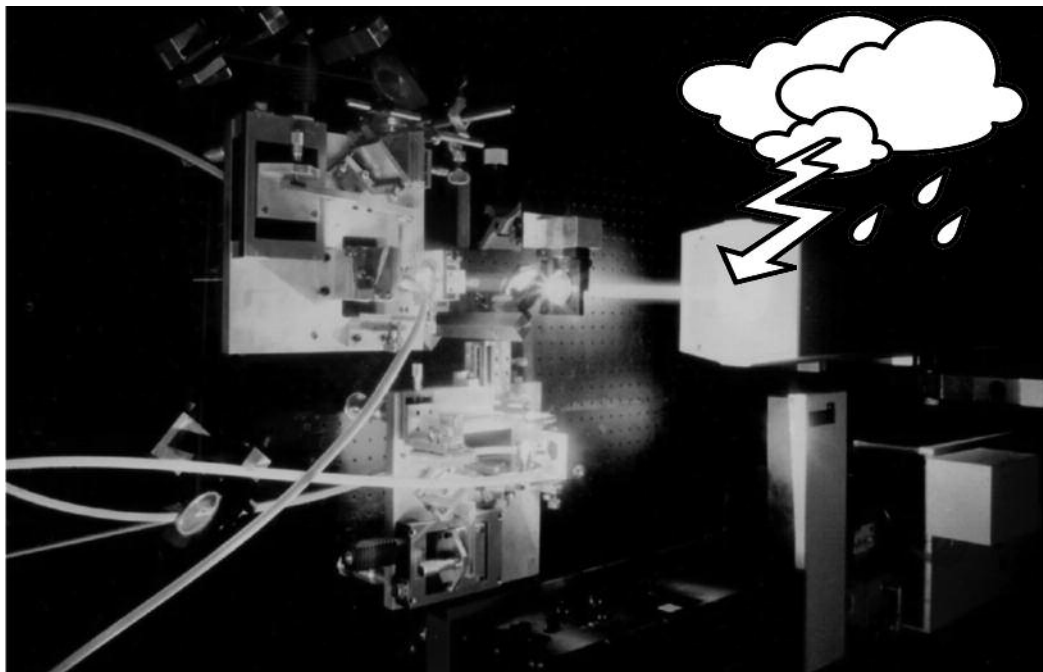


Grenzgänger der Wissenschaft

Des passe-frontières de la science



Ein Beispiel aus der Experimentalphysik

Es gibt die institutionelle Zusammenarbeit, die von der Politik regelmäßig gewürdigt wird, um die Qualität der Beziehungen zwischen Frankreich und Deutschland zu unterstreichen; aber es gibt auch eine Zusammenarbeit, die manchmal rein zufällig entstanden ist, und weit über die offizielle Kooperation hinaus geht, auch wenn sie zum größten Teil im Rahmen von anerkannten Strukturen stattfindet.

Drei Experimentalphysiker haben sich im Rahmen ihrer Forschung kennengelernt und seit Jahrzehnten eng zusammengearbeitet. Die Wege der drei Professoren, Michel Broyer und Jean-Pierre Wolf aus Frankreich und Ludger Wöste aus Deutschland, haben sich immer wieder gekreuzt. Ihre Begeisterung für die Experimentalphysik und ihre gegenseitige Freundschaft haben das Trio immer wieder begleitet – in Lyon und Berlin, aber auch in der Schweiz.

Un exemple en physique expérimentale

Il y a la coopération institutionnelle, celle à laquelle la politique rend régulièrement hommage pour souligner la qualité des relations bilatérales entre la France et l'Allemagne ; mais il y a aussi une coopération née parfois des hasards de la vie, et qui va plus loin que la coopération officielle, même lorsqu'elle se réalise en grande partie dans le cadre de structures reconnues.

Trois chercheurs en physique expérimentale ont fait connaissance dans le cadre de leurs travaux et ont travaillé ensemble étroitement depuis des décennies. Les chemins des trois professeurs, les Français Michel Broyer et Jean-Pierre Wolf et l'Allemand Ludger Wöste, n'ont cessé de se croiser. Leur enthousiasme pour la physique expérimentale et leur amitié réciproque ont toujours accompagné le trio – à Lyon et à Berlin, mais aussi en Suisse.

G. F.

Drei Experimentalphysiker

Michel Broyer ist am 13. September 1946 in Manziat, nördlich von Lyon, geboren. Nach seinem Studium der Physik an der *Ecole Normale Supérieure* (ENS) von Paris, wo er von 1976 bis 1980 stellvertretender Direktor des Physiklabors war, wurde der Experimentalphysiker Professor an der Universität Claude Bernard in Lyon, wo er bis zu seiner Emeritierung 2012 lehrte. Von 1992 bis 2003 war er außerdem Direktor des Labors für Ionen- und Molekular-Spektrometrie (LASIM) in Lyon und von



1999 bis 2007 Direktor der Doktorandenschule für Physik und Astrophysik. Anschließend wurde er für fünf Jahre Direktor des Physikverbandes von Lyon (*Fédération André-Marie Ampère*).

1986 hat er den Langevin-Preis der französischen Wissenschaftsakademie bekommen. Den Gentner-Kastler-Preis der französischen und deutschen Physikgesellschaften erhielt er im Jahre 2000; 2003 wurde ihm der deutsch-französische Forschungspreis *Prix Humboldt-Gay Lussac* verliehen.

Ludger Wöste ist am 2. Mai 1946 in Emsbüren (Niedersachsen) geboren. Ab 1965 studierte er Physik an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) in Aachen. Nach seiner Diplomarbeit an den Universitäten Bonn und Köln (1970 bis 1972) promovierte er 1978 an der Universität Bern und verbrachte Forschungsaufenthalte an der *Stanford University* (USA) und der *Ecole Polytechnique* der Technischen Hochschule (EPFL) in Lausanne (Schweiz), vor einer Gastprofessur am



Laboratoire Aimé Cotton in Orsay (1984). 1987 gründete er das Laser-Applikationszentrum (CAL) in Lausanne. 1989 ging er an die Freie Universität Berlin.

