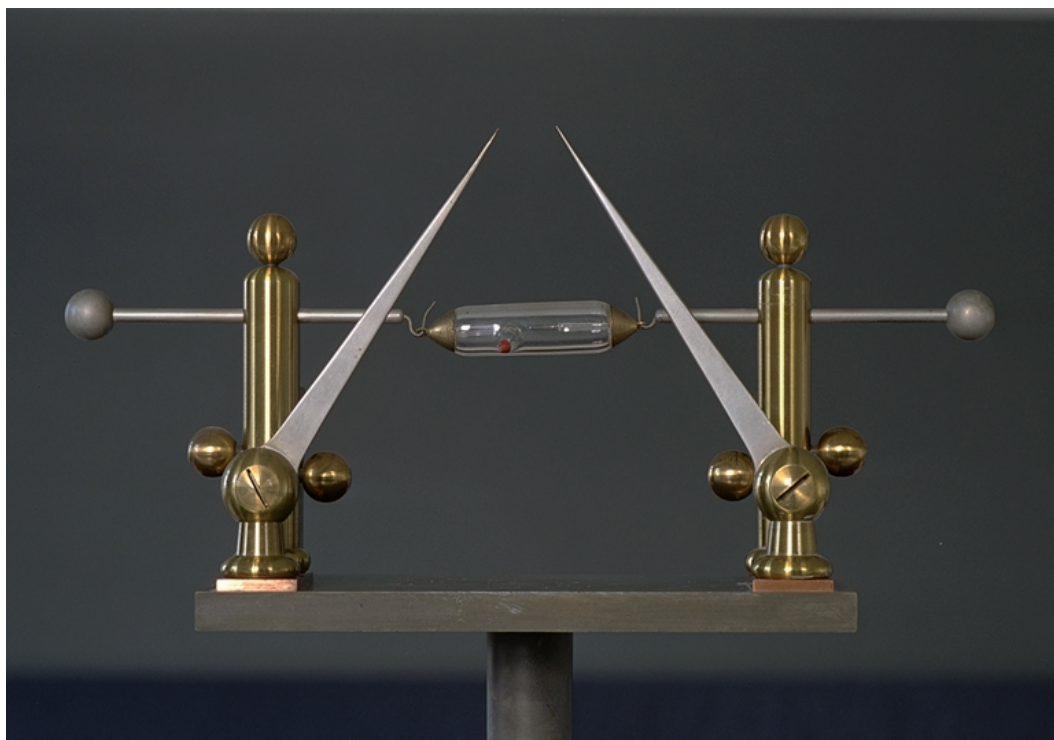


LE PHOTON

Bulletin de l'Association des Anciens Etudiants et Collaborateurs du
Département de Physique de l'Université de Fribourg

N° 23 - 2012



**Comité de l'Association
des Anciens Etudiants et Collaborateurs
du Département de Physique de Fribourg**

R.-P. Pillonel-Wyrsh	Président 1753 Matran
J.-Cl. Dousse	Vice-Président
Ch. Murith	Caissier
B. Michaud	Rédacteur (français)
L. Schaller	Rédacteur (allemand)
F. Scheffold	Membre et Président du Département de Physique
A. Raemy	Membre
P. Schwaller	Membre
S. Tresch	Membre

Secrétaires du Photon

E. Esseiva	Département de Physique, Ch. Musée 3, 1700 Fribourg, eliane.esseiva@unifr.ch
B. Kuhn-Piccand	Département de Physique, Ch. Musée 3, 1700 Fribourg, bernadette.kuhn-piccand@unifr.ch

• EDITORIAL

Après les festivités qui ont accompagné nos retrouvailles de 2011, et l'intérêt marqué par les participant-e-s à ce qui se passe dans « notre » département de Physique de l'Université de Fribourg, nous avons décidé de vous proposer un numéro qui fera la part belle à toutes les nouveautés que nous y trouvons. Ainsi ce n'est pas à proprement parler une entreprise que nous vous présentons cette année, mais bien un Institut universitaire. L'« Adolphe Merkle Institute » est bien connu et souvent cité dans la presse, mais serions-nous tous capables de décrire plus précisément ce sur quoi il travaille ? Ses membres ont bien voulu répondre à notre sollicitation pour que nous puissions en savoir un peu plus, et nous les en remercions. Leur article me rappelle une anecdote issue de mes cours de répétition, alors que je servais dans le service de protection atomique. Nous devions rédiger un rapport sur nos mesures de radioactivité et le problème linguistique n'avait pas manqué de se poser. Plutôt que de l'écrire avec des paragraphes alternés en allemand, en français et en italien, nous l'avions rédigé en anglais. Cela avait mis en fureur notre colonel divisionnaire : « Depuis quand parle-t-on anglais dans l'armée suisse ? », nous avait-il lancé à la figure en jetant le rapport par terre. Notre responsable d'unité avait alors répondu du tac au tac : « Sans aucun doute depuis que les physiciens y sont admis ! ». Aussi, nous sommes persuadés que l'innovation d'un article en anglais dans le Photon ne dérangera pas nos lecteurs « physiciens » qui auront plaisir à lire cet article.

Le mot « crise » est le sujet principal de tous les titres de la presse. Pourquoi le Photon fait-il exception à la règle ? Pourquoi à chaque fois qu'on lit l'article du Président du département a-t-on une telle impression d'activité débordante ? Le département aurait-il des fonds cachés qu'il peut utiliser les jours de disette ? Non, bien sûr. Il a l'enthousiasme et la volonté de faire avancer la formation universitaire de tous ses membres et de développer la recherche en physique. Et, heureusement, l'amour du travail bien fait ne peut pas se transmettre aux fiscaux étrangers au moyen de disquettes. La lecture de ces pages ravivera, si besoin était, un peu de cet engouement pour la physique qui a été ou est encore notre moteur professionnel.

La physique théorique n'en finit pas de se développer à Fribourg. Un groupe sur la matière molle dirigé par M. le Prof Brader a vu le jour et ses activités méritent d'être mises en évidence et connues de toutes et tous. Merci à lui d'avoir accepté de nous en dire plus. Nous veillerons dans le futur à ce que les différents groupes de recherche de notre département aient quelques pages à disposition pour se présenter : c'est cela aussi maintenir le contact. Mais, si les pages de M. le Prof. Brader vont vous convaincre de l'importance actuelle de la physique théorique à l'Université de Fribourg, il fut un temps où elle tenait dans deux bureaux, et pas grand monde ne savait vraiment ce qui s'y passait en matière de recherche. Par contre tout le monde connaissait les visages de ceux qui dirigeaient les fameux exercices de physique théorique du vendredi matin. C'est à l'un d'eux, Roger Röthlisberger, notre ami jurassien qui a fini par rester avec sa famille dans le canton de Fribourg, que nous avons le plaisir de donner la parole aujourd'hui pour la toujours très appréciée rubrique « Que sont-ils devenus ? ».

