet, tout faire soi-même !

Malgré le manque de moyens et l'isolement qui pesait souvent à la longue, il y avait généralement une bonne ambiance dans ces laboratoires de campagne et une grande camaraderie. Mais la liberté très grande, dont jouissaient ceux qui travaillaient ainsi sur le terrain a pu avoir, pour certains, des conséquences graves sur leur santé ou leur vie familiale...

D.P/B.D. — **B. Trouvelot est connu surtout pour ses engagements dans la lutte contre le doryphore. Il avait créé, en effet, divers laboratoires de campagne à Ahun, dans la Creuse, puis à Chabanais, dans les Charentes en vue d'enrayer la progression de ce ravageur, arrivé à Bordeaux avec les troupes américaines durant la première guerre mondiale. Jeune entomologiste, vous avez participé également à la lutte contre le doryphore. Pourriez-vous évoquer l'étude qui vous avait alors été confiée sur les migrations de cet insecte vers les îles anglo-normandes ?**

D.M. — Dans les années 1949-50, j'ai participé aux études faites dans un laboratoire installé dans le département de la Manche (3) et placé sous la responsabilité de Jean-René Le Berre pour étudier la migration des doryphores partant du territoire français pour gagner les îles anglo-normandes. En effet, pendant la guerre, le doryphore avait envahi ces îles occupées et infesté les cultures de pommes de terre de primeurs. A la fin des hostilités, les Anglais ont cherché à se débarrasser une fois pour toutes de ces insectes en s'abstenant pendant 4 ans de cultiver cette plante de façon à les priver de nourriture. La culture de pommes de terre primeurs à destination de l'Angleterre a repris en 1949. Mais le doryphore est réapparu à cette époque et la question s'est posée de savoir comment il pouvait se réintroduire dans ces îles. Les habitants de Jersey et Guernesey accusaient volontiers la France de les infester à partir des champs de pommes de terre, isolés par les haies du bocage et cultivés dans le département de la Manche pour la consommation familiale et l'élevage des porcs. Ces champs ne faisaient jamais l'objet d'interventions insecticides et les doryphores avaient tendance, à y pulluler. Intrigué, le Commonwealth Institute avait mis en évidence le fait que des doryphores parvenaient à atteindre les côtes de Jersey et de Guernesey où ils débarquaient sur les plages dans les laisses de mer, au gré des marées.

Quelle a été ma participation dans ce travail ? Étant en vacances, en 1949, dans la région, P. Grison m'avait demandé d'étudier les mécanismes par lesquels les doryphores parvenaient à flotter et à survivre sur l'eau. Ayant observé ces insectes en flottaison, j'ai pu constater qu'ils pouvaient survivre à la surface de l'eau de mer pendant une dizaine de jours. Formant de petits dômes qui faisaient prise au vent, ils pouvaient être entraînés par le vent, les vagues et le renversement des courants, qui surviennent à chaque marée, et gagner de cette façon les côtes de Jersey. Restait à repérer les endroits de la côte française d'où ils pouvaient s'envoler. Ayant affrété une embarcation, Henri Chevin a entrepris de jeter à la mer des rondelles de bouchons, peintes en bleu, en jaune, en vert, en rouge, depuis divers sites de la côte du département de la Manche, de la Hague jusqu'au Mont Saint-Michel. Effectivement, il a constaté, quelques jours après, l'arrivée sur les côtes de Jersey de certains bouchons, poussés par le vent, et simulant bien le débarquement des doryphores. Restait à résoudre encore le problème agronomique : les adultes de doryphore sortent de terre où ils sont restés enfouis pendant l'hiver et grimpent, un beau jour, sur les plants de pommes de terre qu'ils commencent à

Réunion de clôture du laboratoire de campagne du Doryphore à Denneville, Manche. Henri Chevin, au centre, commente dans un exposé magistral, les résultats obtenus. Dans l'assistance franco-anglo-normande, de droite à gauche, Renaud Sylvestre de Sacy, Bernard Trouvelot, Pierre Grison et ... ? Tout au fond, au centre, Jean-René Le Berre (juillet 1956).



consommer. C'est ce comportement qu'ont utilisé J.R. Le Berre et H. Chevin en considérant des doryphores enfouis au centre d'une cage aux mailles suffisamment larges pour laisser passer l'énergie solaire, mais pourvue d'une barrière intérieure verticale infranchissable à la marche. Ils ont constaté que les doryphores sortaient de terre, se hissaient sur des petits bâtons disposés comme supports, s'échauffaient et emmagasinaient de l'énergie solaire. Par temps chaud et orageux, ils s'envolaient mais, ne pouvant s'échapper, se retrouvaient sur les parois de la cage. On a pu déterminer ainsi les conditions dans lesquelles ils volaient. Ce dispositif de la cage d'envol a été utilisé comme poste d'avertissement et confié à des observateurs locaux, par exemple à des instituteurs post-scolaires. Après le constat d'un envol dans la cage, on avait acquis la probabilité que le doryphore allait débarquer quatre jours plus tard à Jersey. Il suffisait alors d'envoyer un télégramme pour donner l'alerte et mobiliser sur les plages anglo-normandes des équipes de lutte, armées de lance-flammes. C'est ainsi que le problème de la contamination des îles anglo-normandes a pu être résolu. En 1954, s'est tenue une cérémonie internationale dans le Cotentin pour fermer le laboratoire du doryphore, mais je ne pense pas qu'il y ait eu alors construction de stèle ou de monument commémoratif, comme B. Trouvelot en avait instauré la tradition auparavant pour les labos de campagne.

D.P/B.D. — A quel emplacement se trouvait la Station Centrale de Zoologie Agricole dans laquelle vous avez travaillé à vos débuts ?

D.M. — Ses locaux se trouvaient à la place de la cantine actuelle. Le bâtiment a été complètement transformé, il y a deux ans. Maintenant la zoologie est réduite à sa plus simple expression. Il ne reste plus que quelques systématiciens pour identifier les ravageurs éventuels.

D.P/B.D. — Quels étaient, à Versailles, les chercheurs et les techniciens qui travaillaient dans cette discipline, au début des années cinquante ?

D.M. — A la station de Zoologie agricole de Versailles où régnait B. Trouvelot, le directeur central de la discipline, coexistaient deux équipes de chercheurs entomologistes animées, l'une par Lucien Bonnemaïson, l'autre par P. Grison. A cette époque, chaque équipe comprenait un ou deux assistants,

Menhir commémoratif érigé à Kergalein, sur les lieux du laboratoire de campagne des Taupins, à Pleyber-Christ. Les initiales figurant sur le monument sont celles de Jacques d'Aguiar, François Quéméré, Rémi Huet, Henri Chevin, Raymond Ham, Albertus Burgerjon, Daniel Martouret, qui ont participé aux recherches entreprises dans cette unité (inauguré le 6 septembre 1951).



plusieurs ACS et quelques agents techniques. Il faut ajouter la présence d'une troisième équipe consacrée aux petits vertébrés, oiseaux et rongeurs, animée par Jacques Giban, d'un chercheur nématologiste Maurice Ritter et celle d'un biométricien Jacques Arnoux.

Un ingénieur adjoint encadrant quelques ORA (ouvriers du régime agricole) avait la charge de l'entretien des cultures nécessaires aux préoccupations de chaque chercheur, deux secrétaires, une documentaliste-bibliothécaire et un ORG (ouvrier du régime général), responsable de l'atelier, complétaient l'effectif.

L'organisation des recherches était encore conçue espèce par espèce. Au sein de chaque équipe, chaque chercheur était généralement associé à une espèce d'insecte ravageur (très exceptionnellement à plusieurs) responsable des dommages économiques subis par une même production végétale. C'était ainsi que B. Trouvelot qualifiait ses chercheurs et leur émiettait parcimonieusement, espèce par espèce, les crédits dont il disposait. P. Grison poursuivait ses recherches sur le doryphore. Dans son équipe, R. Coutin était spécialiste de carpocapses sur les pommes, les châtaigniers, avant de s'attaquer aux cécidomyies du monde entier, J.R. Le Berre s'occupait de criquets migrants et M. Féron de mouches des fruits. Peu de temps après mon recrutement, B. Trouvelot m'a proposé de m'affecter aux insectes ravageurs du pommier à cidre, sujet qui bénéficiait d'un fonds de concours offert par le Groupement national des Industriels cidriers (GNIFC) pour améliorer la production de cidre et d'alcool des prés-vergers de l'Ouest. C'est ainsi que je suis entré dans l'index des chercheurs sous l'étiquette "*étude les populations de chenilles défoliatrices du pommier à cidre, hyponomeutes et cheimatie*". Il s'est agi pour moi d'établir l'opportunité des mesures d'intervention phytosanitaire en tenant compte de l'équilibre biologique de ces ravageurs dans l'agro-écosystème du pré-verger.

Consécutivement à mes débuts, de grandes opérations phytosanitaires avaient été montées en vue d'accroître le rendement de grandes cultures, à l'aide d'insecticides organochlorés, DDT, HCH, etc. qui semblaient être la panacée universelle. Des investigations avaient été lancées notamment à Etrépagny pour combattre les hannetons avec le concours de l'Institut Technique de la Betterave (l'ITB). Celles-ci ont été poursuivies, deux ou trois ans plus tard, à Bresles, près de Beauvais, pour tenir compte de la durée du cycle biologique de cet insecte. D'autres ont été effectuées plus tard à Attignies, dans les Ardennes. Il s'agissait de détruire les adultes avant qu'ils ne viennent pondre dans les cultures.

Pour lutter contre les doryphores et les taupins qui proliféraient dans la campagne de Caen, en 1949, l'HCH paraissait aussi le remède le plus efficace. Il faut dire que les connaissances que l'on avait des populations et des interférences dans les chaînes alimentaires restaient encore très frustes et on commençait seulement à se préoccuper de l'action des traitements sur l'entomofaune utile, c'est à dire sur les ennemis naturels des ravageurs, eux-mêmes. Je me souviens avoir vu Émile Biliotti à quatre pattes sur des bâches, avec un aspirateur à mouches en train d'aspirer des insectes qui avaient été tués par des pulvérisations aériennes. On commençait à prendre conscience que des pesticides à très longue persistance, comme l'HCH, pouvaient être absorbés par les végétaux cultivés ultérieurement dans les aires traitées, en leur communiquant des goûts de nourriture désagréables aux consommateurs et leurs résidus ont pu même être décelés dans le lait des vaches ayant pâTURÉ les mêmes lieux.

Par la suite, le lindane ou isomère gamma de l'HCH n'avait pas les mêmes inconvénients, mais il n'était guère davantage biodégradable et son utilisation est maintenant interdite. La connaissance des inconvénients présentés par ces interventions phytosanitaires pratiquées à grande échelle à l'aide de matières actives qui se révélaient non dépourvues d'effets secondaires indésirables, impliquait de recourir à d'autres méthodes : celles-ci devaient notamment procéder d'abord à l'étude des populations du ravageur, recenser les divers facteurs abiotiques et biotiques naturels qui en déterminent les pullulations avant d'essayer de faire pencher la balance au bénéfice de la production en jouant si possible avec tel ou tel facteur antagoniste. Ce faisant, il fallait non seulement dénombrer les populations du ravageur, mais aussi mesurer l'impact des auxiliaires biologiques, parasites ou prédateurs, qui avaient un rôle bénéfique et méritaient à ce titre d'être protégés. Il fallait considérer non plus des individus isolés, mais observer et dénombrer des populations entières dans leur milieu naturel. Ainsi, il a fallu avoir recours à une autre discipline scientifique, la biométrie. Il se trouve que Jacques Arnoux, transfuge de la zoologie agricole, avait travaillé sur les populations de hannetons et de puceons et s'était pris de passion pour les mathématiques, ayant découvert l'intérêt qu'elles pouvaient présenter pour l'étude des populations. Je me souviens de sa première calculatrice, une Vaucanson

à main, qui sonnait au bout d'une multiplication ou d'une division. Quand, emporté par l'élan, on avait dépassé le résultat, il fallait tourner à l'envers ! Ensuite, il a été équipé de calculatrices électriques, la Friden, au crépitement assourdissant, puis la Monroe beaucoup plus discrète et enfin les ordinateurs.

Quant à moi, procédant par prises d'échantillons suivies d'élevage, je me suis intéressé aux populations d'hyponomeute du pommier. La chenille de cet insecte se nourrit des feuilles de l'arbre, avant de se nymphoser. L'adulte, blanc avec des points noirs, est un petit papillon nocturne qui va déposer ses oeufs sur l'écorce du pommier. A l'éclosion, les jeunes chenilles qui en sortent restent sous la coque de ponte pendant tout l'hiver. Au printemps, elles redeviennent actives et minent alors les jeunes feuilles. D'où ce nom d'hyponomeute qui renvoie à la notion de mine.