Zu den Auszeichnungen, die er für seine Experimentalforschung erhalten hat, zählen der deutsch-polnische Physikpreis Smoluchowski-Warburg (1999) und der deutsch-französische *Prix Humboldt-Gay Lussac* (2006). 2005 bekam er den Ehrendokortitel der Universität Lyon 1.

Jean-Pierre Wolf ist am 14. Juli 1960 im schweizerischen Lausanne geboren. Der Sohn eines französischen Vaters und einer schweizerisch-italienischen Mutter studierte an der *Ecole Polytechnique* der Technischen Hochschule (EPFL) in Lausanne, bekam dort sein Diplom 1987 und wurde 1992 mit 32 Jahren der jüngste Physikprofessor Frankreichs. Er habilitierte an der Universität Lyon. Von 1989 bis 1992 arbeitete er als Assistenzprofessor an der Freien Universität Berlin, wo er mit Ludger Wöste eine Laserfirma (*Elight Lasers System*) gründete, deren Produkte den Schadstoffen in der Atmosphäre auf die Spur kommen. Daraus resultierte das



deutsch-französische *Teramobile*-Projekt in Berlin, dessen Kern ein mobiles Hochleistungslasersystem ist. Seit 2005 leitet er als Professor in Genf eine Forschungsgruppe für Biophotonik.

Für seine Arbeit in der von ihm und Ludger Wöste gegründeten Firma *Elight Laser Systems* erhielt er 1993 den Innovationspreis für Technologie der Stadt Berlin. Er ist seit 1996 Mitglied des französischen Universitätsinstituts. 2002 bekam er den Großen Physikpreis der französischen Wissenschaftsakademie, und die französische Zeitschrift *La Recherche* verlieh ihm 2005 ihren Forschungspreis.

Le concept *CitroBenz*

Des étincelles franco-allemandes dans les nuages

Gérard Foussier*

» Un mot-clé : l'enthousiasme. C'est celui auquel trois physiciens se réfèrent, lorsqu'ils évoquent leur étroite coopération depuis plus de trente ans. Michel Broyer, à la retraite depuis 2014, poursuit ses recherches à l'université de Lyon ; Ludger Wöste est lui aussi professeur émérite de physique expérimentale, à l'université libre de Berlin ; et Jean-Pierre Wolf, le plus jeune du trio, dirige un groupe de chercheurs à l'université de Genève. Trois copains.

Il faut avoir vu ces trois professeurs dans un appartement à Lyon, observant, penchés sur une table basse, un vulgaire ressort de quelques centimètres, dans lequel circule comme par magie une simple pile. Comme trois gosses enthousiasmés par un jeu original – à cette différence près que ce jeu-là est en réalité une expérience scientifique, un

train électrique en miniature. Ludger Wöste, en route pour Lyon depuis Berlin au lendemain des attentats de janvier 2015 contre la rédaction de *Charlie Hebdo* à Paris, a même fait fi des contrôles renforcés à l'aéroport en plaçant le gadget dans son sac de voyage comme si de rien n'était. On imagine la tête des fonctionnaires des services de sécu-



Wie glückliche Kinder ...

Alle drei sind Professoren für Experimentalphysik. Und alle drei verbindet nicht nur eine enge Freundschaft, sondern auch eine lange gemeinsame Forschungserfahrung. Auch heute können sich die drei immer noch wie Kinder vor dem Weihnachtsbaum begeistern, wenn sie zum Beispiel bei einem privaten Treffen eine kleine Batterie in eine einfache Spirale stecken – und schon läuft die Batterie wie ein elektrischer

Mini-Zug hindurch. Kein Spiel für jung gebliebene Erwachsene, sondern ein Experiment. Es dauert nicht lange, bis die drei natürlich die notwendige Erklärung für das Phänomen finden – und auch über eine mögliche Verwendung im Alltag wird schnell philosophiert.

Michel Broyer aus Lyon (links auf dem Bild) hatte in den 1980er-Jahren Beiträge des jungen deutschen Forschers Ludger Wöste (Mitte) gelesen, der in der Schweiz promovierte, bevor er nach Berlin berufen wurde. Beide beschließen bald, in Lausanne zusammenzuarbeiten, wo ein französischer Student, Jean-Pierre Wolf, seine Diplomarbeit über *single molecule detection* vorbereitet. Es war der Beginn einer langen Forschung über Laserstrahlen, die die Verschmutzung der Atmosphäre messen können und vielleicht irgendwann dazu führen werden, Hagel zu verhindern – eine umweltfreundliche Alternative zu der heute genutzten Impfung von Wolken mit chemischen Partikeln.

* Gérard Foussier est rédacteur en chef de *Dokumente/Documents* et président du Bureau International de Liaison et de Documentation (BILD).

rité qui auraient trouvé ce bizarre attirail... Mais Ludger Wöste n'est pas du genre à se laisser troubler par si peu. Son engouement est d'ailleurs partagé par son hôte lyonnais Michel Broyer, qui n'hésite pas à citer Jacques Brel : « *Il nous fallut bien du talent pour être vieux sans être adultes... et garder tout notre enthousiasme* ».