Bonne lecture à toutes et tous !

Roland-Pierre Pillonel-Wyrsh

• **DAS LEBEN AM PHYSIKDEPARTEMENT** im akademischen Jahr 2011/2012

Im gerade abgeschlossenen Studienjahr standen die Zeichen auf Konsolidierung nachdem die Restrukturierungen und Neubesetzungen der letzten Jahre nun endgültig abgeschlossen werden konnten. Die neuen Professoren in der Theorie, Joseph Brader und Phillip Werner, haben ihre wissenschaftliche Arbeit zügig begonnen und sind bereits voll in den Lehrbetrieb integriert. Xavier Bagnoud (31.08.2011) und Dionys Baeriswyl (31.12.2011) haben ihren Ruhestand angetreten, sind aber weiterhin in Forschung und Lehre eingebunden und stehen den aktiven Kollegen mit Rat und Tat zur Seite. Die 2009 neu berufenen Ordinarien Phillip Aebi und Frank Scheffold haben den Aufbau ihrer Labors abgeschlossen oder stehen kurz davor dies zu tun. Zusammen mit den bereits etablierten Gruppen kann die Physik somit auf ein forschungsstarkes Department blicken, welches national und international keinen Vergleich zu scheuen braucht. Neben den vielen hochkarätigen wissenschaftlichen Publikationen, auf die ich noch zu sprechen komme, zeigt sich der Erfolg des Departements nicht zuletzt an dem hohen Drittmittelaufkommen. Wie die neuesten Statistiken zeigen hat das Physikdepartement das höchste Drittmittelaufkommen in der Fakultät, obwohl es zu den kleineren Departementen zählt. Für die kommenden Jahre ist das Departement somit personell wie auch apparativ sehr gut bestückt, so dass die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Arbeit hervorragend sind. Neben dem persönlichen Einsatz der Forscher ist diese positive Entwicklung auch der generell verbesserten Situation der Fakultät innerhalb der Universität, sowie der grosszügigen Unterstützung (einiger Gruppen) durch die Adolphe Merkle Stiftung (FriMat) zu verdanken.

Auch wenn das Physikdepartement seit dem letztem Jahr in etwas ruhigeren Gewässern fährt, so bleiben die Herausforderungen innerhalb der Fakultät, der Universität und der Forschungslandschaft Schweiz doch bestehen: Die Neubesetzung der Physikstelle am Adolphe Merkle Institut ist weiterhin offen, die Zusammenarbeit mit der Universität Bern im Rahmen von LIMAT geht demnächst zu Ende und der Nationale Forschungsschwerpunkt MaNEP (an dem viele Freiburger Gruppen beteiligt waren) läuft ebenfalls aus. Nur durch weiterhin grosse Anstrengungen aller Beteiligten kann das aktuelle Niveau gehalten oder sogar noch gesteigert werden. Sollte dies gelingen, woran ich keinen Zweifel habe, so schaut das Physikdepartement in eine sehr positive Zukunft.

Lehre

Zum Herbstsemester 2011 konnten wir im Bachelor mit Hauptfach Physik 12 neue Studenten begrüßen, zum Herbstsemester 2012 waren es leider nur 6 neue Studenten. Die Gesamtzahl unserer Physikstudenten liegt bei etwa 45 bis 50 und ist damit weiterhin etwas zu niedrig. Getreu dem Motto „Qualität statt Quantität“ zeichnet sich die Physikausbildung an unserem Departement also immer noch durch eine sehr intensive und persönliche Betreuung der Studierenden aus. Diesen Vorteil sollten junge Studierende durchaus in Betracht ziehen, wenn sie sich für einen Studienort entscheiden.

Die Planungen für den neuen spezialisierten FriMat Masterstudiengang im Bereich

der Physik und Chemie von Nanomaterialien sind leider abrupt zum Erliegen gekommen nachdem das Rektorat sich nicht in der Lage sah die notwendigen finanziellen Mittel, z.B. zum Ausbau der Praktika, kurzfristig bereit zu stellen. Als neuer Termin für die Einführung des Masters ist nun das Herbstsemester 2017 vorgesehen. In Folge dessen wurde dann auch die Revision des Studienplans Physik zunächst auf Eis gelegt. Parallel dazu sind die Diskussionen um die Einführung eines gemeinsamen LIMAT-Masters mit der Universität Bern weiterhin im Gange. Allerdings sind auch hier die praktische Machbarkeit und die Frage der Finanzierung ungeklärt. Nichtsdestotrotz soll mit dem Abschluss des LIMAT Projektes eine konkrete Studie zum gemeinsamen Master erarbeitet werden welche dann als Grundlage für Gespräche mit den zuständigen Instanzen in Freiburg und Bern dienen soll.

Ungeachtet des leider schwachen Interesses an einem Physikstudium ist die Gesamtzahl der Studenten aus den anderen Studiengängen weiter sehr hoch. Sowohl im letzten Studienjahr als auch im gerade begonnenen Studienjahr waren etwa 240 Studierende für die Physik I/II Vorlesung des ersten Jahres und im physikalischen Anfängerpraktikum eingeschrieben. Erstmals wurde in diesem Herbst die Möglichkeit einer Videoübertragung der Vorlesung Physik I in den Hörsaal 0.51 geschaffen da der grosse Physikhörsaal 1.50 mit seinen 240 Sitzplätzen bis an die Grenzen seiner Kapazität ausgelastet ist. Glücklicherweise hat sich die ursprüngliche Befürchtung einer weiter sehr stark wachsenden Anfängerzahl nicht bestätigt, so dass wir auf diese Möglichkeit nicht zurück greifen mussten. Wie sich die Situation in den Folgejahren entwickelt gilt es abzuwarten.

Diplome und Auszeichnungen

Im akademischen Jahr 2011/2012 haben 4 Studenten den Bachelor in Physik erfolgreich beendet: Wir gratulieren Toni Kryenbühl, Patrick Back, Peter Koss und Alberto Scacchi. Ihren Master in Physik erhalten haben: Gabriel Feraz, Noémi Blanchard, Mireille Perler, Nicola Muller, Yves Berset, Marc Schnyder, Thomas Wagner und Jos Kohn. Zudem wurden folgende Doktorarbeiten zu einem erfolgreichen Abschluss gebracht: Zi-Ke Zhang, Doreen Thiele, Pascal Martelli, Jean-Luc Robyr, Kato Shunsuke, Kitty van Gruijthuijsen und Lü Linyuan.