Je me suis préoccupé également de la cheimatobie, qui est une autre chenille défoliatrice du pommier. A propos de cette dernière espèce de Lépidoptères, il est vrai que les insectes peuvent pulluler et pas seulement dans un milieu clos comme la cale d'un navire, ainsi que le montrent certains films. Qu'on en juge : sur la couronne d'un pommier à cidre haute tige, de quelques huit mètres de diamètre et dont la surface des feuilles "*un peu en dentelle*" pouvait être estimée consommée à 50 %, il a été dénombré par gaulage pas moins de 40 000 chenilles de cette espèce. Il est sûr que de pareils effectifs sont difficilement concevables à l'échelle humaine : la prédation exercée par les mésanges, pourtant non négligeable, demeure insuffisante pour réduire sensiblement cette surabondance de proies.

D.P/B.D. — Tout en suivant des cours de biologie à la Faculté pour compléter votre formation, vous participiez aux travaux de votre laboratoire de recherche. L'approche nouvelle que vous avez développée pour aborder l'étude de la dynamique des populations requérait-elle alors des moyens techniques différents ?

D.M. — Personnellement, j'ai quantifié les populations d'hyponomeute du pommier par capture, à l'aide de pièges lumineux (4) d'un modèle standard. Le nombre d'insectes capturés donnait un indice de l'importance de la population, mais il fallait tenir compte des facteurs climatiques qui jouaient sur l'activité de vol des papillons. C'était alors J. Arnoux qui traitait les données que nous recueillions en vue d'apprécier l'interaction des différents facteurs biotiques et abiotiques sur les fluctuations de populations.

D.P/B.D. — Intervenait-il dans la définition de vos protocoles expérimentaux ?

D.M. — Tout à fait, car en premier lieu, il nous apportait son concours pour établir en grandeur et en nombre les dimensions de l'échantillon à observer ou à prélever pour qu'il soit représentatif des populations visées dans leur milieu. Le pré-verger de pommiers dans lequel j'ai commencé mes recherches, près de Bernay dans l'Eure, recouvrait une trentaine d'hectares (5). Plus tard, lorsque je suis intervenu dans le Briançonnais, les observations ont porté sur une population de tordeuses du mélèze, occupant une vallée alpine sur près de 3 000 hectares de mélèzein. C'est dire combien ces techniques de dénombrement exigeaient une infrastructure importante et un grand nombre de manipulateurs. Concernant le pommier à cidre, les études de population des ravageurs n'ont pu recevoir longtemps les développements qu'elles réclamaient car dès les années 1954-55 la politique agricole, réorientée vers la production laitière et celle des jus de fruits, n'était plus favorable au système associant l'herbe et le pommier dans un pré-verger. La suppression des fonds de concours, transformés en primes à l'arrachage, m'a contraint à alléger considérablement mes investigations sur le sujet et même, la mort dans l'âme, à envisager leur abandon. On m'avait dit alors : "*si tu veux trouver, il faut chercher...*". Je n'ai pas été long à comprendre qu'il fallait commencer d'abord par "*trouver ... un sponsor pour pouvoir chercher*" ! Pendant ce temps, P. Grison, qui n'entendait négliger aucune des potentialités antagonistes offertes par la nature, avait été séduit par la lutte biologique et il songeait à exploiter l'utilisation des germes entomopathogènes pour combattre les insectes nuisibles, en reprenant une idée déjà émise par Louis Pasteur, quelques décennies auparavant.

Il avait, en effet, rencontré à la station séricicole d'Alès, sous la direction d'André Schenk, en la personne de Constantin Vago, un chercheur qui avait été d'abord affecté à l'étude des maladies du ver

à soie. Puis le sujet n'étant plus porteur, vu la concurrence faite à la sériciculture française par celle des pays asiatiques, C. Vago s'était reconverti en se consacrant à l'étude des virus, microsporidies, bactéries, champignons parasites d'insectes, démontrant ainsi ses compétences et ses motivations pour la recherche fondamentale.

D.P/B.D. — C. Vago avait-il une formation d'universitaire ou d'agronome ?

D.M. — Son cursus était assez compliqué. D'origine hongroise, il avait soutenu dans son pays une thèse vétérinaire, mais avait été contraint de s'expatrier en France pendant la guerre. Recruté à l'INRA, on lui avait confié l'étude des maladies du ver à soie, en raison de sa formation et il a soutenu en France une nouvelle thèse de doctorat-ès-sciences sur ce sujet. Parvenu directeur de la Station de recherches de pathologie comparée à Saint-Christol-lès-Alès, il est devenu par la suite membre de l'Académie des sciences.

D.P/B.D. — Dans le cadre de ses activités visant au progrès de la recherche appliquée, P. Grison avait-il des rapports scientifiques fréquents avec C. Vago ?

D.M. — P. Grison était un tacticien, à la recherche de procédés efficaces pour protéger les cultures. C. Vago était lui un fondamentaliste. Malgré les différences qui existaient dans leurs approches, ils s'estimaient mutuellement et avaient plaisir à échanger leurs résultats. P. Grison, qui était acquis à l'intérêt de la lutte biologique, m'a envoyé, dès 1954, faire des stages de spécialisation chez C. Vago. Cependant nous ignorions encore si nos premières manipulations de germes entomopathogènes, tels que virus de la chenille processionnaire du pin ou bactérie, *Bacillus thuringiensis*, dans des locaux inadéquats, sans isolement sanitaire, ne comportaient pas des risques de contamination vis-à-vis des autres élevages d'insectes effectués par nos collègues dans les mêmes locaux de la station à Versailles. Les germes étudiés étaient spécifiques des insectes, mais pas forcément d'une espèce précise (6). C'est la raison pour laquelle P. Grison avait estimé prudent et nécessaire de s'isoler. Mais où installer le laboratoire de lutte biologique qu'il avait en projet ? Là où il y avait de la place et où il ne risquait pas de gêner autrui. C'est ainsi que nous avons été les premiers chercheurs à s'implanter en pionniers sur le domaine INRA de la Minière, à Guyancourt. Son responsable Jean Lequiniou ne voulait pas croire à notre implantation et il avait encore ensemencé les parcelles, qui nous avaient été attribuées, étant hostile à cette première intrusion sur son domaine "d'un commando de blouses blanches". Cela n'a pas empêché par la suite d'avoir d'excellents rapports avec lui !

D.P/B.D. — Quelles étaient les autres expérimentations qui avaient lieu à la Minière, lorsque vous y êtes arrivé ?

D.M. — Des essais variétaux étaient installés dans ce domaine de 250 hectares par la Station d'Amélioration des plantes. Les terres qui avaient servi à l'expérimentation de nos collègues étaient remises en assolement pendant 3 ou 4 ans pour les homogénéiser et les remettre dans leur état initial de façon à pouvoir procéder par la suite à d'autres essais dans des conditions comparables. D'autres parcelles du domaine étaient affectées à l'usage des zootechniciens de Jouy-en-Josas. On y comptait notamment des ruminants en stabulation et aussi un élevage avicole, qui a été rapidement transféré à Monnaie, près de Tours.

D.P/B.D. — Vous entendiez-vous mieux avec les représentants de la Station d'amélioration des plantes de Versailles qu'avec les zootechniciens de Jouy-en-Josas ?

D.M. — Dans le secteur des productions végétales, nous n'avions évidemment pas les mêmes préoccupations que nos collègues de Jouy, mais nous avons toujours eu avec tous d'excellents rapports.

D.P/B.D. — En quelle année avez-vous déménagé ? Comment s'est faite votre installation dans votre "laboratoire annexe", qui a pris plus tard le nom de Station de Lutte biologique et de Biocénotique de la Minière ?

D.M. — L'installation à la Minière s'est faite en 1954. Cette année-là, un premier ménage d'agents techniques y a élu domicile, lui gardien et jardinier, elle agent technique au labo.

Nous étions dépourvus singulièrement de moyens ! A l'époque, nous songions à récupérer des baraques en bois qu'on avait installé dans les communes pour héberger les populations sinistrées à la suite des bombardements. Heureusement, Marc Ridet, le chef du Service financier de l'INRA, a été, à l'époque, un financier compréhensif à notre égard. Pour encourager des chercheurs méritants et audacieux, il n'a pas hésité à leur ouvrir quelques crédits. C'est grâce à lui que nous avons pu nous installer d'une façon plus confortable pour manipuler des germes entomopathogènes. A la fin de l'année 1954 a été édifié un premier laboratoire "*en dur*" dont nous avons fait les plans, en fonction de nos besoins. Des chambres climatisées d'un volume suffisant ont été aménagées avec des sas d'isolement et des tubes U.V. germicides pour éviter les contaminations d'un secteur à l'autre risquant de fausser nos observations ou nos expérimentations.

La seule baraque en bois qui a été remontée finalement à la Minière a été celle de l'ancienne école Sainte-Marie de Trappes : elle nous a servi à la fois d'atelier, de cantine et de garage, puis de magasin de stockage, avant de disparaître dans un incendie accidentel.

D.P/B.D. — Pourriez-vous évoquer l'ambiance qui régnait dans votre laboratoire. Je crois que si on y travaillait beaucoup, il y avait aussi de grands moments de "rigolade".

D.M. — Incontestablement, P. Grison contribuait beaucoup à créer l'ambiance qui régnait dans son laboratoire. Directeur, il savait rester, en effet, très proche de ses collaborateurs. Il n'était ni austère ni distant, sa porte restait toujours ouverte. On pouvait toujours le déranger s'il y avait un problème à régler. Il s'arrêtait volontiers dans son travail pour nous accueillir et nous écouter. Sur le terrain, c'était pareil. Il n'hésitait pas à mettre la main à la pâte. Au Ventoux, c'était lui le chef des opérations d'épandage, quand il fallait par hélicoptère disperser une centaine de tonnes de poudre à base de virus, à raison de 30 kg par hectare. Il payait vraiment de sa personne et ne faisait pas de différence entre ses collaborateurs : tous se trouvaient également considérés !

D.P/B.D. — Comment vos travaux se sont-ils réorientés dans votre nouvelle station ?

D.M. — Les recherches préliminaires que nous avons faites sur *Bacillus thuringiensis* avaient laissé entrevoir l'intérêt agronomique de cette bactérie entomopathogène à laquelle l'Institut Pasteur avait entrepris, par ailleurs de consacrer des études dans plusieurs domaines (microbiologie, sérologie, biochimie et technologie). Pour ma part, j'ai été chargé de définir le spectre de spécificité et son activité entomopathogène vis-à-vis des Lépidoptères phyllophages ravageurs de nos productions végétales et d'établir les conditions dans lesquelles les préparations bactériennes pouvaient efficacement combattre les espèces susceptibles. Mes investigations ont été effectuées d'abord avec les premières formulations expérimentales obtenues par l'Institut Pasteur, puis



Pierre Grison et Daniel Martouret sur le terrain, au Mont Ventoux, en 1956.

avec celles proposées par l'industrie de fermentation. En transposant la méthodologie classique des essais "en parcelles" et de ceux "de plein champ" à l'échelle de la pratique agricole, j'ai pu constater que les formulations encore empiriques du complexe spores-cristal de la bactérie étaient :

- utilisables à la manière d'un insecticide d'ingestion contre un grand nombre d'espèces sensibles de chenilles défoliatrices agricoles et forestières, tels que les pieridae sur les cultures maraichères, *Actia caja* sur la vigne, *Hyponomeuta malinellus* sur le pommier ou *Thaumetopoea pityocampa* sur les peuplements de pin.
- inoffensives pour l'homme et les vertébrés supérieurs, ce qui autorisait leur emploi sur des cultures vivrières même peu de temps avant la récolte.
- non dangereuses pour les insectes entomophages et les butineurs (à la différence de la plupart des traitements chimiques).
- stables et faciles à conserver.

Encouragé par ces premiers résultats pratiques prometteurs, tout en continuant d'expérimenter avec l'industrie pour la mise au point de formulations pratiques plus performantes, c'est en collaboration avec Marguerite-Marie Lecadet du Laboratoire de biochimie microbienne, animé par Raymond Dedonder à l'Institut Pasteur, que j'ai entrepris des recherches approfondies pour démontrer les mécanismes par lesquels se manifeste l'action insecticide sélective de la bactérie.

On savait qu'en sporulant *Bacillus thuringiensis* émet avec la spore un corps rhomboédrique, réfringent, baptisé "cristal". On a découvert que ce cristal est, par ingestion, à l'origine de la toxicité, qui chez les espèces sensibles se manifeste par un arrêt quasi-immédiat de la prise de nourriture, phénomène particulièrement intéressant, puisque même si la mort ne survient pas de suite, les dégâts au végétal se trouvent arrêtés. Les recherches conduites avec M. M. Lecadet ont d'abord mis en évidence que c'est l'hydrolyse du cristal de nature protéinique par le chyle intestinal de l'insecte, qui est la clé de la toxicité. Pour procéder "in vitro" à l'étude du fractionnement du cristal, il m'a fallu fournir au biochimiste du chyle intestinal de piéride de chou, puis de ver à soie (7). Pour chaque espèce, la production a atteint près de deux litres en faisant régurgiter goutte à goutte et larve par larve des chenilles ayant atteint le dernier stade larvaire ; les prélèvements de cette "bave" étaient congelés aussitôt pour en conserver les enzymes actifs.