Plus jeune, Jean-Pierre Wolf partage avec ses aînés ce souci de la curiosité et de la passion qui a toujours caractérisé sa carrière de physicien. Les trois complices se connaissent tellement bien qu'ils ne savent plus vraiment de quand date leur premier contact. Michel Broyer, qui a obtenu un poste de professeur de physique à l'université de Lyon en septembre 1980, avait écrit une thèse d'Etat sur la physique moléculaire au Laboratoire de spectroscopie hertzienne (qui n'était pas encore le Laboratoire Kastler-Brossel) à Paris. En

compulsant les revues spécialisées sur la question, il avait trouvé les articles de Ludger Wöste, lequel, participant à un séminaire de l'Ecole Normale Supérieure (ENS), attire l'attention du jeune chercheur, admiratif devant l'« *époustouflant dynamisme* » de son confrère allemand. Un premier contact, rapide, a alors lieu, et, de retour dans la vallée du Rhône, Michel Broyer refait, sans véritable financement et sous une forme un peu différente, les expériences de Ludger Wöste avec un matériel minimal : deux petits lasers à colorants faits maison, pompés par un vieux laser en fin de vie et un jet moléculaire d'agrégats métalliques construit à partir de diverses récupérations et emprunté dans un laboratoire voisin. Les travaux sont encourageants et déboucheront bien vite sur des résultats significatifs comme l'effet stroboscopique ou

l'étude du chaos quantique – suscitant à son tour l'admiration de Ludger Wöste, en visite à Lyon en 1981 pour un séminaire à l'Université. C'est de cette époque que date la première coopération « franco-allemande » entre les deux chercheurs. Ludger Wöste invite Michel Broyer et sa petite équipe à poursuivre les expériences en Suisse, dans son laboratoire de l'Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), où il est installé. Les résultats sont néanmoins mitigés, les techniciens suisses parlent de « *bricolage français* », sans que



cela brise pour autant l'enthousiasme des deux chercheurs. Son attention est telle d'ailleurs, qu'un jour Michel Broyer, concentré sur les perspectives de ses recherches sur la détection de molécules, même hors de son laboratoire, ne s'aperçoit même pas qu'il fait tout le trajet Lausanne-Lyon avec une roue voilée de sa voiture – il avait malencontreusement heurté le mur du voisin de Ludger Wöste en reculant (le voisin, lui, avait bien vu par contre que son mur avait été quelque peu désaligné).

Chercheurs amateurs ?

Jean-Pierre Wolf, intéressé lui aussi par les recherches sur le thème de la *single molecule detection* pour le diplôme qu'il prépare, entre dans le laboratoire de Lausanne. « *Un étudiant brillant* », se

souvent Michel Broyer, « *il n'a mis que quelques minutes à apprivoiser le laser construit avec Ludger Wöste* ». Soucieux de ne pas rester enfermés dans leur laboratoire, Ludger et Jean Pierre mettent leurs connaissances au service des membres de l'EPFL, en publiant par exemple en 1983 un article pour expliquer aux lecteurs dans un petit journal interne de l'Ecole « *comment fabriquer des lasers pour un prix défiant toute concurrence* ». La rédaction du journal croit bien faire en ajoutant aux savants croquis fournis par les auteurs une photo des deux chercheurs, avec cette légende (en fait destinée aux lecteurs) : *Chercheurs amateurs*. Amateurs ? Il en faut un peu plus pour perturber les deux compères dans leur travail. En réalité Ludger Wöste n'a qu'une idée en tête : appliquer ses recherches (et ses découvertes) au quotidien. Or, en rendant visite à son beau-père au Honduras, il constate que les bananeraies souffrent d'une infection, la *sigatoca negra*, qui menace des plantations entières. Il a alors l'idée d'utiliser ses lasers pour sonder et détruire individuellement les sites d'infection sur les plantes. Une méthode non polluante, qui séduit le jeune Jean-Pierre, plongé dans sa thèse sans pour autant ignorer la réalité de son milieu ambiant. Il fabrique donc un engin capable de mesurer les particules de l'air (bactéries, spores, sable) et fonde en 1987 un Centre d'Applications Laser (CAL) qui pourrait être mis au service de la défense de l'environnement, de la recherche médicale ou des méthodes de soudure. Pour ce faire, l'Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et une firme privée suisse acceptent de financer le projet, malgré les réticences de quelques industriels. Invité à passer un an à Paris en 1984, Ludger Wöste demande à Michel Broyer de mener avec lui les expériences – chacun étant accompagné par un étudiant en thèse – dans le Laboratoire Aimé-Cotton (LAC), une unité de recherche du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) créée en 1927 comme annexe du Laboratoire des recherches physiques de la faculté des sciences de l'université de Paris.

Le succès des recherches effectuées au sein du LAC est immédiat et une deuxième série de recherches a lieu en 1987, cette fois avec Jean-Pierre Wolf. Il y a comme un grain de sympathique folie dans cette manière de travailler entre Français

et Allemands en Suisse, pays de l'horlogerie et de la ponctualité proverbiale. Michel Broyer, dépendant de Ludger Wöste pour prendre son train à 18 heures 40 en direction de Lyon, avait, par prudence, pour habitude de dire plutôt « *18 heures 30 et des poussières* », ce qui lui valait à chaque fois cette question du collègue allemand : « *Combien de poussières ?* »

Antécédents linguistiques

A priori, on pourrait croire que Ludger Wöste était prédestiné à manier la langue française avec aisance ; sa mère avait fait des études à la Sorbonne en 1929 et avait enseigné le français. Et le professeur de Berlin, né dans la région de l'Emsland (au nord de la Westphalie) en 1946, se souvient qu'à la maison, ses parents recevaient souvent des invités français de passage. Mais entre la grammaire et les listes de vocabulaire à apprendre par cœur, il avait horreur des langues étrangères. Anglais ? Pas doué. Latin ? Pas plus. Français ? Il n'a même pas essayé, tant il est vrai qu'il était profondément persuadé d'être nul pour les langues. Il s'est donc mis aux études de mathématiques. Mais le français restait présent dans la famille et les bribes comprises au hasard de discussions n'avaient parfois aucun sens, car le vocabulaire faisait terriblement défaut.