Zwei unserer Doktoranden wurden letztes Jahr mit dem Preis der Fakultät ausgezeichnet – Victor Lebedev (Weis-Gruppe) und Zi-Ke Zhang (Zhang Gruppe). Gäel Monney (Gruppe Aebi) hat für seine Masterarbeit im November 2011 den Vigener Preis verliehen bekommen.

Dr. Johanna Hoszowska hat sich 2011 im Fach experimentelle Physik habilitiert.

Forschung

Die Forschung an unserem Departement beschäftigt sich mit aktuellen Fragestellungen in den Bereichen der statistischen Physik, der kondensierten Materie und der Optik / Photonik. Diese Forschung ist weithin anerkannt und hat ohne Zweifel ein sehr hohes, internationales Niveau. Erwähnenswert ist zudem dass neben Antoine Weis (FN-Luxemburg) nun auch Frank Scheffold und Christian Bernhard (jeweils SNF) zum Mitglied eines nationalen Forschungsrates gewählt wurden. Im vergangenen Jahr wurden wieder mehr als 50 Publikationen in internationalen Zeitschriften veröffentlicht. Davon sind wie in

den vorausgegangenen Jahre 15-20% in so genannten High-Impact-Journalen (Einflussfaktor > 5) wie z.B. Science, Nature oder Physical Review Letters erschienen. Auch die Zitierungsrate der Publikationen unserer Gruppenleiter liegt bei nahezu 1400 pro Jahr wenn man nur Arbeiten berücksichtigt die auch in Fribourg entstanden sind. Diese Zahlen, welche allgemein als Massstab für die Beurteilung von exzellenter Forschung dienen, stellen der Forschungsarbeit an unserem Physikdepartement ein hervorragendes Zeugnis aus.

Hinter diesen guten Zahlen stehen sowohl die nicht-akademischen Mitarbeiter in der Verwaltung und Technik als auch unsere akademischen Mitarbeiter, Doktoranden und Master-Studenten die mit viel Einsatz und grosser Begeisterung ihrer Forschung nachgehen. Insbesondere die Doktoranden und Postdoktoranden kommen nicht nur aus der Schweiz und den Europäischen Nachbarländern, sondern aus der gesamten Welt (Schweiz 41, EU-Staaten 49, Osteuropa und Russland 6, Asien 8, Nordamerika 1, Südamerika 2).

Öffentlichkeitsarbeit

Auch in diesem akademischen Jahr haben wir die 3. Schulklassen der lokalen Gymnasien zu „Physics Days“ eingeladen. Ziel dieser Veranstaltung ist es, den angehenden Studierenden aus der Region Freiburg einen Einblick in das Physikstudium und in die Forschungsaktivitäten an unserem Departement zu geben.

An dieser Veranstaltung, welche neben allgemein verständlichen Vorträgen auch Demonstrationen und Experimente zum Mitmachen beinhaltet, nahmen etwa 50 Schüler/innen teil, etwas weniger als im vorangegangenen Jahr. Obwohl die Veranstaltung wiederum auf sehr positive Resonanz stiess, ist es immer wieder problematisch einen geeigneten Termin zu finden. Aus diesem Grund erwägen wir die Veranstaltung in den folgenden Jahren im September abzuhalten, zu Beginn des Schuljahres. Für die Planung und Durchführung in diesem Jahr möchte ich insbesondere unserer Koordinatorin des LIMAT Projektes Aline Herren danken.

Personalien

Im Verlauf des letzten Studienjahres haben Xavier Bagnoud (30.08.2011) und Dionys Baeriswyl (31.12.2012) ihren Ruhestand angetreten. Wie schon zu Beginn erwähnt sind ihre Nachfolger Phillip Werner und Joseph Brader seit Februar bzw. Juli offiziell im Amt. An dieser Stelle möchte ich Dionys und Xavier noch einmal herzlich für ihren Einsatz für unser Departement danken. Ebenso freue ich mich dass die neuen Kollegen sich so nahtlos in unser Departement integriert haben.

Im Februar diesen Jahres ist der Freiburger Industrielle und Mäzen Adolphe Merkle nach langer schwerer Krankheit verstorben. Dr. h.c. Merkle hat mehrere Gruppen im Physikdepartement, in einer besonders schwierigen Phase, mit der Finanzierung des Fribourg Center for Nanomaterials entscheidend unterstützt, wofür wir ihm sehr dankbar sind.

Erfreuliche Anlässe

Auch in diesem Studienjahr gab es wieder mehrfach Grund zu feiern, insbesondere wenn Nachwuchs zu vermelden war. Das Licht der Welt erblickt haben am 2. November Disalin Satapathy, Tochter von Dillip, am 11. Januar Eve-Marie Robyr, Tochter von Jean-Luc, am 16. März Zuzanna Kasprzak, Tochter von Malgorzata, am 27. April Milo Vaccaro, Sohn von Andrea und am 8. September Henryk Nowak, Sohn von Stanislav. Im Namen des Departements noch einmal ‚Herzlichen Glückwunsch‘ an die Mütter und Väter .

Anlass zum Feiern gaben auch das Weihnachtsessen des Physikdepartements im Restaurant „Indian Corner“ und das Sommerfest welches in diesem Jahr von meiner Arbeitsgruppe organisiert und durchgeführt wurde.

Schlusswort

Zum Schluss möchte ich die Gelegenheit nutzen mich bei allen Mitarbeitern des Departements für die freundliche und effiziente Zusammenarbeit zu bedanken. Die zusätzlichen Aufgaben als Departementspräsident sind phasenweise sehr zeitraubend und nur schwierig mit der Vielzahl anderer Aufgaben unter einen Hut zu bringen. Die Unterstützung im Departement hat es mir deutlich leichter gemacht dieser Aufgabe einigermassen gerecht zu werden. Sollte doch einmal etwas schief gelaufen sein oder sollte ich etwas vergessen haben so hoffe ich auf Verständnis und freue mich über jede Anregung und konstruktive Kritik.

Zu guter Letzt gilt mein besonderer Dank wieder den Herausgebern des PHOTONS für ihren vorbildlichen Einsatz mit dem sie den Kontakt zu unseren Ehemaligen pflegen.

• PLAN D'ETUDES ROMAND (PER): MAIS OU EST DONC PASSÉE LA PHYSIQUE ?