A l'aide de cette production "artisanale", le fractionnement du cristal a pu être réalisé "in vitro" et nous avons appris que sa nature polypeptidique donnait lieu après hydrolyse à la libération de plusieurs fractions peptidiques parmi lesquelles il fallait rechercher la toxicité à l'aide des tests biologiques effectués dans mon laboratoire sur des chenilles de *P. brassicae*. Puis, après avoir eu recours à la "bave" pour obtenir l'hydrolyse du cristal, les biochimistes nous ont proposé de substituer à ses protéases biologiques des produits doués de propriétés comparables, mais mieux déterminées et permettant de fractionner le cristal-toxine dans des conditions moins empiriques. Ces recherches fondamentales, dont l'objectif était d'isoler et de définir la fraction toxique du cristal de *Bacillus thuringiensis* pour en maîtriser la spécificité, se sont poursuivies toujours en association avec M. M. Lecadet et l'équipe dont elle était devenue l'animatrice à l'Institut Pasteur. A mon départ en retraite, après plus de deux décennies d'investigation, nous étions parvenus, avec le concours de Didier Lereclus et celui de Vincent Sanchis-Borja, à exprimer le gène de la toxine et à le coder pour envisager son introduction dans le génome de la plante à protéger : c'était alors les tout débuts de la transgénie.

Ces recherches qui impliquaient des manipulations fort délicates constituent un exemple de ce que les scientifiques devaient effectuer d'abord au laboratoire, avant de pouvoir songer à des actions plus vastes sur le terrain !

D.P/B.D. — La piéride du chou et le ver à soie étaient-ils considérés alors comme des espèces modèles ?

D.M. — Ils étaient considérés, avant tout, comme des supports techniques commodes pour nous livrer à des essais comparatifs. Des méthodes d'élevage standard avaient été mises au point pour la piéride, comme pour le ver à soie. Mais pour avoir constamment des piérides sous la main, nous avions besoin d'avoir à notre disposition du chou toute l'année (Le temps n'était pas encore venu de l'emploi des aliments artificiels dans lesquels on incorporait de la poudre de chou). Or, produire du chou toute l'année n'était pas une activité horticole insurmontable ! Heureusement, nous disposions de serres à la Minière. En réalité, elles étaient d'occasion : c'étaient celles d'un horticulteur qui avait été

contraint de cesser son exploitation. Démontées à Bougival, elles avaient été remontées à la Minière. Après 1960, les aides financières de la DGRST nous ont permis d'avoir à notre disposition des moyens d'action mieux adaptés à nos besoins.

D.P/B.D. — L'appartenance de P. Grison à divers comités de cet organisme a dû faciliter beaucoup, j'imagine, l'octroi de crédits à sa station de lutte biologique ?

D.M. — Oui, sans aucun doute, mais il faut préciser que ces crédits nous ont toujours été accordés pour la mise en œuvre de contrats de recherche auxquels la DGRST avait donné son aval au vu des projets présentés. J'ai moi-même été successivement responsable de plusieurs contrats DGRST concernant notamment des programmes de production par multiplication des corps d'inclusion de virus entomopathogènes.

C'est ici qu'il me faut ouvrir une parenthèse dans mes activités scientifiques, avec ma contribution à la production de masse des corps d'inclusion de la virose à polyèdres cytoplasmique de la chenille processionnaire du pin.

P. Grison avait fait le projet d'expérimenter les potentialités épizootologiques de ce germe, le Smithiavirus pityocampae, qui avait été isolé par C. Vago et qui lui semblait être l'arme biologique adéquate pour combattre expérimentalement la chenille processionnaire dans les peuplements de pins noirs d'Autriche qu'elle envahissait de façon chronique sur les pentes nord du Mont Ventoux (8).

La production de la matière active virale nécessaire pour réaliser le projet de P. Grison comportait deux séquences consécutives, à savoir d'abord celle de la multiplication en infectant des élevages, puis ensuite celle de l'extraction et de la purification des corps d'inclusion du virus contenus dans les cadavres de chenilles provenant des élevages de multiplication.

Nous nous sommes donc employés à produire et à multiplier cette virose cytoplasmique par contamination virale sur des chenilles processionnaires en élevage. Nous avons commencé à la Minière où nous disposions de serres d'élevage. Mais pour atteindre une production suffisante, nous avons dû nous transporter sur les pentes du Mont Ventoux et réunir des effectifs de chenilles de processionnaires importants. Nous avons infecté les pins qui devaient leur servir d'aliment contaminant (des pins provenant de pépinières, plantés dans des seaux plastiques remplis de sable et d'eau et entreposés dans les galeries de l'ancienne plâtrière de Malaucène pour maintenir plus longtemps le végétal à l'état frais). Il fallait toutefois éclairer le dispositif parce que l'insecte avait besoin de lumière pour sa physiologie alimentaire. C'est dans ces conditions d'élevage improvisé qu'a été multiplié le Smithiavirus. Le film "Thaumetopoea", réalisé par Robert Enrico, donne, entre autres, des informations sur cette opération de multiplication virale expérimentale. Ce court métrage, disponible à la vidéothèque du Ministère de l'Agriculture, a été primé à la Biennale de Venise et à Cannes également.

D.P/B.D. — Était-ce une nouveauté, à cette époque, de faire des films en vue de faire connaître et valoriser des résultats de recherche ?

D.M. — C'était effectivement une nouveauté revenant à P. Grison, qui avait eu l'idée de solliciter des crédits à cette fin : "*on va matérialiser ainsi notre action*", expliquait-il alors.

La virose cytoplasmique, multipliée au Ventoux, a été extraite des cadavres de chenilles, dans mon laboratoire, à la Minière. Mais il n'était pas aisé de manipuler les chenilles processionnaires qui avaient l'inconvénient, mortes ou vives, d'être fort urticantes.

D.P/B.D. — Jacqueline Nioré en a gardé un souvenir cuisant !

D.M. — Effectivement, elle a été une de celles qui ont contribué au Ventoux à multiplier la virose. Les techniciens qui manipulaient les chenilles infectées souffraient d'allergies cutanées, responsables de démangeaisons incessantes avec lesquelles aucun sommeil réparateur n'était possible. La prise d'antihistaminiques pouvait apporter certain soulagement, mais les spécialités avaient à l'époque l'inconvénient d'entraîner des somnolences ou des pertes de vigilance et le rythme des activités ne tar-

dait pas à s'en ressentir fâcheusement. Aussi, le personnel manipulant devait-il être renouvelé et "mis au vert" toutes les trois semaines.

D.P/B.D. — Malaucène était-il considéré aussi comme un laboratoire de campagne ?

D.M. — Tout à fait. Les observations sur la chenille processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa*, ont été poursuivies par Guy Demolin, qui était en poste à la station de recherches forestières d'Avignon. Entré à Versailles dix ans après moi, je l'avais recruté comme stagiaire à l'époque où je travaillais sur le pommier à cidre. C'est ce stage qui l'a motivé et conduit à faire carrière à l'INRA.

D.P/B.D. — Vous avez travaillé sur le Ventoux de 1956 à 1960. Comment s'articulait alors votre travail sur le terrain avec celui que vous effectuiez au laboratoire de la Minière ?

D.M. — En ce qui concerne la production en masse de corps d'inclusion de virus, après la multiplication virale obtenue dans les élevages effectués à Malaucène, au pied du Ventoux, retour à la Minière, au laboratoire où, à partir des cadavres de chenilles mortes au dernier âge larvaire, bourrées de corps d'inclusion, il restait par broyage, filtration, centrifugation à obtenir la suspension "purifiée", concentrée en polyèdres, dont il fallait exprimer la richesse par comptage. J'ai encore souvenir de ces dénombrements de polyèdres, effectués en urgence, se poursuivant au labo encore après 21 heures, afin de pouvoir ensuite prendre quelques jours de vacances en famille, le temps que l'industrie phytosanitaire de formulation dilue par imprégnation les quelques dizaines de litres de cette suspension mère en plus d'une centaine de tonnes de poudre pour poudrage aérien, sans altérer la virulence de sa matière active biologique. Puis ensuite, à nouveau, cap au Sud ! Avant que l'application virale héliportée puisse commencer sur des colonies de jeunes chenilles n'ayant pas encore atteint le troisième âge larvaire. On divise alors le peuplement forestier en parcelles remarquables de quelques hectares. Après repérage sur la carte et reconnaissance avec le pilote, on fixe sur chacune d'entre elles le nombre des rotations, connaissant leur superficie et la charge embarquée à chaque vol. On détermine avec le pilote l'emplacement des hélisurfaces et on les approvisionne en spécialité expérimentale virale et en carburant.

Enfin, conformément au protocole établi, il n'y a plus qu'à procéder à l'épandage, à en contrôler la bonne exécution et, plus tard, à observer les résultats. Eh bien non ! Pas si vite, un gommage des soupapes de notre "hélico" nous a immobilisés au sol, pendant presque une semaine, avant de pouvoir achever l'expérimentation. Ceci démontre combien l'essai en vraie grandeur, à l'échelle d'un peuplement végétal, d'une population (on n'utilisait pas encore le vocable "écosystème") est délicat à monter et à réaliser et qu'il faut toujours être prêt à surmonter tous les aléas qui peuvent survenir, à balayer le grain de sable imprévisible qui risque de gripper la machine et de compromettre irrémédiablement les résultats escomptés. Pendant ce temps, pour revenir à votre question, à la Minière, sur la paillasse au laboratoire, l'expérimentation consacrée à l'isolement de la toxine de *B. thuringiensis* devait se poursuivre en liaison avec l'unité de biochimie microbienne de l'Institut Pasteur. Elle procédait à des séries de tests de micro-ingestion forcée (*forced feeding*). A l'aide d'une microsiringue entraînée par une vis micrométrique motorisée, il fallait introduire par voie buccale (*per os*), insecte par insecte, un ou deux microlitres de la solution à éprouver, dans l'œsophage de chenilles de piéride du chou venant d'atteindre leur troisième âge larvaire pour être toutes physiologiquement comparables. La microsonde utilisée mesurait 0,4 mm de diamètre et était fabriquée par nos soins. La grande compétence des agents manipulant, parfaitement rodés à l'extrême précision de ces protocoles qu'ils mettaient en œuvre à une fréquence bihebdomadaire, autorisait des absences de deux semaines au plus, car il fallait interpréter au fur et à mesure les résultats obtenus pour décider en concertation avec nos collègues "pasteuriens", des inflexions ou des modifications à donner dans la poursuite de cette expérimentation.

D.P/B.D. — Quel grade aviez-vous lorsque vous avez commencé à travailler sur le Ventoux ?

D.M. — Je venais d'être nommé chargé de recherches, à une période budgétaire favorable où des créations

de poste permettaient enfin aux effectifs des chercheurs d'avoir une structure pyramidale et non plus celle de l'édrédon (étranglé dans le milieu par une ficelle, au grade de chargé), que l'INRA présentait depuis sa création en 1946 et avait conservé à l'époque où j'avais été recruté.

D.P/B.D. — Le rattachement des recherches forestières à l'INRA a-t-il entraîné celui la station de la Minière au département des recherches forestières ?

D.M. — Partiellement, car en 1972, la Station de recherches de Lutte biologique s'est partagée administrativement entre le Département de zoologie et celui de recherches forestières. Tandis que moi-même, Pierre Ferron, Guy Riba sont demeurés en lutte biologique, sous la direction de Bernard Hurpin (9), la nouvelle Station de Zoologie forestière a réuni Claude Malphettes, Claude Géri, Pierre-Jean Charles, qui ont été appelés par P. Grison à demeurer temporairement à la Minière, avant d'être mutés au Centre de recherches d'Orléans, dans de nouveaux locaux.

D.P/B.D. — Il ne devait pas être très facile d'harmoniser, à cette époque, les travaux des zoologistes avec ceux de leurs collègues affectés à la recherche forestière !

D.M. — En raison de la bonne entente, qui régnait déjà entre nous, cela n'a posé aucun problème : chacun des membres des deux nouvelles équipes est resté en place dans les locaux qu'il occupait avant la séparation administrative. Le bâtiment dans lequel travaillait P. Grison a seulement "*changé d'étiquette*", mais ce n'est pas pour autant que sa porte nous a été fermée. Nous avons toujours gardé entre nous d'excellentes relations qui ont conduit à associer par la suite les deux unités de recherche dans des applications microbiologiques expérimentales en forêt. C'est ainsi qu'avec P. Grison, je suis intervenu en 1974, en Corse, dans la subéraie de Porto Vecchio, avec *Bacillus thuringiensis* en épandage aérien, pour protéger le chêne-liège des attaques de la tordeuse verte et de celles de *Lymantria dispar* L. Par la suite, c'est en 1977, avec C.B. Malphettes, que j'ai réalisé un essai pratique, toujours par pulvérisation hélicoptérée avec *Bacillus thuringiensis*, pour protéger la régénération de la chênaie en forêt d'Orléans contre les attaques de *Tortrix viridana* L.