Ludger est cependant de la génération de ces jeunes Allemands, qui dans les années 60 écoutaient avec admiration les chanteurs français et il n'a pas honte de le dire : « *J'étais amoureux de Françoise Hardy* ». Un amour platonique bien sûr, car la compréhension, par électrophone interposé, devait affronter pas mal de barrières linguistiques. « *Tous les garçons et les filles de mon âge* », chantait alors Françoise Hardy. Ludger, éberlué, n'avait qu'une hâte – chercher dans son atlas (l'Internet n'existait pas encore) la localité de... Monage. En vain, naturellement. Littéralement jaloux de ces jeunes d'un village inconnu, auquel son idole consacrait une si belle chanson, Ludger voyait la France s'éloigner de son cœur.

Pourtant, il en avait fait des efforts pour essayer de comprendre. C'est alors qu'il s'appêtait à faire un voyage en Pologne, en 1965, qu'il découvre dans un journal une petite annonce :

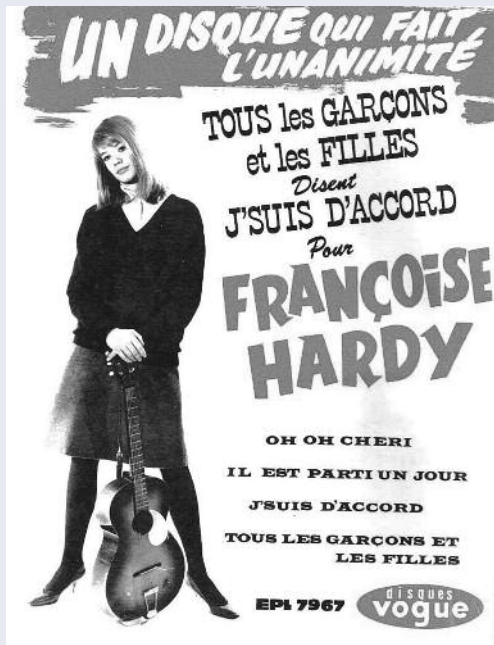
l'Office franco-allemand pour la Jeunesse (OFAJ) proposait des cours de langues. Adieu Varsovie, bonjour Françoise Hardy ! Ludger pose sa candidature, qui est acceptée peu après. Avec la ferme intention d'apprendre enfin le français, il embarque pour Vichy, où se trouve depuis 1964 le Centre d'Approches Vivantes des Langues et des Médias (CAVILAM). Ludger concède aujourd'hui ne pas être tout à fait sûr de savoir écrire correctement l'expression « qu'est-ce que c'est ». Ce qu'il voulait en fait, et il y a réussi, c'était parler et comprendre. Le stage dans le Massif Central lui a fait connaître un enseignement nouveau, audiovisuel, concret, pratique, où même chaque verre de vin rouge à la table d'un bistrot bien français faisait partie intégrante de l'enseignement linguistique. Fort de cette première expérience, qui venait de lui prouver qu'il n'était pas aussi nul pour les langues qu'il le croyait, Ludger Wöste est repar-

ti une deuxième fois en stage, cette fois à Antibes. Une deuxième et dernière fois. Plus jamais, il n'a suivi de cours de langue ; plus jamais, il n'a eu de professeurs de français devant lui. Mais, c'est sûr, il parle désormais français, peut-être pas comme Voltaire, mais sans complexes et apparemment sans grandes difficultés (« *il téléscopé la langue* », sourit Michel Broyer). Cet enseignement rapide a totalement changé sa vie : certes, il n'a jamais rencontré Françoise Hardy et il n'est pas devenu linguiste. Il a préféré rester fidèle aux matières scientifiques. Mais grâce à ses connaissances de français, il a fait exploser les frontières de son action professionnelle.

Nommé à Lausanne, après ses études de physique, il a même donné des cours en français, « *la grande rigolade* » avoue-t-il en accentuant les gutturales comme dans la caricature française de l'Allemand supposé typique. Aucune de ses phra-

Wie sagt man 95 % auf Französisch?

Ludger Wöste gehört zu jener Generation von deutschen Jugendlichen, die in den 1960er-Jahren für französische Chansons schwärmten. Heute bekennt er freimütig: „*Ich war in die fran-*



zösische Sängerin Françoise Hardy verliebt“. Eine platonische Liebe natürlich, denn schon die Verständigung via Plattenspieler war mit etlichen Sprachbarrieren bestückt. „*Tous les garçons et les filles de mon âge...*“, sang Françoise Hardy damals. Ludger wurde neugierig – schnell suchte er im Atlas den Ort *Monage...* Vergebens. Er wurde auf die Jugendlichen des unbekanntes Dorfes regelrecht eifersüchtig.

Im Anschluss an sein Studium in Köln, Bonn und Bern wurde er in die frankophone Schweiz, nach Lausanne, berufen. Dort unterrichtete er sogar auf Französisch – „*la grande rigolade*“ (ein echter Witz), gibt er selber zu und betont dabei die Gutturallaute wie in französischen Karikaturen des angeblich typischen Deutschen. Als Gastprofessor in Orsay bei Paris wurde er dabei erappt, wie er schweizerische und französische Ausdrücke miteinander vermischte. So präsentierte er seinen Studenten Leistungen von „*huit-quinze pour cent*“; die Schweizer hätten „*nonante-cinq*“ gesagt, die Franzosen bleiben bei ihrem für Deutsche schwierigen „*quatre-vingt-quinze*“. Die Studenten schließlich haben die 95%-Leistung mit Sicherheit nicht vergessen. Michel Broyer stellt heute respektvoll fest: „*Ludger telekopiert die Sprache.*“



Unterschiede und Gemeinsamkeiten

Dank seiner Zusammenarbeit mit Franzosen hat Ludger Wöste viel über Mentalitätsunterschiede gelernt: „Kein Zweifel, die Arbeitsweise ist in Deutschland meist strukturierter, aber die Atmosphäre ist in Frankreich lockerer und lässt mehr Raum für neue Ideen.“ Die Physiker Michel Broyer, Ludger Wöste und Jean-Pierre Wolf sind von diesen Unterschieden begeistert, wenn sie beispielsweise optische Systeme beschreiben, die mit Hilfe von Legosteinen oder Bindfäden gesteuert werden – in Frankreich natürlich, nicht in Deutschland: „Das ist alles komplementär!“ – und schnell macht eine Wöste-Formel die Runde: „Kombinieren Sie die in einem Citroën-DS steckende Vision mit der Robustheit eines Mercedes und kaum ein japanisches Auto hätte in Europa eine Chance.“ Selbst vor Nobelpreisträ-

gern zeigt Ludger Wöste bis heute sein *Citro-Benz*-Konzept mit einer selbst gebastelten Fotomontage. Beide Autos sehen zwar etwas alt aus – aber die Botschaft versteht immer noch jeder.