C'est fait : après plusieurs tentatives avortées, dont le récent PECARO, la Romandie s'est enfin dotée d'un plan d'études commun visant à harmoniser les objectifs de l'Ecole obligatoire. On y repère quelques éléments nouveaux, tels que la Formation Générale et les Capacités transversales qui apparaissent comme buts explicites. Mais il est clair que dominant les branches plus ou moins traditionnelles regroupées en cinq « domaines disciplinaires » : Langues – Mathématiques et sciences de la nature – Sciences humaines et sociales – Arts – Corps et mouvement. D'un point de vue enseignant, on constate qu'il est décidément impossible de séparer les mathématiques des sciences de la nature, quand bien même elles répondent à des didactiques diverses, parfois même opposées. Hélas, rien de nouveau donc de ce côté-là, du moins officiellement En effet, à y regarder de plus près, on ne

peut que constater que les objectifs attribués aux mathématiques et aux sciences naturelles sont clairement séparés à l'intérieur du domaine. Il en va de même pour les ressources à disposition. Enfin, les sciences naturelles sont maître d'œuvre d'une discipline. Plus significatif encore : à l'intérieur des 5 domaines de formation générale, les mathématiques et les sciences naturelles sont chaque fois séparées: les mathématiques sans les sciences naturelles pour MITIC, mais les sciences naturelles sans les mathématiques pour les 4 autres domaines (Santé et bien-être ; interdépendances sociales, économiques et environnementales ; choix et projets personnels ; vivre ensemble et exercices de la démocratie).

Alors voyons les objectifs attribués à la physique à l'intérieur du PER ... et on ne voit rien, puisque les branches ne sont plus physique – chimie – biologie, mais bien : Phénomènes naturels et techniques – Corps humain – Diversité du vivant. A chaque fois, une grande importance est attribuée à la modélisation et à la démarche expérimentale. Qu'est-ce que ces nouvelles branches qui ne correspondent à aucun cursus universitaire ? Et bien, il fallait d'abord se dire qu'il n'y a pas de solution de continuité entre l'école obligatoire et l'université, et que donc il ne pouvait pas y en avoir dans l'enseignement. Cela ne signifie pas que la physique disparaît des programmes : « Phénomènes naturels et techniques » ont comme sous-chapitres : Matière – Optique – Mécanique – Electricité – Energie, en ne perdant pas de vue qu'il s'agit d'objectif à atteindre pour tout élève sortant de l'école obligatoire, qu'il se destine aux études longues ou à l'apprentissage.

En fait, la principale difficulté, et la principale résistance de la part de certain-e-s enseignant-e-s, vient de ce que désormais ces dernières devront enseigner à la fois de la physique, de la chimie et de la biologie. Pour les plus ancien-ne-s, la formation continue doit passer par là, mais est-ce trop demander à des formateurs de comprendre l'intérêt de continuer à se former ? Pour les plus jeunes : pas de problèmes ! La Faculté des sciences et particulièrement les départements concernés ont su faire preuve d'une remarquable ouverture d'esprit en acceptant de créer une branche « sciences naturelles » correspondant au PER pour les étudiant-e-s francophones et germanophones se destinant à l'enseignement secondaire I, et ce depuis près de cinq ans : ainsi l'Université de Fribourg était prête à l'arrivée du PER ! Gageons qu'il sera beaucoup plus difficile de créer la branche « Histoire-Géographie », également demandée par le PER : là ce ne sont pas seulement deux départements, mais même deux Facultés qui sont concernées !

Roland-Pierre Pillonel-Wyrsh
Directeur du Centre d'Enseignement et de Recherche Francophone
pour la formation des enseignant-e-s du secondaire I & II

• THEORIE DER WEICHEN MATERIE: NEUE GRUPPE FÜR THEORETISCHE PHYSIK AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG



Ich absolvierte mein Grundstudium und meine Doktorarbeit in Physik an der Universität Bristol, in der Stadt, in der ich aufgewachsen bin. In meiner Doktorarbeit ging es um die klassische statistische Mechanik von Flüssigkeiten. Während dieser Zeit betreute mich

Prof. R. Evans, der mich mit seiner Begeisterung für die theoretische Physik, insbesondere für die Theorie der klassischen Flüssigkeiten, als Forscher stark beeinflusste. Als Postdoc am James Franck Institut in Chicago konzentrierte ich mich auf die Entwicklung der klassischen Dichtefunktionaltheorie, einem eleganten Formalismus basierend auf der Quantentheorie von Kohn und Hohenberg, zur Beschreibung inhomogener Elektronensysteme. Nach einer lehrreichen Zeit an der Universität Bern, wo ich auf dem Gebiet „Lernen und Gedächtnis in neuronalen Netzen“ forschte, zog ich nach Konstanz, um in die Welt der Glasphysik einzusteigen. Während meiner Konstanzer Zeit habe ich die Fliesseigenschaften (Rheologie) von Gläsern theoretisch untersucht, insbesondere die Anwendung von Methoden aus der Theorie molekularer Gläser auf experimentell zugängliche Systeme der weichen Materie. Seit Juli 2010 bin ich Leiter der Arbeitsgruppe „Theorie der weiche Materie“ am Departement für Physik, zuerst als Professor des Schweizerischen Nationalfonds und seit Juli 2012 als fest angestellter assoziierter Professor. Ich freue mich jetzt auf die Fortsetzung meiner Forschung und Lehre in der freundlichen und anregenden Umgebung meiner Kollegen und der Studenten im Physik-Departement.

Forschungsinteressen

Meine gegenwärtige Forschung konzentriert sich auf die theoretische Untersuchung von Phasenverhalten, Mikrostruktur und Rheologie komplexer Flüssigkeiten. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf kolloidalen Suspensionen. Die Forschungsaktivitäten innerhalb meiner Gruppe haben einen interdisziplinären Charakter mit engen Verbindungen zum Experiment, bedienen sich aber hauptsächlich Methoden aus der Statistischen Physik und behandeln auch grundlegende theoretische Aspekte. Für einen Theoretiker stellen Systeme der weichen Materie flexible und experimentell realisierbare Modelle für neue Konzepte in der statistischen Mechanik dar. Darüber hinaus bieten die experimentellen Untersuchungen in der Gruppe von Frank Scheffold und innerhalb des Adolphe Merkle Instituts eine hervorragende Ergänzung zu meiner theoretischen Arbeit. Ich möchte diese Gelegenheit nutzen, um eine kurze Einführung in einige der Themen zu geben, die mich im Moment interessieren und in die Methoden, die ich nutze, um sie zu studieren.