D.P/B.D. — Vos travaux sur le Ventoux n'ont représenté en fait qu'un épisode très court dans votre carrière ?

D.M. — Tout à fait. Ma mission au Ventoux avait consisté, comme je l'ai déjà rapporté ici, à produire la matière virale, c'est-à-dire les polyèdres du *Smithiavirus pityocampae* en quantité suffisante pour effectuer l'application expérimentale sur la population de chenilles processionnaires dans l'ensemble du peuplement forestier. Entre 1956 et 1960, j'ai échelonné cette multiplication en faisant "*boule de neige*" sur quatre années de campagne. Par la suite, le savoir faire acquis dans cette opération m'a désigné pour bénéficier d'un contrat de la DGRST dont l'objectif était la multiplication d'un virus du carpocapse des pommes. Cette granulose cyto-



Touffes d'aiguilles de mélèze dévorées par *Zeiraphera diniana*, qui tisse les fils soyeux entre les dégâts (1979).

plasmique a été multipliée à la Minière sur des larves élevées avec un milieu alimentaire artificiel et la préparation, à laquelle elle a donné lieu, a été confiée à Henri Audemard pour être expérimentée dans le cadre d'un programme de lutte intégrée en vergers de pommier, dans le Vaucluse. Pour les mêmes raisons, il m'a été aussi donné d'entreprendre la multiplication d'une virose de *Zeiraphera diniana*, la tordeuse du mélèze, dans le cadre des recherches qui étaient développées sur ce ravageur forestier, en coopération entre la Station de Lutte biologique et l'équipe helvétique de Paul Bovey, professeur d'entomologie à l'École polytechnique fédérale de Zurich (10). Cette préparation virale a été expérimentée avec mon concours, en 1970, au bord du lac de Sils en Engadine, entre Saint-Moritz et Maloja. Après traitement d'un secteur ponctuel du peuplement de mélèzes sur une vingtaine d'hectares par épandage hélicoptère, à raison de 30 litres par ha, il s'agissait d'observer parmi les populations présentes de tordeuses s'il y aurait, autour de la zone ciblée, une contamination de proche en proche, par "*transmission horizontale*" et si de surcroît l'infection se perpétuerait l'année après l'infection, sur la génération suivante de l'insecte, par "*transmission verticale*".

Si les études de population réalisées avec mon collègue et ami Christian Auer dans cette expérimentation franco-helvétique ont montré que l'infection virale avait bien décimé les populations de chenille soumises à l'épandage, sans conséquences secondaires indésirables sur la faune auxiliaire, par contre aucune extension de proche en proche ni persistance à la génération suivante n'ont pu être observées.

D.P/B.D. — Quand ont commencé vos travaux sur la tordeuse ?

D.M. — Les études sur la tordeuse du mélèze ont commencé en France, dans le Briançonnais, en 1963-64, en coopération avec les observations épizootologiques que poursuivaient les entomologistes helvétiques sur ce ravageur.

En fait, depuis plusieurs décennies déjà, les forestiers helvétiques, en liaison avec les services forestiers français, italiens et autrichiens avaient constaté que la tordeuse du mélèze se manifestait au travers de tout l'arc alpin, depuis Beuil-Valberg, en France, dans les Alpes maritimes, en passant par l'Engadine et le Tessin jusqu'au Sungau, en Autriche. Personnellement, j'y ai été associé à partir de 1966.

D.P/B.D. — Cet intérêt pour une zone d'étude aussi vaste était-il justifié par des problèmes transfrontières ?

D.M. — Tout à fait. Ce sont à vrai dire les décalages observés dans l'évolution des populations de tordeuses entre les différents peuplements de mélèze subalpin, qui sont à l'origine de cet intérêt. Les défoliations estivales sévères, voire quasi-totales, visibles durant une à deux années consécutives, surviennent périodiquement dans un même site, tous les huit à neuf ans, en se décalant d'année en année, du sud au nord et d'ouest en est, en parcourant ainsi tout le mélèzein de l'arc alpin, au mépris des frontières. Bien sûr, les adultes de l'insecte sont des papillons susceptibles de se déplacer par vol, mais jusqu'alors on ne leur connaît pas de vols migratoires au long cours, comme chez d'autres espèces de Lépidoptères, et à moins d'être entraînés par des courants aériens au travers des cols élevés qui séparent les massifs, ils ne semblent pas s'écarter au delà des étages supérieurs du mélèzein, qui culminent approximativement à 2 300 m-2 400 m.

D.P/B.D. — Qu'est-ce qui avait justifié à l'époque votre intérêt pour la tordeuse du mélèze ? Des raisons scientifiques particulières ? Des conséquences graves sur la production ligneuse ? Des atteintes regrettables à la qualité de l'environnement ?

D.M. — Je voudrais d'abord considérer les conséquences pour le peuplement forestier. Durant les deux à trois années où le mélèze subit la défoliation estivale, les cernes d'accroissement du bois sont moins larges, leurs fibres plus dures et plus cassantes. Entre parenthèses, c'est ainsi qu'on peut dater les gradations des tordeuses dans le passé. Il en résulte quantitativement une perte de production ligneuse de près de 10 % à chaque gradation. Par ailleurs, l'hétérogénéité de résistance mécanique

rencontrée tous les huit à dix cernes, peut être source de qualité inférieure, lorsqu'il s'agit de bois d'œuvre.

En second lieu, j'évoquerais aussi la préservation de la qualité de l'environnement. Le mélèze est une essence claire de pré-bois et son feuillage aisément traversé par les rayons solaires. Si la défoliation causée par l'insecte survient en coïncidence avec une période de grande sécheresse estivale, le mélèze peut sécher sur pied et mourir. L'hiver suivant, sous la poussée des neiges, c'est le chablis et la porte ouverte aux couloirs d'avalanche ! Autre atteinte encore à la qualité de l'environnement, mais cette fois-ci touristique avec l'aspect hivernal peu esthétique que prennent les mélèzes, au début de l'été, quand ils sont complètement défeuillés et que pendent des tissages de soie, mêlés d'excréments et de mues de chenilles jusque dans les cheveux des promeneurs ou les assiettes des amateurs de pique-nique.

Quant à l'intérêt scientifique présenté par ce problème de la tordeuse du mélèze, il était loin d'être négligeable : il offrait, en effet, la possibilité au sein d'une coopération internationale de manipuler l'écosystème à l'échelle d'un milieu naturel pérenne, le mélézein, pour tendre à limiter les gradations d'un ravageur par des moyens biologiques sélectifs en essayant de préserver et d'utiliser tous les facteurs antagonistes naturels.

D.P/B.D. — Pourriez-vous préciser ce que vous entendez par gradation ?

D.M. — Dans notre jargon scientifique, il peut y avoir plusieurs acceptions pour ce terme. En général, dans les fluctuations cycliques d'une population, la gradation peut se définir comme l'intervalle de temps séparant deux minima de population, par exemple une durée de 8 à 9 ans pour la tordeuse du mélèze. Le phénomène se caractérise par une phase ascendante lorsqu'il y a accroissement du nombre des individus (le sommet de la gradation correspondant à une phase de pullulation ou de progression) et une phase descendante pendant laquelle la population diminue ou régresse. Mais dans le langage courant, c'est souvent le sommet du pic ou culmination qu'on désigne improprement par gradation.

Les observations déjà faites par l'équipe helvétique sur les gradations de tordeuse du mélèze, comparativement entre divers sites du mélézein dans l'arc alpin, tendent à démontrer qu'en un même peuplement, c'est la relation trophique dans le couple végétal-insecte qui serait à l'origine de ce phénomène oscillatoire. Dès lors que les populations du ravageur s'accroissent au-delà d'un certain niveau, les défoliations qu'elles provoquent entraîneraient une réaction physiologique du mélèze dont l'année suivante, les nouvelles aiguilles auraient une valeur nutritive inférieure. Par ailleurs, les effectifs des consommateurs s'accroissant encore, la malnutrition résultante, qualitativement et quantitativement, favoriserait l'apparition d'épizooties naturelles à virus, qui seraient à l'origine des régressions naturelles des gradations de tordeuses.

C'est pourquoi, sur proposition des entomologistes helvétiques, et à leur demande, il s'agissait d'intervenir d'abord au début d'une gradation, sur les populations résiduelles de la précédente, à l'échelle d'une vallée entière, pour tenter d'en casser, du moins d'en freiner la progression à l'aide d'un moyen sélectif non dangereux pour les entomophages naturels, les insectes butineurs et également dépourvu de toute nocivité pour la zoocénose du mélézein (oiseaux, poissons, etc.), les animaux domestiques et les êtres humains y séjournant.

En 1967, dans le Briançonnais, la situation gradologique de *Z. diniana* allait devoir parfaitement convenir à la réalisation franco-helvétique de ce projet auquel, par ailleurs, nous apportions l'arme sélective recherchée avec "*Bactospéine*", la première spécialité française à base de *B. thuringiensis* bénéficiant d'une A.P.V. (autorisation provisoire de vente), que nous avons mise au point avec l'équipe de l'Institut Pasteur.

D.P/B.D. — Votre intervention dans le Briançonnais résulte-t-elle seulement des liens très étroits que vous aviez déjà établis avec des équipes suisses ou s'explique-t-elle aussi par le lancement par la DGRST d'actions pluridisciplinaires nouvelles dans cette région ?

D.M. — En fait, en 1966, une action concertée de la DGRST avait accordé, sous la responsabilité de P. Grison,

un contrat substantiel aux chercheurs français pour leur participation à cet ambitieux projet de coopération pluridisciplinaire internationale franco-helvétique. Pour ma part, ma connaissance et ma pratique des interventions expérimentales en forêt, par épandage héliporté, m'avaient désigné tout particulièrement pour prendre part à la réalisation de cette expérimentation, aux côtés de mes collègues helvétiques. Quant aux liens, inexistant au début, ils se sont créés "sur le tas". Effectivement, dans cette aventure, car c'en fut une, où chaque équipe éloignée de sa base avait déjà sa propre expérience et pouvait avoir des vues divergentes, on aurait pu craindre le pire. En fait, une fois la direction bicéphale franco-helvétique affirmée entre Ch. Auer et moi-même, les responsabilités partagées sur le terrain, le *timing* déterminé, la logistique opérationnelle établie et exposée à l'ensemble des participants, les deux équipes ont fusionné pour se répartir, sans distinction de nationalité, entre les tâches qui leur avaient été désignées et cela, il faut le reconnaître, avec beaucoup de bonne volonté et même de bonne humeur.

Personnellement, j'ai constaté qu'il n'y avait rien de meilleur pour nouer une solide amitié qu'une rencontre inattendue, en pyjama, vers 3 heures 30 du matin, sur le seuil du gîte collectif nocturne, entre les deux chefs co-responsables, venus l'un comme l'autre pour ausculter le ciel et décider s'il fallait sonner le branle-bas pour prendre le jus et décoller au petit jour sur le coup de cinq heures au terrain ou bien, si la météo étant exécrable, il était préférable de se recoucher et de laisser toute l'équipe se reposer encore !

D.P/B.D. — Un travail scientifique impliquant des équipes de recherche de différentes nationalités ne devait pas être à l'époque une chose très habituelle ?

D.M. — Affirmatif ! Sûrement pas habituelle, mais à mon avis, très enrichissante pour les uns et pour les autres par les connaissances échangées ou mises en commun, chacun apportant par ailleurs, son savoir-faire et son concours matériel sur le terrain.

C'est ainsi que le *timing* des opérations appartenait au suivi français sur des profils altitudinaux de la coïncidence étroite existant entre pousse des aiguilles du mélèze et évolution larvaire de *Z. diniana*. La pulvérisation devait être effectuée après la seconde mue larvaire, lorsque la chenille quitte le fourreau d'aiguilles dans lequel elle vivait depuis l'éclosion de l'œuf, pour consommer à l'air libre des aiguilles pouvant supporter le dépôt de *B. thuringiensis*. Ainsi toutes les opérations de logistique, prélèvement d'échantillons de mélèze pour le dénombrement des populations avant et après le traitement, en vallée traitée et en vallée témoin, épandage lui-même, ont été exécutées en trois étapes successives du calendrier, sur trois zones altitudinales de part et d'autre de la vallée. Débutées par les parties les plus basses, les opérations se sont poursuivies au fur et à mesure de l'évolution du couple végétal-insecte, sur les pentes intermédiaires pour s'achever à l'étage supérieur du mélèze, à la pousse complète des aiguilles.