„Wo Franzosen sind, herrscht schnell mal Durcheinander – wie beispielsweise im Motorraum eines DS – sie bringen Chaos mit sich“, bemerkt der deutsche Professor. Diese Kritik münzt er jedoch sofort in Positives um, in eine Art Physiker-Philosophie: „Chaos schafft neue Strukturen und regt die Fantasie an.“ Leicht ironisch entgegnet dem einer der Kollegen: „Zu groß darf das Chaos allerdings nicht sein, denn dann wollen die Deutschen wieder Ordnung schaffen.“ Schließlich bringt Jean-Pierre Wolf die Diskussion auf den Punkt: „Physik heißt auf Griechisch Natur. Physik, das ist Einbildungskraft, das ist Schöpfung.“ Und alle drei sind einverstanden.

ses n'était correcte, mais tous les étudiants comprenaient, « n'est-ce pas là le principal ? ». Nommé professeur-invité à Orsay, il se fait surprendre à mélanger joyeusement les expressions suisses et françaises, présentant ainsi à ses étudiants des « rendements de huitante-quinze pour cent » ; les Suisses auraient dit nonante-cinq, les Français préfèrent encore quatre-vingt-quinze, les étudiants, eux, ne sont pas près d'oublier l'ampleur du rendement.

De par sa coopération avec l'Université de Lyon, Ludger Wöste a beaucoup appris sur les différences de mentalités : « Pas de doute, la manière de travailler est souvent plus strictement organisée en

Allemagne, mais le climat en revanche est plus relax en France, ce qui permet aux nouvelles idées de mieux se développer. ». Un constat, qui laisse peu de place au compromis. Herr Professor a néanmoins toujours été subjugué par les différences : « C'est complémentaire », dit-il en parlant de systèmes optiques commandés par de simples *lego* ou des bouts de ficelle. En France bien sûr, pas en Allemagne. Un cliché de plus ? Peu importe, la formule Wöste est toute trouvée : « Mélangez l'imagination des constructeurs de DS avec la précision et la solidité d'une Mercedes, et pratiquement aucun Japonais n'aurait encore une chance en Europe. ». C'est ce qu'il appelle « le concept CitroBenz », qu'il

ne cesse d'évoquer, même en présence de Prix Nobel ou d'éminents collègues français et allemands, en leur projetant sur grand-écran un montage-photo de sa fabrication. La DS et la *Mercedes* ont un peu vieilli, mais le message passe aussitôt.

Expériences berlinoises

Michel Broyer a certes de nombreux courts voyages en Allemagne à son actif, mais la langue allemande n'a jamais été sa vocation première. Le premier déplacement outre-Rhin de Michel Broyer date de 1969, à Berlin-Ouest, où son frère effectuait son service militaire au Quartier Napoléon.

Au Centre d'Applications Laser (CAL) de Lausanne, Ludger Wöste et son équipe étaient étroitement associés à l'industrie horlogère suisse. Pourtant, malgré le succès des travaux scientifiques, le Centre se heurte à de sérieux obstacles, ce qui restreint l'indépendance et la créativité de l'équipe. Plusieurs chercheurs partent donc au mois d'août

1989 avec Ludger Wöste pour un poste indépendant et stable à l'Université Libre de Berlin, qui les accueille à bras ouverts. Jean-Pierre Wolf, l'inséparable collègue et ami français, fait partie bien sûr de l'expédition. Pourtant le défi est considérable : quitter la Suisse « *bien rangée* », n'est pas une mince affaire. Ils découvrent à Berlin « *la liberté intellectuelle dans une prison* ». Berlin (Ouest) était effectivement comme une prison, lorsqu'ils prennent la décision en août 1989 de s'installer dans la ville divisée, où il n'y avait pas encore de laboratoire. Jean-Pierre Wolf se souviendra longtemps de son voyage à Berlin-Ouest en 1988 avec tous ses équipements techniques embarqués dans un camion de l'armée, immatriculé en Suisse et scellé au chalumeau pour pouvoir traverser la RDA sans craindre d'être soupçonné de transferts clandestins de ressortissants est-allemands.

La coopération avec Lyon doit se poursuivre, Ludger achète donc tout d'abord deux lasers, qu'il fait livrer en France. Les problèmes s'accumulent : il faut dédouaner le matériel à l'aéroport, le four fait des caprices, les manipulations sont complexes



Berlin-Erfahrungen

Bereits 1969 besuchte Michel Broyer die noch geteilte Stadt Berlin. Er besuchte seinen Bruder, der dort seinen Militärdienst im *Quartier Napoléon* absolvierte. Nachdem Ludger Wöste und Jean-Pierre Wolf im August 1989 von Lausanne nach Berlin umgezogen waren („*eigentlich mit gemischten Gefühlen*“, weil sie dort wegen der Trennung eine Art „*intellektuelle Freiheit in einem Gefängnis*“ entdecken), blieben die Kontakte mit Michel Broyer in Lyon erhalten. Die Laser-Experimente wurden nämlich fortgesetzt, diesmal auch mit einer kleinen Laserfirma (*Elight Laser Systems*), die Wöste und Wolf gegründet hatten.