Komplexe Fluide sind eine wichtige Art von weicher Materie, in der Regel bestehend aus mesoskopischen Bausteinen wie Polymeren oder Mizellen. Diese allgegenwärtigen physikalischen Systeme weisen eine reiche Vielfalt an Fließverhalten auf, das oft sehr

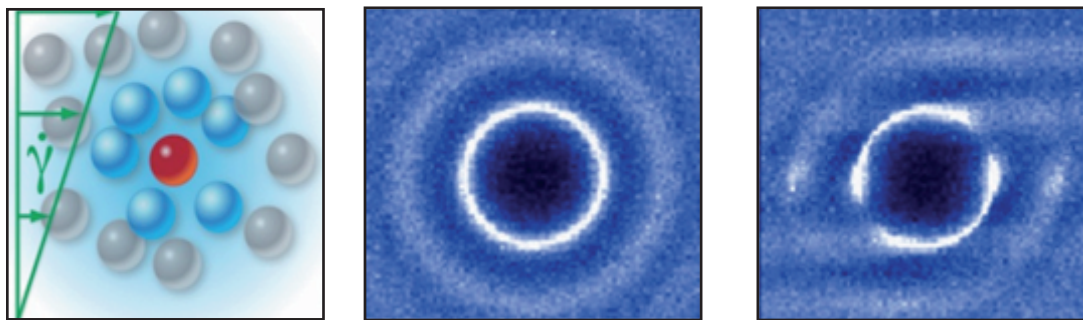
empfindlich auf externe Bedingungen (wie z.B. Temperatur) reagiert und stark von Details der Teilchenwechselwirkung abhängt. Viele bekannte Haushaltsprodukte sind komplexe Fluide und zeigen nicht-triviales Fließverhalten wenn sie externen Kräften ausgesetzt sind. Zum Beispiel verhält sich Mayonnaise (eine stabilisierte Emulsion aus Öltröpfchen im Wasser) wie ein weicher Feststoff, wenn sie im Regal steht, fließt aber wie eine Flüssigkeit wenn man sie mit einem Messer verstreicht. Dieses nichtlineare viskoelastische Fließverhalten bezeichnet man als Scherverdünnung. Es kann durch die sorgfältige Kontrolle der Größenverteilung der Öltröpfchen auf mikroskopischer Ebene manipuliert werden. Im Gegensatz dazu beobachtet man bei einer Dispersion aus Maisstärke im Wasser in ausreichend hohen Konzentrationen einen dramatischen Anstieg der Scherviskosität mit zunehmender Schergeschwindigkeit; ein Phänomen namens Scherverdickung. Und auch das vertraute Problem vom Tomatenketchup in einer Glasflasche ist ein Beispiel für extrem nichtlineares rheologisches Verhalten. In diesem Fall muss die angewandte Schubspannung (in der Regel durch ungeduldiges Schütteln der Flasche realisiert) einen kritischen Wert überschreiten, bevor der Ketchup zu fließen beginnt.

Kolloidale Dispersionen, bestehend aus mesoskopischen Teilchen in einem molekularen Lösungsmittel, sind eine Klasse von komplexen Flüssigkeiten worin alle der oben genannten nichtlinearen Effekte auftreten und stellen einen aktuellen Schwerpunkt der Tätigkeit innerhalb meiner Forschungsgruppe dar. Mit modernen theoretischen Methoden versuchen wir die nichtlineare Rheologie (z. B. die oben beschriebene Fließgrenze, Scherverdünnung und -verdickung) mit der Wechselwirkung zwischen den Kolloidteilchen zu verknüpfen. Das grosse Interesse an und die grosse Bedeutung von kolloidalen Dispersionen ist dem Vorhandensein gut charakterisierter Modellsysteme zu verdanken, in denen Teilchenwechselwirkungen mit relativ hoher Präzision und über einen grossen Bereich kontrolliert werden können. Der Vergleich zwischen experimentellen Messungen und Theorie oder Simulation ist dadurch gut möglich. Kolloidale Partikel sind im Vergleich zu den umgebenden Lösungsmittelmolekülen gross, aber noch so klein, dass thermische Brownsche Bewegung einen wichtigen Einfluss auf ihre Dynamik hat. Typische Partikelgrößen liegen im Bereich von 10nm bis 1 μ m. Dieser Längenskalabereich bietet den erheblichen Vorteil, dass die Teilchen mit optischen Methoden visualisiert und beobachtet werden können. Moderne konfokale (Licht-) Mikroskopie erlaubt somit einen Einblick in die räumliche Anordnung der Kolloide. Diese mikrostukturelle Information kann dann mit den beobachteten makroskopischen Eigenschaften in Verbindung gebracht werden. Es ist das gleichzeitige Auftreten dieser konkurrierenden physikalischen Mechanismen, das für die grosse Vielfalt an rheologischem Verhalten in Kolloiddispersionen verantwortlich ist, aber auch die theoretische Beschreibung dieser Systeme erschwert.

Abbildung.1: Auf der linken Seite zeigen wir eine schematische Darstellung einer kolloidalen Flüssigkeit in einer Scherströmung (durch die Pfeile gekennzeichnet). Das zentrale kolloidale Teilchen ist umgeben von seinen nächsten Nachbarn, die mit ihm interagieren und verhindern, dass das Teilchen frei diffundieren kann. Im Zentrum zeigen wir die Dichteverteilung der kolloidalen Teilchen um ein willkürlich gewähltes Teilchen. Die Scherrate ist hier gering genug, dass das erste und zweite Maximum (entsprechend nächsten und übernächsten Nachbarn) eher isotrop sind. Auf der rechten Seite zeigen wir die Situation bei höherer Scherrate. Die Mikrostruktur

ist eindeutig durch die Strömung verzerrt und es gibt eine klare Tendenz für die Teilchen, sich in Spuren einzuordnen, um Kollisionen zu vermeiden. Aus solchen Dichteverteilungen kann man alle rheologischen Größen (wie z.B. Viskosität, Hauptspannungen) berechnen. (D.R.Fossund J.R.Brady, J.Fluid.Mech.407 167 (2000).)

Ein besonders interessanter Aspekt von kolloidalen Suspensionen ist, dass die Dynamik bei ausreichend hohen Kolloidkonzentration extrem langsam wird; ein kolloidales Glas entsteht. Dieser Zustand ist Folge der dicht gepackten Umgebung, da jedes Teilchen nicht in der Lage ist, aus dem lokalen «Käfig» der nächsten Nachbarn auszubrechen. In Abbildung 2 zeige ich ein typisches experimentelles Ergebnis für das mittlere Verschiebungsquadrat (engl. Mean-squared-displacement (MSD)) eines bestimmten Teilchens als Funktion der Zeit für verschiedene kolloidale Packungsdichten. Für rein diffusive Bewegung wächst das MSD linear in der Zeit, $\Delta r^2 \sim t$, zu sehen für kurze Zeiten. Für etwas längere Zeiten steigt das MSD sublinear an, weil Interaktionen mit dem Käfig der nächsten Nachbarn den Diffusionsprozess stören. Der Glasübergang tritt oberhalb einer kritischen Packungsdichte auf. Das MSD verläuft sehr lange praktisch waagrecht, die Partikel sind in ihrem Käfig lokalisiert. Aus theoretischer Sicht ist dieser Übergang aus einer Reihe von Gründen interessant: Erstens hängt er weder mit singulärem



Verhalten in den thermodynamischen Größen noch mit einer offensichtlichen Änderung der räumlichen Korrelationsfunktionen zusammen. So ändert sich z.B. der Druck kontinuierlich und räumliche Momentaufnahmen eines Glases sind nicht zu unterscheiden von denen einer Flüssigkeit; es ist ein rein dynamische Phänomen. Zweitens ist das Glas ein amorpher Festkörper mit einer komplizierten Antwort auf extern angelegte Kräfte. Durch einfaches Quetschen oder Scheren eines kolloidalen Glases ist es möglich, dieses zu schmelzen und zu verflüssigen. Und drittens sind Gläser nichtergodische Zustände, die der statistischen Mechanik nach Boltzmann und Gibbs nicht gehorchen und alternative Methoden erforderlich machen.