Si les prélèvements d'échantillon de mélèze pour établir le niveau des populations de tordeuses ont été effectués par les agents de l'ONF (Office National des Forêts), chacun crapahutant sur son triage, le protocole, la planification et la distribution de l'échantillonnage étaient le fruit de l'expérience déjà acquise depuis une décennie par les collègues suisses, après avoir été définies par C. Auer en tant que statisticien. A raison d'un kilo frais de branchettes prises sur chaque arbre échantillonné, compte tenu des niveaux présumés assez bas (intergradation), le nombre d'échantillons prélevés s'est élevé à 393 avant traitement, 375 après, répartis au hasard sur 2 814 hectares en forêt traitée, et à 183 avant et 186 après, répartis sur 2 781 hectares en forêt témoin. Après transport, tous les échantillons étaient examinés au laboratoire de Zuoz, en Engadine.

Quant aux trois opérations d'épandage successives, elles ont fait l'objet des efforts des deux équipes réunies :

Sous responsabilité française, la préparation de la suspension bactérienne, "*la touille*", s'est effectuée successivement, à chaque étape, sur chacune des six hélisurfaces choisies par le pilote et approvisionnées en produit, en eau et en carburant. La conception légère et artisanale de notre groupe de mélangeage autorisait son déplacement rapide entre les hélisurfaces à l'aide de nos véhicules. Comptabilisée au mélangeage (8 200 kg pour 123 000 litres d'eau), notre suspension bactérienne passait sous contrôle helvétique dès lors qu'elle traversait les motopompes et les pistolets permettant le chargement de l'hélico. Ce matériel militaire suisse "*à peine secret*" (*sic*) était prêté par l'arse-

nal de Brigue, avec un camion Unimog pour le transporter et un "bidasse" pour l'entretenir (11). Pendant la pulvérisation par vol épousant les courbes hypsométriques en débutant toujours par l'altitude supérieure, un observateur au sol, de nationalité suisse, se tenant généralement sur le versant opposé à celui du traitement en surveillait l'exécution et guidait le pilote (bernois) si nécessaire par radio pour reprendre à chaque nouveau vol la pulvérisation à l'endroit où elle avait été interrompue au cours du vol précédent (549 rotations et 71 heures de vol, au total).

Commencé fin mai, à partir de 1 200 m d'altitude, en aval du village de Névache, l'épandage s'est effectué en trois étapes sur 2 700 ha de mélèze, le long de la vallée de la Clarée, pour s'achever au 14 juillet à plus de 15 kilomètres en amont, vers 2 500 m d'altitude, au-dessus de Chalet-Laval, à proximité de la Roche des Béraudes.

Tant et si bien que l'action concertée entreprise dans le cadre de la coopération scientifique franco-helvétique a eu pour conséquence immédiate, constatée au second échantillonnage, de réduire de 60 % le niveau des populations résiduelles du ravageur dans le mélèze de la vallée de la Clarée. Par la suite, l'évolution des niveaux de population de *Z. diniana* a continué d'être suivie par prélèvements d'échantillons dans le cadre de l'intervention et au titre de la poursuite de la coopération franco-helvétique, les échantillons étant à chaque fois transportés en Engadine pour y être examinés dans l'infrastructure du laboratoire de Zuoz. La différence observée à l'avantage de l'intervention microbienne, trois années durant, ne s'est pas maintenue l'année de la culmination dans la vallée traitée où l'étendue des dégâts consécutifs à cette pullulation a été proportionnellement aussi importante que dans le mélèze témoin.

Après avoir constaté que l'action accomplie avec *Bacillus thuringiensis* en vallée de la Clarée, n'avait pu retarder durablement la progression du ravageur en intervenant sur des populations au pessimum, c'est d'un commun accord que le panel Lutte biologique France et Entomologie suisse décida qu'il importait de mettre à profit le niveau de culmination atteint par *Z. diniana*, en 1971, dans le Briançonnais, pour entreprendre une nouvelle action internationale à l'aide de *B. thuringiensis*, afin de préciser si de tels effets sont attribuables à l'influence du stade gradologique au cours duquel avait eu lieu le traitement plutôt qu'aux moyens utilisés.

Comme vous le suggérez par votre question, la chose n'était effectivement guère habituelle et sans en faire une habitude, compte tenu de l'excellent climat d'entente dans lequel s'était déroulée l'expérimentation franco-helvétique précédente, "*bis repetita placet*", on prend les mêmes et on recommence !

Cette fois, l'action se passe dans un peuplement de mélèze, de part et d'autre du col de Montgenèvre et de la frontière italienne, recouvrant en France environ 670 hectares, implantés presque essentiellement à l'ubac de la haute vallée de la Durance, entre 1 500 et 2 000 m d'altitude.

La préparation bactérienne est une formule commerciale Bactospéine PM 2000, utilisable à raison de 4 kg mis en suspension dans 40 litres d'eau à pulvériser par hectare.

Avec les mêmes acteurs et un protocole quasi identique à celui de 1967 pour ce qui concernait le *timing*, l'échantillonnage et l'épandage, en achevant d'installer l'hélibase le dimanche 16 Juin, d'aucun aurait pu s'esclaffer "*tout baigne*" ! A ceci près, qu'en effectuant dans la soirée un premier vol d'essai, le pilote aveuglé par le soleil couchant rasant les arbres dans le col, ne voit pas le câble de retour, en portée directe, d'un tire-fesses, à 10-15 mètres au-dessus des mélèzes, et s'y accroche par un patin. Il parvient à s'en décrocher et rentre à l'hélicoptère, très ému, avec l'appareil légèrement endommagé. Au sommet du tire-fesses, le pylône avait été partiellement détruit par le contrepoids de tension, soulevé par le choc puis retombant violemment sous la détente du câble libéré au décrochage.

Après cet "*accident aérien*" (*sic*), qui heureusement ne provoqua que des dégâts matériels, le lendemain, les télex fusaients dans toutes les directions : ouverture d'une enquête, enregistrement de ma déposition et de celle du pilote par la gendarmerie locale, courtoise et compatissante celle-là (12), réception des assureurs et de la presse locale. Nous étions frappés d'interdiction temporaire de vol jusqu'aux conclusions d'une expertise par le Bureau Véritas de Marignane relative à la sécurité en vol de l'aéronef.

Bref, ces tribulations se soldèrent par trois jours d'inaction. A partir du 21 juin, les opérations purent être entreprises en pulvérisant les zones altitudinales inférieures et intermédiaires sans interruption pour rattraper le temps perdu pendant lequel les chenilles présentes au rendez-vous n'avaient pas attendu pour consommer des aiguilles de mélèze encore non traitées. L'épandage fut achevé le 26



Visite officielle sur le chantier d'épandage de *B. thuringiensis* sur le mélézein de la Clarée (Névache, 1967). MM. Florent et Vincent, respectivement directeur et directeur-adjoint de l'ONF à Briançon, s'entretiennent avec Daniel Martouret, qui supervise les opérations au sol d'empâtage et d'embarquement de la préparation bactérienne.

Chargement et ravitaillement entre deux rotations et instructions au pilote. Au premier plan, le groupe de mélange ("la touille"). Névache, 1967.



Traitement en cours sur le mélézein de la Clarée. La réussite dépend pour une bonne part de la virtuosité du pilote (Névache, 1979).



Bactospéine, insecticide biologique, est sans danger pour la population et les animaux présents dans le mélézein (Névache, 1979).



Traitement bactérien expérimental sur le mélézein. Infrastructure d'une hélisurface basée sur un point d'eau : un mécanicien hélico, deux chargeurs, un bidasse suisse à l'entretien des motopompes et du groupe électrogène, deux touilleurs à la préparation de la suspension bactérienne et le responsable des opérations (Névache, 1967).

juin, au-dessus de 2 000 mètres sans interruption notable des travaux.

L'analyse statistique effectuée sur les échantillons de population prélevés avant et après traitement, a montré que la réduction des populations de *Z. diniana*, consécutive à l'application, était comprise entre 88 % et 96 % dans les zones de mélèzein, inférieures à l'altitude de 2 000 m. La quasi-totalité de la forêt traitée demeura verte contrastant singulièrement avec les autres secteurs du mélèzein complètement brunis par la défoliation estivale, tant du côté français que du côté italien.

En 1972, l'année suivante, dans les zones traitées, il est encore constaté une certaine progression des populations de tordeuse dont les effectifs demeurent cependant au-dessous de la limite supérieure du niveau de population supportable et sont sans incidence pratique sur l'état de la végétation, qui demeura verte dans son ensemble. Les contrôles de population, successivement poursuivies en 1973 et 74, ont montré que *Z. diniana* régresse simultanément dans l'ensemble des secteurs du Briançonnais, sans différence significative entre mélèzein traité et mélèzein témoin.

J'en arrive au bilan de cette coopération scientifique pluridisciplinaire franco-helvétique "pas très habituelle" : d'un point de vue pratique, les dégâts ont été supprimés sur l'ensemble de la forêt traitée pour la durée de la gradation et sans qu'aucun effet secondaire nuisible au mélèzein ou à l'environnement n'ait été constaté ou signalé. Les résultats obtenus démontrent la possibilité de réaliser une protection efficace du mélèzein contre les attaques de *Z. diniana*, sans déterminer de nuisances en intervenant à l'aide de *B. thuringiensis*, dans la phase d'évolution dynamique où vont apparaître les premiers dégâts provoqués par le ravageur.

D.P/B.D. — Avez-vous eu l'occasion de faire de l'enseignement ?

D.M. — Assez peu. Dans la période 1958-1970, j'ai participé à l'enseignement avec des cours d'écologie, de lutte biologique et de lutte intégrée d'une part à la Section spécialisée de protection des cultures de l'École Nationale d'Horticulture de Versailles (ENHV) et aussi à l'École Nationale d'ingénieurs des techniques horticoles à Angers (ENITH). L'intérêt de ces enseignements était surtout d'établir des contacts avec les étudiants et de pouvoir leur proposer des stages en leur donnant éventuellement l'occasion de manifester leurs aptitudes à la vocation de chercheur. C'est ainsi qu'il m'a été donné d'accueillir, entre autres, Henri Audemard, Jacques Bourdin, Etienne Brunel, Jean-Pierre Chambon, Guy Demolin, Marc Stengel, Jacques Stockel, Pierre Brun...

J'ai aussi accueilli régulièrement dans mon laboratoire des étudiants français ou étrangers, bénéficiaires d'une bourse de la Coopération, pour guider leurs travaux en vue de l'obtention d'un DEA d'entomologie au terme de l'enseignement supérieur dispensé par les professeurs Bernard Possompès et Mme Jeanne Raccaud de l'Université de Paris-Jussieu.

D.P/B.D. — Votre carrière s'est-elle déroulée entièrement au Centre de Versailles et à la Minière ?

D.M. — A mon recrutement en octobre 1949, j'ai été affecté à la Station centrale de zoologie agricole du CNRA de Versailles. Par la suite, en 1956, j'ai été nommé Assistant, titulaire en poste, au Laboratoire de Biocénotique et de Lutte biologique de la Minière. C'est seulement en 1962 que cette unité a acquis sa pleine autonomie et est devenue Station de recherches de Biocénotique et de Lutte biologique de la Minière, toujours sous la direction de P. Grison. Aux débuts de notre installation, le domaine de la Minière, placé sous la responsabilité de J. Lequiniou, et qui ne disposait pas de services communs, était en quelque sorte "le terrain de manœuvres" sur lequel s'affrontaient les disciplines appartenant aux productions végétales et celles appartenant aux productions animales. J'ai encore souvenir de conseils de gestion du domaine auxquels participaient les secrétaires généraux du CNRA de Versailles et du CNRZ de Jouy-en-Josas, en essayant d'être celui qui apporterait le moins possible de contribution financière.

C'est en 1968, je crois qu'a été créée l'entité du Groupe des Laboratoires et Services de la Minière, le GLSM, doté d'une autonomie administrative et financière propre et dont la gestion était confiée au moins pour cinq ans à un chercheur désigné par ses pairs, ayant le titre et les fonctions d'administrateur. C'est ainsi qu'après une année passée comme adjoint de B. Hurpin, j'ai été de 1974 à 1979 co-administrateur du GLSM avec Marcel Dauphin, qui appartenait au GEVES. C'est avec lui que durant toute cette période, j'ai arbitré tous les problèmes qui surgissaient sur les 250 ha du domai-

ne. Notre gestion en binôme était d'un grand intérêt, surtout quand il s'agissait de résister aux pressions exercées par notre hiérarchie personnelle.

D.P/B.D. — Avez-vous du mal à concilier sur place les intérêts souvent contradictoires qui y étaient représentés ?

D.M. — Oui, il y a eu quelquefois des réunions épiques pour régler des problèmes de territoire ou de voisinage. Chacun avait tendance, en effet, à défendre son pré carré ! J. Lequiniou, le responsable des cultures du domaine, avait affaire évidemment à tout le monde. Aussi observait-il une grande prudence.

D.P/B.D. — Avez-vous aimé exercer ces fonctions d'administrateur qui vous avaient été confiées ?