Beide erleben am 9. November 1989 den Fall der Mauer und werden sogar zu improvisierten „Mauerspechten“, dank der Werkzeuge, die sie direkt von ihrem Arbeitsplatz zur Mauer mitnahmen. Einige Monate später fährt Michel Broyer nach Berlin, holt sich nachträglich ein Stück Mauer und besucht mit seinem Freund Ludger erstmals die zukünftige Bundeshauptstadt und deren Umgebung.

et se terminent souvent au milieu de la nuit et pour coordonner le tout, il faut organiser pour chacun des chercheurs de nombreux déplacements entre Berlin et Lyon, traversée de la RDA comprise. Une consolation : les résultats sont exceptionnels et prometteurs.

Personne ne se doute réellement de ce qui va se passer dans les semaines qui vont suivre. Mais, comme dans de nombreuses autres circonstances, Michel Broyer n'est jamais à court d'une citation littéraire pour expliquer sa motivation : « *La sagesse, c'est d'avoir des rêves suffisamment grands pour ne pas les perdre de vue, lorsqu'on poursuit* », disait Oscar Wilde.

A Lyon, Michel Broyer garde dans son album une photo jaunie de sa lointaine visite du Mur de Berlin, côté Berlin-Ouest en 1969 – moins de vingt ans plus tard, ses souvenirs berlinois seront enrichis d'un autre événement, historique pour le moins : le 9 novembre 1989 en effet, il reçoit deux coups de téléphone de Ludger et Jean-Pierre, le jour où le Mur de Berlin a commencé à vaciller. L'euphorie est telle que Ludger Wöste, qui ce soir-là vient de suivre un concert à la Philharmonie, à 300 mètres du Mur, demande sans tergiverser à son ami Jean-Pierre de s'emparer *illico presto* de tous les outils à sa disposition dans l'Institut de l'Université, des marteaux par exemple, afin d'arracher, au milieu d'une imposante foule en pleine effervescence, des bouts de béton du Mur de la honte. Après coup, il s'interroge : recourir au matériel de l'Etat pour saccager un mur... ? Il ne finit pas sa phrase, il y a prescription et c'était de toute manière pour la bonne cause. L'excitation et la joie, se souvient encore le physicien lyonnais, s'entendent distinctement dans la voix de ces deux physiciens établis depuis peu à Berlin : « *On sait qu'on y est pour rien, mais quand même, on arrive juste et c'est l'ouverture, alors on se dit que c'est peut-être un peu plus qu'une coïncidence, qu'on s'inscrit dans le mouvement* ».

En avril 1990, Michel Broyer retourne à Berlin, certes pour y travailler, mais il veut montrer à sa famille cette ville en totale mutation. L'Allemagne de l'Est existe encore, les *Vopos* sont toujours présents, plus souriants toutefois qu'en 1969, le passage Ouest-Est est désormais plus facile, l'atmosphère est exceptionnelle, on peut encore casser un

morceau du mur, acheter les surplus de l'armée russe.

Réunis dans la capitale réunifiée

L'expérience linguistique de Jean-Pierre Wolf est différente : né à Lausanne en 1960 de père français et de mère italo-suisse, il a certes appris l'allemand à l'école en France et en Suisse, mais il n'a pris conscience de problèmes de nationalité que sur le tard, lorsqu'il a voulu, à 42 ans, renouveler ses papiers d'identité périmés. « *Avant, on était laxiste* », concède-t-il en direction des services administratifs qui ne lui avaient jamais demandé auparavant des précisions sur ces racines. Subitement, on exigeait de lui qu'il reconstitue le parcours de son grand-père, né à Westhoffen, une petite commune de 1 500 âmes en Alsace. Donc peut-être allemand, l'histoire alsacienne est si complexe. Il parvient à fournir les documents demandés à Lyon. Installé à Berlin en 1989, après plusieurs expériences menées l'année précédente dans cette même ville, il se met sérieusement à l'allemand, mélangeant son accent français (et suisse) à celui des Berlinoises de l'Ouest et de l'Est – manière comme une autre de passer inaperçu.

C'est à Bessy, l'acronyme de la société berlinoise pour le rayonnement synchrotron, une société fondée en 1979 pour la création d'un anneau de stockage d'électrons (c'est-à-dire un type d'accélérateur de particules) que les expériences seront menées en 1991. Parallèlement, Jean-Pierre Wolf et Ludger Wöste ont fondé dans les environs de Berlin, à Teltow, la société *Elight Laser Systems*, une petite entreprise laser, soutenue financièrement par un dentiste suisse, où travaillent au coude-à-coude quinze chercheurs venus de France et des deux parties de l'Allemagne réunifiée pour commercialiser des lasers (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) et des lidars (*light detection and ranging*) destinés à mesurer divers paramètres de l'atmosphère.

De quoi effrayer ou du moins étonner plus d'un profane à l'époque. « *Erreur* », s'exclament les deux larrons derrière leurs transformateurs et leurs électrodes : « *Le laser a quelque peu perdu son caractère magique, on l'utilise dans les discothèques, chez le médecin et même les artistes s'en servent.* » Ce

qui explique que W&W soient pris pour des artistes, lorsque leur laser arrose, la nuit, le ciel de Berlin pour déterminer les concentrations des différents produits polluant l'atmosphère. L'idée de ces étincelles franco-allemandes dans les nuages est tellement géniale, qu'elle est soutenue par l'Agence allemande de protection de l'Environnement et bien sûr par l'Université de Berlin.