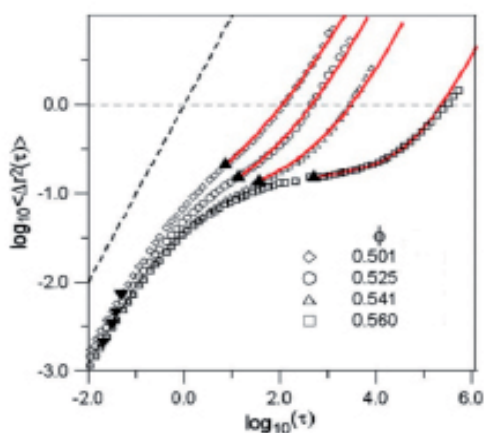


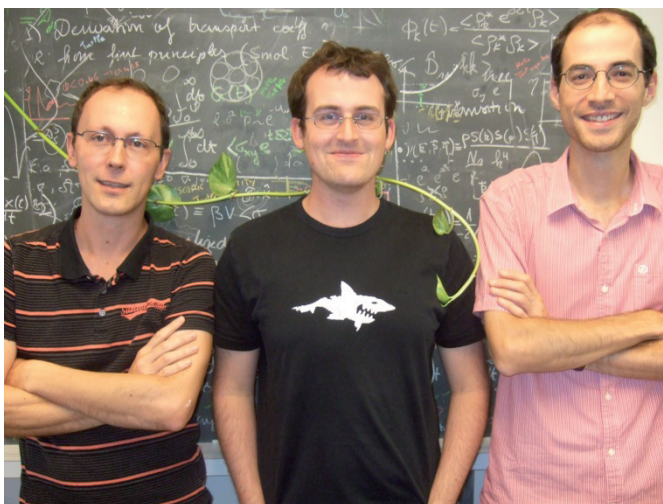
Abbildung 2: Das mittlere Verschiebungsquadrat der kolloidalen Teilchen in einer dichten Suspension. Die kolloidale Packungsdichte wird durch ϕ bezeichnet und der Glasübergang erfolgt bei etwa $\phi = 0.568$. Die Höhe des Plateaus definiert eine Lokalisierungslänge, die die Größe des einsperrenden Teilchenkäfigs charakterisiert. (W. van Meegen, Phys.Rev.E 76 061401 2007.)
Um ein Verständnis der wichtigen physikalischen

Mechanismen in komplexen Flüssigkeiten zu gewinnen verwende ich einfache Modellsysteme, die darauf abzielen, die wesentlichen physikalischen Mechanismen zu illustrieren, ohne dabei unnötig komplex zu sein. Ein typisches Beispiel sind harte Kugeln als Modell für die Wechselwirkung in bestimmten kolloidalen Suspensionen (Abbildung.1). Die Methoden der statistischen Mechanik, die ich anwende, sind vor allem Integralgleichungstheorie, Dichtefunktionaltheorie, Modenkopplungs- und Störungstheorie. Jede dieser Methoden liefert geschlossene Gleichungen für relevante Mittelwerte (z.B. die in Abbildung 1 gezeigte Dichteverteilung). Leider ist es in der Regel nur möglich, diese Gleichungen numerisch auf einem Computer zu lösen. Ein erheblicher Teil der Forschung in meiner Gruppe ist es deshalb, effiziente und genaue numerische Algorithmen zu entwickeln.

Ausblick

Aufbauend auf den oben genannten Forschungsthemen plane ich, Grundprinzipien von Nichtgleichgewichtsphasenübergängen in kolloidalen Suspensionen zu untersuchen. Die Anwendung einer externen, zeitabhängigen treibenden Kraft kann neuartige Phasenübergänge auslösen, wie zum Beispiel das Auftreten von langreichweitiger kristalliner Ordnung in einer kolloidalen Flüssigkeit, als Folge periodischer Scherung (schütteln!) mit sorgfältig ausgewählter Amplitude und Frequenz. Die so erzeugten Kristalle könnten potentiell für Anwendungen in der Photonik interessant sein. Die modernen Methoden der statistischen Mechanik ermöglichen es uns, Nichtgleichgewichtsphasen und insbesondere die transiente Dynamik während ihrer Entstehung besser zu verstehen. Erkenntnisse über die Stärken und Schwächen der bestehenden Theorien können ausgenutzt werden, um die Weiterentwicklung der theoretischen Beschreibungen und die Entdeckung neuer kollektive Phänomene zu ermöglichen.

Prof. Joseph Brader, September 2012



Die 'Soft Matter Theory' Gruppe im Herbst 2012. Prof. Joseph Brader (links) zusammen mit Doktoranden Thomas Farage (rechts) und Johannes Reinhardt