D.M. — Je les ai assumées sans affinité particulière, beaucoup plus par devoir que par vocation, en considérant qu'à mon tour, il fallait bien prendre ma part des "*corvées de quartier*", y compris celle d'avoir à répondre au Substitut du Procureur de la République, à Versailles de la présence sur le domaine d'une culture de chanvre. Celle que nos collègues du GEVES utilisaient comme haie d'isolement pour leurs micro-parcelles avait été repérée, en effet, par nos braves pandores locaux ! Par manque de chance, ce chanvre dit "*à ficelle*" ou *Cannabis sativa*, dans les conditions climatiques particulièrement sèches de l'été 1976, s'est révélé à l'analyse, produire autant d'alcaloïde qu'un chanvre "*indien*" *C. indica*. Il nous a été très difficile de faire admettre notre bonne foi au représentant de la justice et à obtenir un non lieu.

En tant que membre de la Société de Phytatrie et de Phytopharmacie, animateur de plusieurs groupes de travail à la Commission des essais biologiques, d'abord au sein de cette société, puis dans celui de l'Association nationale pour la Protection des plantes, qui lui a succédé, j'estimais avoir des missions d'information et de formation beaucoup plus intéressantes que de rendre la justice ou faire la police au GLSM.

D.P/B.D. — Qui avait créé ces divers organismes que vous venez de citer ?

D.M. — La Société de Phytatrie et de Phytopharmacie, avait été fondée en 1951-52, par Maurice Raucourt, le directeur de la Station de Phytopharmacie au CNRA, à Versailles. Aux côtés de toxicologues appartenant aux Facultés de pharmacie et de médecine, elle réunissait des représentants de l'industrie phytosanitaire, des chercheurs INRA des disciplines phytosanitaires (phytopharmacie, pathologie végétale, bioclimatologie, zoologie agricole) et des agents du Service de la Protection des Végétaux. Les réunions périodiques de cette société savante permettaient de recueillir des informations sur des acquisitions scientifiques nouvelles, des échanges de vue pluridisciplinaires sur l'évolution des problèmes phytosanitaires, à l'occasion des communications ou des exposés présentés en séance.

Je me souviens qu'à l'époque, les communications relatives à l'emploi d'agents biologiques ou microbiologiques pour lutter contre les insectes ravageurs faisaient seulement sourire les représentants de l'industrie des pesticides chimiques, qui dissimulaient mal leur scepticisme. La Commission des Essais biologiques (CEB), qui fonctionnait au sein de la Société de Phytatrie et de Phytopharmacie et à laquelle j'ai participé activement, même après mon départ à la retraite, avait pour objectifs de définir des méthodes expérimentales qui permettent, dans les conditions de la pratique agricole, d'établir de manière indubitable l'efficacité des spécialités nouvelles, insecticides, acaricides, fongicides, herbicides, nématicides, rodenticides et molluscicides proposées par les firmes à la commercialisation. Une fois mises au point par les groupes de travail où se rencontrent des expérimentateurs spécialisés de services d'État et ceux des firmes, ces méthodes de travail prennent un caractère officiel reconnu tant par les industriels que par le Service de Protection des Végétaux (SPV), l'INRA et les membres de la Commission d'homologation. Pour se comprendre et se convaincre mutuellement, ne faut-il pas parler le même langage ?

J'ai participé également durant la période 1972 à 1987 aux séances de la Commission d'homologa-

tion des produits antiparasitaires et des produits assimilés, dans laquelle j'ai siégé comme délégué permanent du Chef du Département de Zoologie (d'abord B. Hurpin, puis P. Ferron) avec la mission de rapporteur des dossiers présentés à l'homologation pour les insecticides, les acaricides, les nématicides et les molluscicides (13). Aux côtés du rapporteur général, J. Bourdin, j'ai été amené à juger de nombreuses demandes d'homologation ayant fait appel aux méthodes d'essais préconisées par la CEB et pour lesquelles je me suis toujours efforcé d'être un censeur rigoureux et scrupuleux. Comme j'avais une spécialisation de lutte biologique, il m'appartenait notamment d'être très attentif aux effets secondaires que les produits proposés à l'homologation pouvaient avoir tant sur les abeilles et les pollinisateurs que sur les arthropodes entomophages et les vers de terre.

D.P/B.D. — Avez-vous exercé d'autres activités dans le domaine scientifique ?

D.M. — J'ai été membre du Comité de Rédaction de la Revue *Agronomie* et, à ce titre, chargé de revoir tous les articles concernant la zoologie, sous les directives de mon ami Michel Massenot, qui enseignait à l'INA Paris-Grignon.

D.P/B.D. — Vous arrive-t-il de revenir parfois à l'INRA ? Revoyez-vous alors certains de vos anciens collègues ? Si oui, que pensez-vous des thèmes de recherches sur lesquels ils travaillent aujourd'hui, de la façon dont ils les étudient ?

D.M. — Non, je n'ai guère fréquenté l'INRA depuis mon départ en retraite. Une des raisons est que presque tous mes anciens collègues ont eux aussi pris leur retraite. On échange encore des coups de fil avec certains d'entre eux de temps en temps, mais on ne parle plus du "*boulot*". Cinq années durant, après mon départ, j'ai continué à fréquenter régulièrement la CEB et à y animer des groupes de travail consacrés à l'élaboration de méthodes d'expérimentation, en liaison avec des représentants de l'industrie phytosanitaire, du SPV et de l'Association Nationale pour la Protection des Plantes (ANPP). A partir de 1992, préoccupé par la santé de mon épouse, j'ai dû interrompre définitivement ce bénévolat professionnel.

D.P/B.D. — A la fin de votre carrière, aviez-vous senti une évolution dans les préoccupations et la façon de travailler par rapport à ce que vous aviez jusque là connu ?

D.M. — Il me semble que l'INRA procède aujourd'hui de façon différente. Quand je suis entré dans la recherche, l'INRA recrutait des chercheurs qui avaient reçu une formation générale et qui possédaient bien les techniques agricoles. Des fondamentalistes ? Il n'y en avait pas, il en manquait. Les chercheurs, qui avaient été recrutés à la sortie des grandes écoles d'agronomie, acquéraient une spécialisation en préparant des certificats de licence ou en faisant un diplôme d'études, voire une thèse de doctorat. A cette occasion, ils découvraient les laboratoires de l'Université. Il arrivait de déplorer l'absence de certaines spécialités grandement utiles (biométrie, statistique).

Les choses ont changé aujourd'hui du tout au tout : l'INRA ne recrute plus guère que des jeunes formés à l'Université. Que faut-il en penser ? J'avoue que je connais mal la recherche actuellement et ignore si les modalités présentes de recrutement engendrent des problèmes sur le terrain. Probablement faut-il être attentif à ce que les équipes comportent à la fois des fondamentalistes et des gens de terrain qui se comprennent. On m'a toujours dit : "*avant de montrer aux autres comment faire, il faut que tu saches d'abord toi-même comment procéder*". Je pense qu'il est nécessaire d'envoyer un peu les fondamentalistes sur le terrain de façon à ce qu'ils se frottent aux réalités et comprennent bien en quoi ils peuvent aider les acteurs sur le terrain. C'est en tout cas mon opinion, nourrie par mon expérience du travail en commun entrepris, à partir des années 1958, avec des fondamentalistes de l'Institut Pasteur. Nos efforts conjugués ont débouché sur une déclaration d'intention de brevet (14), déposée par l'équipe de l'Institut Pasteur et dont l'INRA a eu communication.

Didier Lereclus et Vincent Sanchis-Borja ont intégré l'INRA. Ils appartiennent à la station de lutte biologique à La Minière, mais continuent à travailler à l'Institut Pasteur qui dispose d'infrastructures bien adaptées à leur spécialisation. D. Lereclus a pris la succession de G. Riba, à la direction de la

station de La Minière.

D.P/B.D. — Pourriez-vous vous étendre plus longuement sur les problèmes de valorisation auxquels vous avez été confronté ?

D.M. — Vers 1954, il a été démontré expérimentalement l'efficacité insecticide de cultures liquides de *B. thuringiensis*, éprouvée contre la chenille processionnaire du pin, dans les conditions du laboratoire et de la forêt landaise, et également contre la piéride du chou, sur des parcelles de choux-fleurs dans la plaine maraîchère d'Hyères. On aurait pu croire naïvement disposer déjà d'un nouvel insecticide sélectif d'origine microbiologique. En fait, la valorisation de cette découverte d'un intérêt scientifique indéniable, impliquait d'avoir encore à franchir plusieurs étapes successives pour son développement, avant d'aboutir à proposer à la production végétale l'utilisation pratique de diverses formulations agricoles insecticides à base de la bactérie, formulations d'origine industrielle auxquelles les premières autorisations de commercialisation (A.P.V.) ont été accordées en 1965.

La première étape commence avec l'étroite coopération qui s'établit entre les chercheurs agronomes de l'INRA et les microbiologistes de l'Institut Pasteur. Tandis qu'en lutte biologique, nous nous consacrons à délimiter le spectre de sélectivité et à en mesurer les effets dans la perspective de standardiser l'activité insecticide à l'aide d'une méthode de titrage biologique, les microbiologistes procèdent à des études technologiques, dont les objectifs sont la mise au point de la multiplication de la bactérie en fermenteurs afin de transposer la production de la matière active bactérienne de l'échelle du laboratoire à celle des besoins de l'agriculture. C'est ainsi que la matière active bactérienne va commencer à être produite à l'échelle pilote, à l'aide de cultures submergées dans de petits fermenteurs de type industriel et qu'elle sera ensuite déshydratée et présentée en poudre de longue stabilité.

Ces premiers résultats encourageants me permettent simultanément :

- d'expérimenter et de définir dans les conditions pratiques les doses d'emploi du produit bactérien susceptibles d'assurer une protection efficace des cultures contre certaines espèces de Lépidoptères ravageurs.

- d'associer à ces essais le Service de la Protection des Végétaux, dont les expérimentateurs contribuent à éprouver à l'échelle pratique sur diverses cultures dans différentes conditions du territoire français et sur plusieurs ravageurs, les premières formules quelque peu empiriques de "poudre mouillable" et de "poudre pour poudrage" à base de *B. thuringiensis* qu'il m'est arrivé de fabriquer, sinon de "bricoler" moi-même.

- de préciser les propriétés physico-biologiques et toxicologiques de l'insecticide microbien : remarquablement stable, son activité insecticide est garantie par un titre biologique (15), établi par rapport à une préparation étalon, tandis qu'il ne présente aucune toxicité pour l'homme, les animaux domestiques, le gibier, les poissons, les insectes pollinisateurs et les auxiliaires naturels.

Cette première phase dans la valorisation de *B. thuringiensis*, en tant que matière active insecticide, reçoit sa consécration avec l'avis donné par la Commission d'Études de l'Emploi des Toxiques en Agriculture, qui autorise l'emploi des spécialités à base de *B. thuringiensis* sans classement aux tableaux des substances vénéneuses, sous réserve que les industries concernées garantissent la pureté de leurs fermentations et leur innocuité pour les mammifères par un contrôle régulier et constant des fabrications pour lesquelles elles reçoivent au préalable un agrément particulier. J'ai personnellement démontré que, dans la procédure d'autorisation de commercialisation (APV), les spécialités à base de *B. thuringiensis*, sont susceptibles de bénéficier de la mention "non dangereux pour les abeilles dans les conditions d'emploi préconisées".

La seconde étape dans la valorisation de l'utilisation de *B. thuringiensis* est celle où le partenariat industriel s'affirme enfin pour réaliser le développement des spécialités à base du Bacille, et elle débute peu avant l'achèvement de la précédente période avec l'apparition, vers 1962, des premières formulations industrielles. Cependant, elle est marquée, surtout à partir de 1967, avec les améliorations progressivement apportées à la formulation agricole de la matière active par les efforts conjugués des chercheurs du secteur industriel et de leurs partenaires de l'Institut Pasteur et de l'INRA (16). Cette action fut stimulée au cours du Vème Plan par l'aide à la recherche fournie par la DGRST.

Il faut attendre 1970, plus de quinze années après notre première motivation, pour que les progrès

accomplis dans la technologie des fermentations de *B. thuringiensis* permettent à l'industrie française de proposer à l'Agriculture de nouvelles formules d'un emploi plus aisé et de mieux en mieux adaptées à la lutte contre les chenilles défoliatrices dans les forêts, les vergers et sur certaines cultures industrielles.

D.P/B.D. — A quel grade avez-vous terminé votre carrière ?

D.M. — J'étais nommé directeur de recherche de seconde classe, depuis deux ans.

D.P/B.D. — Vous avez travaillé à une période où la lutte biologique avait encore bien du mal à s'imposer et où l'agriculture du même nom suscitait encore bien des méfiances. Avez-vous l'impression que votre carrière à l'INRA en a souffert ?