L'expérience de Teltow, qui a valu à Jean-Pierre Wolf en 1993 un Prix de l'Innovation technologique de Berlin, est concluante. Ludger Wöste ne tarit pas d'éloges, lorsqu'il parle de Jean-Pierre et de son travail avec les Français. « *Là, où il y a des Français, c'est souvent la pagaille à la cafétéria, ils aiment introduire le chaos* », affirme pourtant Ludger Wöste le francophile. Mais ce qui peut apparaître à première vue comme une critique sévère n'est en réalité que le point de départ d'une philosophie de physicien : « *Le chaos crée de nouvelles structures, les crises sont créatives* ». Puis il se frotte les mains en constatant que « *les Allemands aiment mettre de l'ordre dans ce chaos* ». Jean-Pierre Wolf lui apporte tout son soutien dans cette vision du monde scientifique : « *Physique, en grec, cela veut dire nature. La physique, c'est l'imagination, c'est la création.* »

Imagination et création ne sont pas forcément des arguments de poids pour les banques. Finalement, *Elight* est vendue en 2002 pour une somme relativement modique (60 000 euros) à *Jenoptik*, groupe d'opto-électronique fondé en 1991 à partir de la société *Zeiss* à Iéna en Thuringe. Michel Broyer quant à lui crée à Lyon avec un collègue du CNRS le Centre Agrégats pour produire et étudier les agrégats de métal et les utiliser sur d'autres expériences, par exemple à Berlin, dans le laboratoire de Ludger Wöste.

Coups de foudre

Nouvelle étape dans les carrières du trio franco-allemand : Michel Broyer prend en janvier 1992 la direction du Laboratoire de Spectrométrie Ionique et Moléculaire (LASIM), qui réunit cinq équipes de recherche sous la tutelle du Centre National de la recherche Scientifique (CNRS) et de l'Université de Lyon 1. Quelques mois plus tard, Jean-Pierre Wolf quitte ses fonctions de pré-

sident-directeur général d'*Elight* pour un poste de professeur à Lyon. Il est alors à 32 ans le plus jeune professeur de physique de France. Son projet, qui correspond aux recherches de Ludger Wöste à Berlin : le lidar et la spectroscopie femtoseconde. Explication pour profanes : « *En gros, la*

femtoseconde est à la minute ce que la minute est à l'âge de l'Univers », commente Jean-Pierre

Wolf. Précision plus savante : quand les impulsions lumineuses ne durent qu'un milliardième de milliardième de seconde, une femtoseconde donc, le laser engendre des champs électriques et magnétiques qui ionisent avec les molécules de l'air. Or, si des électrons se trouvent dans les parages, cela provoque des éclairs – un phénomène encore peu expliqué à ce jour, mais il y a aussi d'autres applications dans la vie de tous les jours, par exemple en médecine, mais aussi pour le micro-usinage de métaux.

Le départ du jeune chercheur français est bien sûr une déception pour Ludger Wöste à Berlin, qui avait espéré le garder plus longtemps dans son groupe. Mais l'amitié est solide et les équipes de Ludger Wöste et de Jean-Pierre Wolf, ainsi qu'une équipe de l'Ecole Polytechnique à Palaiseau et une équipe de l'Université de Iéna, lancent en 1998 le projet *Téramobile*, initiative franco-allemande acceptée par la Société allemande de Recherche (DFG) et le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) en mars 1999. Là encore une explication s'impose : térawatt désigne en électricité une unité de puissance de mille milliards de watts – avec cinq térawatts on obtient en gros l'équivalent de celle produite par mille centrales électriques, mais seulement pendant la fameuse femtoseconde déjà citée. *Téramobile* intègre ce laser à forte puissance dans un conteneur de six mètres de long qui sert de laboratoire mobile capable d'effectuer des mesures dans toutes les conditions météorologiques. En bombardant ainsi l'atmosphère, les physiciens modifient localement la formation des nuages, mais il faudra encore de nombreuses recherches pour manipuler les nuages à volonté et espérer participer avec succès à la lutte contre le réchauffement climatique. L'objet des re-



cherches reste avant tout la mise au point d'un type de laser capable d'obtenir des résultats probants à grande échelle, par exemple déclencher la foudre de manière bien contrôlée et ainsi assurer une protection contre ce phénomène naturel aux effets parfois dévastateurs, mais aussi créer des nuages où il n'y en a pas, et provoquer des précipitations – « *Un laser pour ensemençer les nuages* », titrait joliment la revue *Sciences et Avenir* en 2010 – une idée qui ne date pas d'hier, mais contrairement aux conceptions futuristes qui envisageaient dès les années 1940 de déverser des produits chimiques depuis un avion pour faire pleuvoir, l'expérience du *Téramobile* a l'avantage de respecter l'environnement, puisque seul un laser vient « chatouiller » les nuages. Les bananeraies du beau-père de

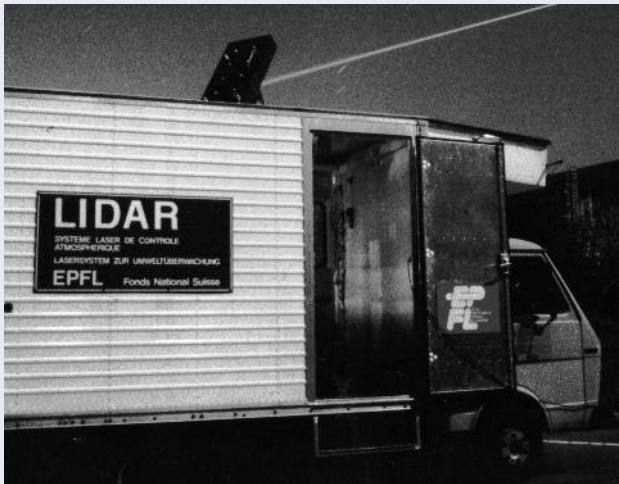
Ludger Wöste au Honduras peuvent encore espérer...

Jean-Pierre Wolf parvient, avec le soutien du réseau de Michel Broyer, à obtenir un peu de financement pour ses lasers, ce qui lui permet de développer, depuis Lyon, ses collaborations avec Berlin, notamment avec une campagne de mesures organisée au Nord de la Finlande par -40° Celsius dans le cadre d'un projet européen sur le trou d'ozone dans la stratosphère.