• LOW-POWER PHOTON UPCONVERSION AND POLYMERS AT AMI

Yoan C. Simon and Christoph Weder



Understanding the interactions between light and matter is of paramount importance in numerous areas of science and technology from photovoltaics to rapid prototyping to bioimaging. Research on materials capable of harnessing an optical stimulus and turning it into a useful response (e.g. electrical, chemical, mechanical, photonic) has therefore been fueled by both technological needs and pure fundamental curiosity. Photoluminescent materials convert light of a given wavelength into an exploitable optical signal of a different wavelength. For example, fluorescent tags coupled to specific markers allow biologist to locate cell organelles in vitro upon irradiation with UV light. Similarly, optical brighteners are used - e.g. in detergents - as a means to “whiten” fabric or paper by transforming UV light into blue light and therefore enhance the amount of blue light coming out of otherwise yellowing samples. In the vast majority of photoluminescence materials, the energy of the emitted light is – of course – lower than that of the radiation absorbed; the process is referred to as downconversion or Stokes shift. Nevertheless, for a variety of applications, such as solar harvesting, optical data storage, or in vivo imaging, materials that exhibit an inverse behavior, i.e., upconversion (UC) or an anti-Stokes shift, would be highly desirable. Clearly, energy cannot be generated in UC processes, but instead, the energy of multiple photons is combined to form fewer photons of higher energy. Most UC systems rely on non-linear optical responses to achieve significant wavelength downshifts (several tens of nm). However, such optical nonlinearities can only be accessed with high energy incident light, typically requiring pulsed lasers, and are thus not exploitable in the aforementioned applications. Surprisingly, sensitized upconversion by triplet-triplet annihilation (TTA-UC) allows similar anti-Stokes shifts simply with polychromatic light sources of power densities below 100 mW/cm². Demonstrated many decades ago by Parker and Hatchard in solution, this method relies on the utilization of a sensitizer/emitter pair which allows for the upconversion to happen through a complex cascade of energy transfers. The mechanism that is broadly accepted can be decomposed into absorption by the sensitizer to attain the singlet excited state ($^1S^*$), intersystem crossing (ISC) from ($^1S^*$) to a triplet excited state ($^3S^*$), triplet-triplet energy transfer (TTET) to an emitter excited state ($^3E^*$), triplet-triplet annihilation of two emitter triplets leading to the formation of an emitter singlet excited state ($^1E^*$), which eventually relaxes to the ground state and fluorescence occurs. Since TTA-UC relies on an intricate succession of energy transfers, TTA-UC has been very thoroughly studied in solution where diffusion is not hampered and the process occurs readily. A few years ago, our group was the first to show that if the appropriate design rules were followed, TTA-UC could also be realized in solid polymeric materials. The processability and wide applicability of polymeric

materials make them a particularly attractive substrate for upconversion. While low-power sensitized upconversion has in the mean time been demonstrated in several polymeric and non-polymeric solid materials, a fundamental understanding for the molecular processes in these materials is still lacking. To that end, we have devised a program to thoroughly investigate the structure-property relationships of these optically-active materials.¹

The first attempts that originated from our laboratories relied on the utilization of rubbery polymeric hosts doped with a metal porphyrin/diphenylanthracene sensitizer/emitter pair. Poly(ethylene oxide-co-epichlorohydrin) (P(EO-EPI)) rubbers were initially solvent-cast together with palladium octaethyl porphyrin (PdOEP) and 9,10-diphenylanthracene (DPA) (0.01 and 0.17 wt %, respectively) to achieve upconversion in rubbery polymer films. The rationale for using a P(EO-EPI) matrix lies in the high dye incorporation, ability to make self-standing films with good mechanical integrity, transparency (cf. low crystallinity) and sub-room-temperature glass transition temperature ($-37\text{ }^{\circ}\text{C}$). It was shown that the integrated upconverted intensity varied quadratically as a function of the excitation laser intensity. Noteworthy is the fact that the films were processed and measured under normal atmospheric conditions (i.e. in the presence of O_2 which is known to be a good triplet quencher). It was surmised that the “soft” rubbery matrix provided a good barrier and allowed for sufficient (rotational and perhaps also some translational) diffusion for energy transfers to happen efficiently. Consequently, in a subsequent study, the influence of temperature was investigated on a series of elastomeric materials, namely P(EO-EPI) and thermoplastic polyurethanes. By varying the temperature of the films, below and above the glass transition temperature (T_g) of the elastomers, the mobility paradigm was verified. It was indeed shown that nearly no upconversion was observable below T_g , which is consistent with the notion that some molecular dynamics are necessary for energy transfers to take place. Moreover, we demonstrated that the softest materials, in which the chromophores exhibit the highest mobility, exhibited the best optical upconversion.^{2,3}

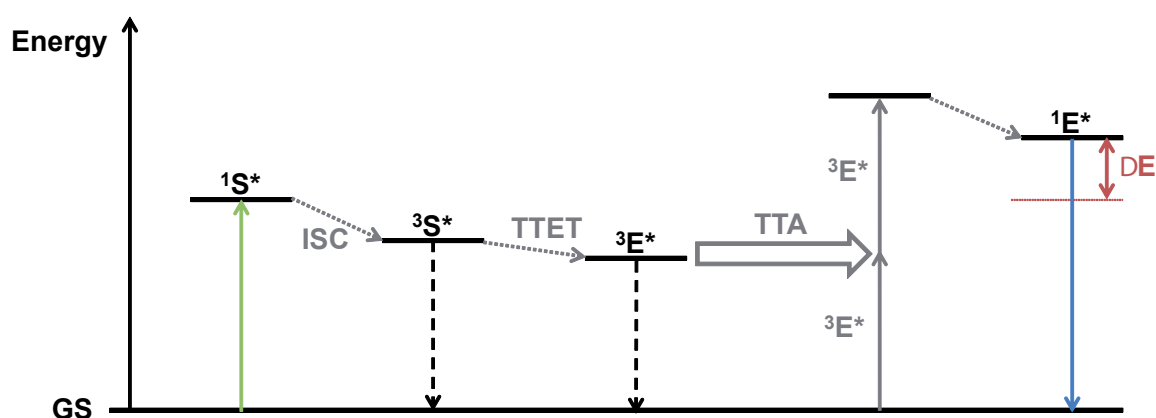
Capitalizing on these findings, we transposed our findings from solid polymer films to submicrometer polymeric particles. Nanoparticles are very interesting in the context of medical applications, namely for in vivo imaging and drug delivery. For these applications, two aspects must be developed simultaneously: on the one hand, transposition into nanocarriers, on the other hand, development of adequate sensitizer/emitter pairs that allow for excitation in the near infrared, where the tissue is more transmissive. We focused our initial activities on the former aspect by polymerizing n-butylacrylate in the presence of divinylbenzene as a cross-linker via surfactant-free emulsion polymerization. The particles were subsequently doped by infusing a mixture of PdOEP and DPA and were resuspended in water. While bulk poly(n-butylacrylate) has a T_g of $-47\text{ }^{\circ}\text{C}$, the T_g of the dyed particles was measured to be $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$, which still allows to be in the supra- T_g window at room temperature. Upconversion was measured to power densities as low as 0.04 W/cm^2 with a 532 nm green laser. Here again, a quadratic relationship was observed between integrated upconverted intensity and excitation intensity. Control experiments where particles were dyed with either dye and subsequently mixed together indicated that both dyes must be collocated in the same particle for the energy transfers to operate. Remarkably, these aqueous suspensions displayed upconversion in ambient

conditions, i.e. in the presence of oxygen. Furthermore, the colloidal solutions can be utilized as latexes to coat surfaces and the resulting films also exhibited UC which paves the way for their utilization in upconverting coatings and paints.⁴

Building upon our work and that of others, we have now started to investigate the possibility to incorporate these upconverting pairs into glassy matrices. We speculate that if the chromophores are incorporated in high concentration, the absence of mobility can be compensated by diffusion of excitons between the dyes. However, it is generally difficult to blend high concentrations of additives with polymers without phase-separation. Consequently, we took advantage of our experience in polymer chemistry and pursued the covalent tethering of the chromophore pairs to polymerizable handles. This strategy allows one to achieve high loadings of the chromophore in the polymer matrix without any phase separation of the components. Moreover, by utilizing controlled polymerization methods, one can direct the architecture of the final material such that the distance between different components is dictated by the polymerization sequence. This methodology will in turn give us the opportunity to control the physical properties of the resulting materials and probe the factors influencing the energy transfers within the material.