D.M. — Entendons-nous bien sur les termes : nous n'avons jamais fait d'agriculture biologique, au sens strict. Nous avons seulement une optique de lutte biologique, cherchant à utiliser et à protéger dans le milieu environnant des auxiliaires biologiques naturels ou introduits pour limiter l'action dévastatrice des ravageurs des cultures. Mais je dois dire que la science écologique a évolué tout au long de ma carrière. Quand je suis arrivé à l'INRA, Rémi Chauvin nous incitait à considérer l'insecte, sa physiologie, la façon dont il se comportait vis-à-vis des plantes qu'il s'agissait de protéger de ses méfaits d'une manière absolue. Assez naïvement, on songeait davantage à éradiquer le ravageur plutôt qu'à en limiter les dégâts. On n'avait pas pris conscience que lorsqu'on faisait une monoculture, on créait une abondance d'aliments sur lesquels les insectes allaient nécessairement se précipiter et se multiplier. C'était l'homme lui-même qui était à l'origine du déséquilibre naturel qui en résultait. Ce n'était pas en supprimant le ravageur totalement qu'on allait pouvoir éliminer les ravages ultérieurs. On supprimait certes un maillon de la chaîne trophique, mais on faisait disparaître en même temps un certain nombre d'auxiliaires biologiques, je pense par exemple aux coccinelles. En tuant les pucerons d'un coup de "*sulfateuse*" même sélectif, on provoquait forcément le départ des coccinelles qui n'avaient plus rien pour se nourrir ! Mais si les pucerons revenaient inopinément, les coccinelles n'étaient pas forcément au rendez-vous. Les décalages survenant dans leur arrivée pouvaient être à l'origine de dégâts fâcheux. Je crois que les stations de zoologie de l'INRA ont contribué par leurs travaux à faire prendre conscience aux praticiens des inconvénients qui pouvaient en résulter et à faire apparaître les bienfaits de la lutte intégrée. La lutte intégrée consiste à intervenir d'une façon modérée, de façon à maintenir les dégâts du ravageur en dessous d'un certain "*seuil de tolérance*". Le ravageur reste présent et continue, sans doute, à manger encore un peu, mais sans conséquences économiques graves pour les cultures. Cette façon d'opérer tend à établir un certain équilibre et à maintenir présent les auxiliaires naturels, qui aident à réguler les populations de ravageurs. Elle ne correspond donc pas à ce que les médias ont baptisé "*agriculture biologique*".

D.P/B.D. — La notion de "lutte intégrée" est-elle apparue d'un seul coup ou a-t-elle bénéficié d'apports successifs ? A-t-elle donné naissance à des écoles de pensée différentes ? Quels appuis et quelles résistances a-t-elle rencontrés à l'INRA ?

D.M. — La lutte intégrée est une notion qui est apparue en Suisse avec Mario Baggiolini, dans les années 1956. Je crois que P. Grison en a pris connaissance au Congrès entomologique de Montréal, en 1958, où il a rencontré les équipes suisses et s'est proposé d'apporter une coopération française à ce concept.

Pour effectuer des études des recherches de lutte intégrée en verger, il a créé, au domaine de la Minière, un verger de pommiers de deux hectares afin de comparer les résultats obtenus sur une parcelle d'un hectare, conduite en lutte intégrée, à ceux recueillis sur une autre parcelle, conduite de façon traditionnelle. Des chercheurs de la pathologie végétale ont été associés à l'expérimentation, notamment Michel Ridé. Nous en avons parlé à H. Darpoux, qui était très ouvert à ces idées et qui nous avait encouragé à ce que la lutte dite intégrée ne soit pas axée exclusivement sur le carpocapse et les autres insectes ravageurs des pommes, mais prenne aussi en considération les pro-

blèmes de la tavelure et de l'oïdium. La démonstration aurait été sinon peu convaincante pour les arboriculteurs qui auraient dit : "*la tavelure ? Je suis encore obligé de traiter tous les huit jours*" ! En revanche les agronomes n'ont pas souhaité collaborer avec nous.

D.P/B.D. — Les expériences auxquelles votre station s'est livrée étaient-elles bien vues, à l'époque, de la Direction de l'INRA ?

D.M. — Dans les années 62, tandis que Henri Ferru qui était alors directeur de l'INRA, manifestait beaucoup de bienveillance pour nos préoccupations scientifiques, Jean Bustarret semblait les considérer avec un scepticisme qu'il n'exprimait pas. Quant à G. Viel, directeur de la station de phytopharmacie, il ne dissimulait pas ses doutes, ni son incertitude pour l'avenir de nos essais de lutte intégrée qu'il considérait d'un air goguenard. Cela ne nous a pas déconcerté pour autant et je crois qu'avec la caution de la DGRST, nous avons, en fait, forcé un peu la direction de l'INRA à nous faire confiance ! Pour créer le verger de La Minière, il était nécessaire d'investir et c'est surtout la DGRST, beaucoup plus que l'INRA, qui nous a aidés financièrement. Pour le matériel d'exploitation, c'est notre chef de culture, René Ponsardin, qui s'est chargé des acquisitions, en achetant d'occasion tracteur, tiller et pulvérisateur (il y avait quand même quelques traitements à faire). Comme nous devons contrôler les résultats jusqu'à la qualité et au calibre de la production, il a fallu qu'il se procure aussi une remorque, des caisses de transport et une trieuse-calibreuse, toujours d'occasion. La DGRST a difficilement admis que l'on procède à ces achats de matériel d'exploitation arboricole dans un objectif scientifique. Heureusement que P. Grison, qui siégeait dans plusieurs Comités de cet organisme, a réussi à convaincre les opposants, parmi lesquels notamment A. S. Balachowsky. Nous avons travaillé aussi, dans les années 1966-67, au domaine SRIV de Gothon, à Saint-Marcel-lès-Valence, sur des problèmes de lutte intégrée avec des chercheurs de l'ACTA, Jean-Noël Reboulet et Jean-Paul Gendrier et en utilisant des observations qu'avait faites H. Audemard sur le carpocapse. Au cours du Symposium tenu par l'OLIB (Organisation internationale de lutte biologique), en 1969, à Avignon, avec mon ami Pierre Atger, nous avons présenté à notre collègue helvétique, M. Baggiolini, les résultats de l'expérimentation de lutte intégrée conduite au domaine de Gothon.

D.P/B.D. — Estimez-vous rétrospectivement que la DGRST a joué un rôle positif, dans les années soixante, en acceptant de financer des études dans des domaines que les organismes publics de recherche ne jugeaient pas prioritaires ?

D.M. — Oui, je crois que la DGRST a joué un rôle prépondérant en acceptant de financer des recherches dans un secteur appliqué, comme celui de la lutte intégrée en verger. Leur mise en place et leur développement n'auraient jamais pu être réalisés opportunément avec les moyens budgétaires insuffisants, qui se trouvaient alloués par notre département.

D.P/B.D. — Avez-vous été confronté, dans votre carrière de chercheur, à des problèmes d'ordre éthique ou déontologique ?

D.M. — Je répondrai à votre question en évoquant quelques aspects des problèmes auxquels j'ai été confronté : le premier d'entre eux est celui que se pose le chercheur en manipulant des agents biologiques entomopathogènes, lorsque quittant son laboratoire, il passe de l'échelle de l'essai parcellaire, sur quelques mètres carrés cultivés, à celle d'une expérimentation sur plusieurs hectares d'une agrocénose ou d'un écosystème forestier, avec l'objectif de manipuler en quelque sorte des processus ou des associations naturels dans le contexte de ces écosystèmes. Il faut savoir qu'à cette époque la réglementation phytosanitaire ne comportait aucune disposition particulière relative aux risques que l'usage d'un pesticide biologique pouvait présenter vis-à-vis des communautés d'une agrocénose ou des peuplements forestiers. Dès lors qu'aucune interdiction de la Commission d'étude de la toxicité des produits antiparasitaires et des produits assimilés ne frappe l'agent biologique qu'expérimente le chercheur, c'est essentiellement sur sa seule connaissance des garanties d'innocuité offertes par la spécificité stricte des micro-organismes en cause que repo-

se l'absence de risques encourus par l'homme, les animaux et toutes les espèces de la faune sauvage qui coexistent dans l'écosystème dans lequel il intervient et vis-à-vis duquel sa responsabilité professionnelle se trouve engagée.

Personnellement, avant de lancer de telles opérations, pour prévenir tout malentendu ou mauvaise interprétation, j'ai toujours eu le souci de tenir au préalable des réunions publiques d'information sur le plan local, avec la participation des services préfectoraux sanitaires et vétérinaires, des représentants des associations d'éleveurs, d'apiculteurs, des sociétés de chasse et de pêche et en présence de la presse locale. De nos jours, il y aurait lieu d'ajouter à ce panel les représentants des associations de protection de l'environnement. Mais je dois reconnaître quand même que ce n'est pas sans avoir quelque appréhension que j'ai dirigé la dispersion par hélicoptère de plus de huit tonnes d'une préparation industrielle encore expérimentale de *B. thuringiensis*, en pulvérisation sur le mélèze d'une vallée alpine dans laquelle s'ébattaient, entre autres, plusieurs centaines de campeurs au bord de la Clarée et où paissaient 26 000 moutons en transhumance. Le seul incident qu'on ait eu à déplorer fut la destruction d'une tente de camping sous les turbulences exercées par le rotor de l'hélico ...

Un autre aspect, concomitant du précédent, c'est pour le chercheur le problème de connaître dans l'espace et le temps le devenir et la distribution des micro-organismes introduits et dispersés massivement dans l'écosystème agricole ou forestier pour y déterminer une régulation des pullulations d'insectes ravageurs. La concentration en germes du milieu, dans lequel évolue l'espèce animale à atteindre, semble être un facteur primordial sans lequel une manifestation épizootologique ne peut survenir, mais cet enrichissement du milieu en éléments antagonistes de la population du phytophage peut être assimilé à une sorte de pollution de l'écosystème dont il est nécessaire d'apprécier la colonisation.

Après l'introduction massive de la bactérie au sein du peuplement forestier, les observations et les mesures utilisant la viabilité des spores de *B. thuringiensis*, comme indice nous ont montré que :

- dans la strate aérienne, après l'émission, le germe peut être entraîné sur des distances dépassant la dizaine de kilomètres et même au-delà de cols plus élevés en altitude que le mélèze traité. Mais cette grande dispersion est toujours constatée sous des concentrations extrêmement faibles, qui dans le temps deviennent rapidement négligeables à nulles.

- dans le peuplement forestier, les investigations que nous avons conduites pendant plusieurs années consécutives après l'introduction du bacille, indiquent que des spores de la bactérie sont encore viables dans de tels écosystèmes pendant quelques années : tandis que dans la strate aérienne du sous-bois, la densité de ces spores devient quasiment indétectable après deux à trois ans, les prélèvements effectués au niveau de la litière et de la strate supérieure du sol forestier révèlent l'accumulation d'importantes quantités de spores viables. Cette persistance plus largement décelable aurait pu donner lieu à la recherche d'éventuels effets sur le complexe de la faune des sols forestiers.

Toujours parmi les problèmes de déontologie, je voudrais évoquer aussi celui que j'ai rencontré en tant que préconisateur de l'emploi d'agents de nature ou d'origine biologique pour la protection de cultures, de forêts ou de denrées récoltées contre les attaques d'insectes ravageurs. Il faut préciser que jusque vers les années 70, les législations nationales et internationales relatives aux conditions d'emploi des produits phytosanitaires avaient seulement pris en considération les pesticides chimiques. Mais le fabricant, l'utilisateur de pesticides biologiques comme le consommateur des productions végétales ainsi sauvegardées avaient besoin d'informations et de garanties non seulement sur l'innocuité des organismes ou des biopréparations mis en œuvre, mais aussi sur leur efficacité. C'est ainsi qu'au titre d'expert et de rapporteur auprès de la Commission d'homologation des produits antiparasitaires et des produits assimilés, à partir de 1972, je me suis trouvé à la fois "juge et partie", ayant d'une part été convié à participer à l'élaboration de la réglementation manquante et d'autre part dans le cadre de celle-ci, à me prononcer sur les conditions de commercialisation de biopréparations industrielles à la mise au point desquelles j'avais contribué par ailleurs.

Après avoir fait l'examen, en 1981, avec B. Hurpin, directeur du Département de zoologie, "*des critères et des exigences en matière d'efficacité des spécialités biologiques à usage phytosanitaire*" (17), à l'attention des membres de la Commission d'homologation et des agents expérimentateurs du Service de la Protection des Végétaux (SPV), j'ai été amené, en 1986, en collaboration avec Jean Thiault, alors directeur du SPV et Président de la Commission d'homologation, à préciser "*les règles liées à l'emploi des pesticides biologiques*" (18) qui pouvaient être appliquées en France dans le cadre d'une



Pendant la pause, entre deux rotations d'hélico, Daniel Martouret (à gauche) et son équipe de terrain, parmi laquelle des agents techniques ONF et des stagiaires INRA. Le trépied n'est pas un barbecue ! mais un dispositif inventé pour contrôler la qualité du poudrage Hélico, en enregistrant par photo les impacts de poudre sur la surface d'une planchette recouverte de papier noir (Mont Ventoux, 1958).

harmonisation internationale des processus d'homologation, compte tenu des recommandations des experts de plusieurs organismes (OMS, OILB/SROP, CEE).