Nommé en 2005 professeur à l'Université de Genève, à la tête du Groupe de Physique Appliquée, Jean-Pierre Wolf reçoit bien vite la visite de Ludger Wöste pendant quatre mois, car le projet *Téramobile* continue, ce qui vaudra à ses cofondateurs le Prix de la revue scientifique *La Recherche*,

Femtosekunde, *Teramobile* und Lidar

Eine Femtosekunde ist eine sehr kurze Zeiteinheit. Die Distanz, die sich Licht dieser Impulsdauer von der Lichtquelle weg bewegt, beträgt in etwa ein Hundertstel der Dicke eines



menschlichen Haares. Genauer ausgedrückt : Eine Femtosekunde ist der Millionste Teil einer Milliardstel Sekunde. Oder anders formuliert: Eine Minute enthält, grob gesehen, so viele Femtosekunden wie das Alter des Universums Minuten. Ein Femtosekundenlaser, der Laserblitze von unvorstellbar kurzer Dauer erzeugt, ermöglicht also eine äußerst exakte Arbeit.

Teramobile bezeichnet sowohl das weltweit erste mobile Terawatt-Lasersystem als auch das deutsch-französische Forschungsprojekt, in dessen Rahmen dieses mobile Labor entwickelt wurde (ein Terawatt entspricht einer Billion Watt).

Erste Versuche mit einem Terawatt-Laser wurden am Institut für Optik und Quantenelektronik (IOQ) in Jena, unter anderem von Ludger Wöste und Jean-Pierre Wolf und ihren Mitarbeitern gestartet. Im Sommer 1999 wurde das Projekt *Teramobile* mit der Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und des *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) gegründet. In mobilen *Teramobile*-Containern werden in Lyon, Berlin oder Genf Terawatt-Laser-Impulse erzeugt und ausgesendet.

Lidar ist die englische Abkürzung für *Light detection and ranging*, eine Methode zur Messung atmosphärischer Parameter mit Hilfe von Laserstrahlen. Lidar-Instrumente können zum Beispiel die Emissionsmengen von Fabrikschornsteinen überwachen, aber auch optische Eigenschaften von Aerosolen und Wolkenpartikeln bestimmen und chemische Prozesse in feuchten Luftschichten initiieren.

mention environnement, qu'ils partageront avec un physicien du LASIM de Lyon et un collègue allemand de l'Institut d'Optique de l'Université de Jéna. Trois ans plus tôt, Jean-Pierre Wolf avait reçu pour sa part en 2002 le Prix Servant de l'Académie des Sciences. Michel Broyer reçoit à Dresde en 2000 le Prix Gentner-Kastler, décerné conjointement par la Société Française de Physique (SFP) et la Société Allemande de Physique (DPG) et obtient en 2003 le prix Gay Lussac-Humboldt, remis en 2004 à Bonn (photo). Il est alors invité à passer plusieurs mois à Berlin pour travailler avec Vlasta Bonacic-Koutecky (d'origine croate, aujourd'hui professeur de physique chimique et théorique à l'Université de Berlin) et... Ludger Wöste, qui est fait docteur *honoris causa* de l'Université Lyon 1 en 2005, avant de recevoir à son tour, en 2006, le Prix Gay Lussac-Humboldt, ce qui le conduit à retourner à Lyon pour travailler dans le laboratoire LASIM de son ami lyonnais, qui vient alors de créer, avec d'autres physiciens, la Fédération Ampère de Physique pour l'ensemble des physi-



ciens de l'Université Lyon 1 et de l'École Normale Supérieure de Lyon.

Malgré une opération du poumon en raison d'une tuberculose de la plèvre, Michel Broyer assiste l'année suivante à une grande conférence à Berlin en l'honneur de deux anniversaires – le sien et celui de Ludger Wöste qui ont alors 60 ans. Opéré de nouveau en 2011, il se rend néanmoins pour deux semaines à Berlin. Peu après son arrivée, il ne parvient plus à se lever. Admis en urgence à l'hôpital de la Charité, il est opéré le soir même. Sans succès.

En février 2014, tous les grands noms de la physique, notamment deux lauréats français du Prix Nobel, sont réunis pour un symposium intitulé *Lumière sur les atomes, molécules et nanoparticules*, organisé en l'honneur de Michel par ses collègues de Lyon. Sont présents Serge Haroche, Claude Cohen-Tannoudji, Alain Aspect, sans oublier bien sûr les inséparables Ludger et Jean-Pierre. Comme dirait Confusius, cité lui aussi par Michel Broyer, « *notre plus grande gloire n'est pas de ne jamais tomber, mais de nous relever à chaque fois* »

Solidarität

Ende 1997 wird bei Michel Broyer eine chronische myeloische Leukämie (CML) festgestellt. Neue Therapien helfen ihm, seine Arbeit doch fortzusetzen und 2004 folgt er einer Einladung nach Berlin. 2006 kann er an einem Symposium in Lyon teilnehmen, das zu seinem und Wöstes 60. Geburtstag veranstaltet wird. Immer wieder findet er die Kraft, seine Freunde zu treffen, etwa im Oktober 2011 in Berlin, wo er plötzlich wegen einer Querschnittslähmung in die *Charité* eingeliefert werden muss.

Ludger Wöste informiert die Familie in Lyon, lädt sie zu sich nach Hause ein und betreut sie täglich, bis Michel Broyer seine neunmonatige medizinische Rehabilitation in einem Krankenhaus von Lyon beginnen kann.

Im Februar 2014 organisieren seine Kollegen ein Kolloquium für ihn – alle große Namen der Physikforschung sind anwesend: unter ihnen die Nobelpreisträger der letzten Jahre und vor allem seine beiden Freunde: Ludger Wöste und Jean-Pierre Wolf.