D.P/B.D. — Vous avez été très marqué par des personnes comme Émile Biliotti qui a été un chercheur dynamique et imaginatif, ne fuyant pas les responsabilités. Pourriez-vous évoquer plus longuement son souvenir ?

D.M. — En 1950, peu après mon entrée à l'INRA, c'est au laboratoire de la chaire de zoologie de l'INA-Paris, rue Claude Bernard où j'effectuais un stage de formation entomologique sous la direction du Professeur Paul Pesson que j'ai fait la connaissance d'E. Biliotti.

Il y travaillait déjà sur des auxiliaires naturels antagonistes de ravageurs et il poursuivait des observations sur les conséquences des interventions insecticides à base d'organochlorés (DDT, HCH, lindane) vis-à-vis de l'entomofaune utile et des butineurs présents dans les cultures traitées et leur environnement. Plusieurs opérations "*antihanneton*" notamment dans lesquelles nous nous côtoyions sur le terrain nous permirent de mieux nous connaître et d'établir entre nous une solide amitié.

Il s'installa ensuite pendant quelques temps à la Station Centrale de Zoologie agricole à Versailles, puis il migra, lui aussi, au Laboratoire de Biocénotique et de Lutte biologique de La Minière. L'exiguïté des locaux nous amena à partager la même pièce de travail et à nous pencher ensemble sur les mêmes problèmes agronomiques, ce qui contribua encore à renforcer la profonde sympathie que nous éprouvions l'un pour l'autre.

Nommé directeur à la Station de Zoologie et de Lutte biologique d'Antibes où il succéda à Roger Pussard en 1956, il devint plus tard chef du Département de Zoologie, après le départ en retraite de B. Trouvelot, puis Inspecteur général à l'INRA, pour les disciplines phytosanitaires.

E. Biliotti a toujours été convaincu des bienfaits qu'il fallait attendre de la lutte biologique. Chaque fois qu'il y avait lieu d'intervenir pour limiter les dommages provoqués par un insecte ravageur, il était particulièrement soucieux des possibilités de recourir à l'utilisation d'agents biologiques et de ménager l'action des auxiliaires naturels. C'est dans ces perspectives qu'à Antibes, il avait chargé Guy Demolin de poursuivre les études qu'il avait lui-même personnellement entreprises sur le complexe parasitaire et prédateur de *T. pityocampa*, la chenille processionnaire du pin et qu'à d'autres chercheurs comme Claude Benassy ou Gabriel Iperti, il avait confié la conduite de recherches visant pour le premier à mettre au point l'emploi d'Hyménoptères parasites dans la lutte contre les cochenilles de diverses cultures fruitières et pour le second à définir les conditions d'utilisation de prédateurs tels que les coccinelles pour limiter les pullulations d'Aphides.

Avec plusieurs collègues d'autres disciplines et, je pense notamment à Jean Rebischung, alors directeur du SEI, E. Biliotti partageait un même scepticisme à l'égard des orientations productivistes de l'Agriculture et il accordait personnellement un grand intérêt au développement du concept de lutte intégrée. Il y voyait une solution élégante pour modérer, sinon éluder, les applications de pesticides chimiques en conservant le bénéfice de l'activité antagoniste des ennemis naturels, tout en permettant si nécessaire l'introduction complémentaire d'auxiliaires entomophages dans l'objectif de maintenir l'équilibre économique de la production végétale ainsi sauvegardée. Pour promouvoir plus aisément dans la pratique arboricole les résultats des recherches qui étaient conduites en France sur le sujet, il avait confié à Henri-Georges Milaire la mission de coordonner, à l'échelle nationale, les études qui étaient entreprises tant sur divers domaines de l'INRA, à la Minière, au CNRA de

Versailles, à Avignon, à Gotheron, que sur diverses exploitations privées des départements du Gard, de la Drôme et du Vaucluse, avec le concours de l'ACTA.

D.P/B.D. — L'INRA a-t-il raison, à votre avis, de se battre pour essayer de garder en mémoire ce qu'ont fait tous ses agents ?

D.M. — Il y a toujours des choses à tirer de l'histoire, ne fût-ce que pour réfléchir aux erreurs qui ont pu être faites dans le passé et prendre les mesures à temps pour éviter qu'elles ne se reproduisent. L'histoire est aussi utile pour inviter à la modestie, donner une idée de la façon dont ont progressé les connaissances au fil des années et rappeler aux jeunes que la recherche a connu des débuts qui n'ont pas toujours été aussi faciles qu'ils seraient tentés de le penser.

C'est aussi l'occasion de rendre hommage à l'œuvre de tous ceux qui, certains étant aujourd'hui disparus, ont contribué à obtenir cette progression des connaissances qui permet à l'INRA d'être devenu ce qu'il est actuellement.

Je ne voudrais pas achever ce témoignage sans omettre d'adresser une pensée pleine de gratitude à la mémoire des collègues qui, français ou étrangers, furent mes anciens, mes pairs, des camarades ou des collaborateurs et qui ont quitté prématurément la science agronomique. En évoquant leur souvenir, je tiens à exprimer ici ma reconnaissance pour le soutien, le concours, l'aide morale ou matérielle et l'amitié qu'ils m'ont accordés tout au long du déroulement de ma carrière de chercheur dont je viens d'évoquer brièvement pour vous quelques aspects parfois singuliers.

Notes

(1) J'ai toujours pensé en maniant la pelle que la guerre de 14 n'était pas si loin !

(2) Le rhodoïd était cette substance transparente et souple qui permettait de confectionner des cages.

(3) Il y a eu, en réalité, deux implantations : une à la Chanterie, à Saint Pair-sur-Mer et une autre à Denneville, près de Port-Bail.

(4) L'emploi du piégeage lumineux pour les études épidémiologiques m'a permis de recueillir en plus certaines données sur la faune active du pré-verger. C'est ainsi que j'ai pu mettre en évidence le fait que, sur 300 espèces de Lépidoptères identifiées, 90 appartenaient à la strate prairiale sous-jacente, 98 provenaient de la flore spontanée des haies entourant le verger, 72 d'un bois de taillis sous-futaie en lisière duquel était situé le verger et 15 avaient pour origine le milieu cultural environnant.

(5) Aujourd'hui disparu et reconverti en prairies artificielles.

(6) Les chenilles de lépidoptères phytophages, qui mangeaient des feuilles, étaient sensibles pour la plupart au *Bacillus thuringiensis*.

(7) Les prélèvements de "bave" du ver à soie ont été effectués à la Station séricicole d'Alès par une technicienne de La Minière, qui transportait ensuite sa récolte en région parisienne, dans un conteneur frigorifique.

(8) Elle y est toujours présente, comme j'ai pu le constater en retournant dans cette région en Avril 1997.

(9) Les activités de la station ont été supervisées jusqu'en 1972 par Émile Biliotti, avant que celui-ci, promu inspecteur, ne soit remplacé par B. Hurpin, à la tête du département de zoologie agricole.

(10) D'origine valaisane, ce professeur au Polytechnicum de Zurich faisait ses cours en français aux étudiants de langue germanique.

(11) Il faut savoir qu'en Suisse, le matériel militaire peut être mis à la disposition des chercheurs. La plaque de l'armée est remplacée alors par une plaque civile avec un sigle Recherche. Au lieu de pourrir dans les arsenaux, le matériel peut être utilisé pour des opérations de recherche, même hors des frontières de la Confédération ! ça aussi n'était pas habituel.

(12) Je me suis fait "engueuler" copieusement par le capitaine, commandant le peloton de Gendarmerie de Haute-montagne de Briançon, qui m'a reproché en public de ne pas avoir consulté préalablement le fichier des obstacles aériens du coin, dressé par ses services, eux-mêmes dotés d'hélicos de secours en montagne. Comme la carte aérienne en ma possession ne mentionnait pas ce téléski, une fois l'opération terminée, avant de reprendre la route de l'Ile-de-France, je suis passé à la caserne pour y consulter ce fichier. En fait, le câble incriminé n'y figurait pas, parce que d'une hauteur inférieure à 25 mètres. J'ai aussitôt demandé un entretien au capitaine et nous nous sommes expliqués sur ce défaut d'informations. L'honneur était sauf ! Mais j'ai toujours pensé que "son cinéma" avait eu pour objet de couvrir son irresponsabilité et son manque de coopération, car nous avions veillé au préalable à pré-

venir la gendarmerie, au même titre que les autres autorités civiles et militaires (douanes, aéronautique, armée, etc.) de notre intervention dans l'espace aérien à proximité de la frontière, au-dessus d'installations militaires, survols effectués par un hélicoptère suisse et pour lesquels la sous-préfecture des Hautes-Alpes nous avait donné par ailleurs son autorisation.

(13) Robert Rahn, qui travaille au laboratoire de recherches de la Chaire de zoologie à l'ENSA de Rennes-Le Rheu, m'a remplacé dans cette mission.

(14) Invention du clonage du gène d'une toxine de *Bacillus thuringiensis*, demande de brevet français n° 87.08.090.

(15) Le titre biologique, exprimé en Unités d'activité *Anagasta kuehniella*, a été adopté en France pour garantir l'efficacité des spécialités à base de *B. thuringiensis*, soumises à la procédure d'homologation.

(16) Les utilisations des premières formules standardisées de poudre mouillable ont rencontré à l'emploi certaines difficultés : l'empâtage et la mise en suspension étaient difficiles à réaliser, la sédimentation rapide et importante, la charge minérale de certaines formules mouillables était abrasive. Sous la pression, elle agrandissait par usure le diamètre des gicleurs des rampes de pulvérisation et déréglait le débit. Tous ces inconvénients n'étaient pas sans comporter des risques d'échecs susceptibles de décourager les partisans les plus convaincus de l'intérêt de la lutte microbiologique.

(17) "Critères et exigences en matière d'efficacité des spécialités biologiques à usage phytosanitaire", Commission des produits anti-parasitaires à usage agricole et des produits assimilés, Direction de la qualité, Service de la Protection des végétaux.

(18) Aspects réglementaires liés à l'emploi d'agents biologiques, Les colloques de l'INRA n°34, INRA Publ. 1986.

Curriculum vitae sommaire

Carrière à l'INRA :

- Octobre 1949 : recruté Ingénieur adjoint à la Station Centrale de Zoologie agricole
- 1951 : ACS (Agent contractuel scientifique)
- 1954 : Assistant de recherches
- 1956 : affecté à ce grade au Laboratoire de Lutte biologique et Biocénotique de La Minière
- 1959 : Chargé de recherches
- 1967 : Maître de recherches
- 1985 : directeur de recherches DR2
- 1987 : Départ à la retraite

Activités de recherche :

- de 1948 à 1954 : associé à des recherches entreprises sur divers ravageurs agricoles (taupins dans le Finistère, capnode de l'abricotier et mouche des fruits dans les Pyrénées-Orientales, doryphores en migration vers les îles anglo-normandes).
- de 1950 à 1960 : Dynamique des populations en verger de pommiers à cidre. complexe biocénologique de l'hyponomeute.
- à partir de 1954 : utilisation du *Bacillus thuringiensis* comme agent sélectif de lutte contre diverses espèces de Lépidoptères nuisibles.
- de 1962 à 1987 :
 - processus d'action de *B. thuringiensis*, isolement de fraction toxique bactérienne, expression de son gène codant.
 - multiplication et production de masse de corps d'inclusion de virus entomopathogènes : polyédrose cytoplasmique / processionnaire du pin, granulose / tordeuse du mélèze, carpocapse des pommes.
 - Lutte sélective dans les écosystèmes forestiers avec des micro-organismes entomopathogènes :
 - virose à polyèdre / processionnaire du pin, Mont Ventoux, 1959.
 - virose à granulose / tordeuse du Mélèze, Sils, Engadine, 1970.
 - *B. thuringiensis* / tordeuse du mélèze, Névache, 19667-79, Montgenèvre 1971.
 - *B. thuringiensis* / tordeuse verte / subéraie Porto-Vecchio, 1974.
 - *B. thuringiensis* / tordeuse verte / chênaie Blois, 1977.
- de 1964 à 1986 : programmes expérimentaux de lutte intégrée dans les vergers de pommiers de La Minière, Versailles, Gotheron.

Responsabilités administratives et scientifiques :

- 1973- 1979 : Coadministrateur du Groupe de Laboratoires et Services de la Minière (GLSM) en 1973 avec B. Hurpin, de 1974 à 1979 avec M. Dauphin.
- 1972-1986 : rapporteur pour l'homologation des spécialités commerciales insecticides, acaricides, molluscicides et nématicides auprès de la Commission d'homologation des produits antiparasitaires à usages agricoles et des produits assimilés et Délégué permanent du Chef de département de Zoologie de l'INRA auprès de la dite Commission.
- 1980- 1986 : Membre du Comité de rédaction de la revue "Agronomie".
- 1972- 1992 : Responsable et animateur de plusieurs groupes de travail au sein de la Commission des Essais Biologiques (CEB), dans le cadre de la SFPP puis de l'ANPP.