Through this research approach, we are developing a fundamental understanding of the basic principles behind low-power upconversion in solid polymeric materials and at the same time create materials that appear to be relevant for a broad range of technologically relevant applications. This dual research approach not only guides the practical aspects of our research but also nicely expresses the general philosophy of our institute which intends to foster both fundamental and application-oriented research aspects.

Energy cascade process in TTA-UC

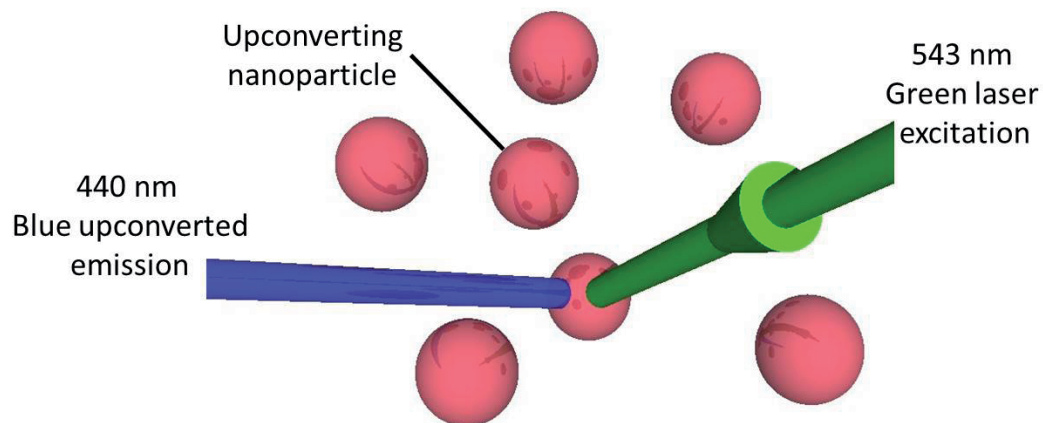


TTA-UC = triplet-triplet annihilation-upconversion

ISC = intersystem-crossing

TTET = triplet-triplet energy transfer

Schematic illustrating TTA-UC in polymeric nanoparticles



- [1] Y. C. Simon, C. Weder, *J. Mater. Chem.* 2012, 22, 20817-20830.
- [2] T. N. Singh-Rachford, J. Lott, C. Weder, F. N. Castellano, *J. Am. Chem. Soc.* 2009, 131, 12007-12014.
- [3] R. R. Islangulov, J. Lott, C. Weder, F. N. Castellano, *J. Am. Chem. Soc.* 2007, 129, 12652-12653.
- [4] Y. C. Simon, S. Bai, M. K. Sing, H. Dietsch, M. Achermann, C. Weder, *Macromol. Rapid Commun.* 2012, 33, 498-502.

Adolphe Merkle Institute, University of Fribourg, Rte de l'ancienne papeterie, P.O. Box 209, CH-1723 Marly 1, Switzerland

• QUE SONT-ILS DEVENUS ? WAS IST AUS IHNEN GEWORDEN ?



• Roger Röthlisberger, Farvagny

Il existe des anciennes cartes de géographie où on ne distingue aucune agglomération d'importance entre Berne et Lausanne... Qu'est-ce qui peut donc bien motiver un bernois de s'exiler en terre de Fribourg ?

Pourtant les quelques années passées à l'Uni de Fribourg ont marqué non seulement ma vie professionnelle mais aussi personnelle puisque je me suis fixé avec ma famille définitivement dans la région. Je suis arrivé comme célibataire en novembre 1976 pour commencer une

thèse en physique avec un directeur M. Houriet qui était lui-même originaire du Jura bernois !

L'atmosphère d'un petit institut dans une faculté à échelle humaine contrastait agréablement avec l'anonymat de l'école polytechnique de Zürich où j'avais fait mes études. Être assistant aux exercices de physique théorique m'a permis de faire connaissance avec des volées successives d'étudiants dont je garde des souvenirs inoubliables.

Le travail dans l'institut n'a pas toujours été sans difficultés, ces dernières étant liées en partie à la personnalité de mon directeur de thèse. Je ne veux évoquer ici qu'un souvenir agréable qui me vient à l'esprit. Un jour où nous étions dans mon bureau, le téléphone sonne ; je prends le combiné et une voix de femme me demande de ramener quelques emplettes en rentrant à midi ?!... durant l'énumération, je l'interromps en lui disant : « Excusez-moi madame, je vous passe votre mari qui est juste à côté de moi ». Ni l'un ni l'autre n'avions renoncé à notre accent jurassien d'origine.

Je ne saurais évoquer ces années sans parler de Xavier Bagnoud qui était «chef de travaux» dans la nomenclature de l'époque. Pendant les années passées à l'institut, c'est la personne qui m'a été la plus proche par les discussions concernant les exercices, la recherche etc ; on s'est même une fois retrouvé dans un «cours de répété». Un moment donné nous partagions le même bureau ; en constatant qu'il était difficile de se concentrer en étant face à face, on a érigé une bibliothèque entre nous deux, ainsi une intimité adéquate était possible. Quand le professeur Houriet a vu ce mur de Berlin, il a craint une inimitié entre ses deux employés, mais nos explications ont dû le convaincre que notre petit groupe n'était pas en péril...

Mes intérêts pour la botanique étaient agréablement comblés par la proximité du jardin botanique situé juste à côté de l'institut; avec le temps, la salle de séminaire et mon bureau s'étaient peu à peu remplis de verdure; à mon départ en 1982, un crédit spécial a été débloqué par le directeur pour permettre que quelques plantes puissent y survivre sans préjudice pour moi; ainsi, des années après, je voyais encore

les spectres des dernières euphorbes rescapées me saluer derrière les vitres de l'institut.

Je suis donc parti pour l'EPFL au cours de mathématiques spéciales (CMS) qui, comme son nom ne l'indique pas, est un cours préparatoire de mise à niveau pour les Suisses sans maturité reconnue et pour les étrangers sans accès direct en première année d'étude.

Cette institution vénérable (plus de 100 ans) rassemble plus de 20 nationalités chaque année.

J'ai commencé par y enseigner des mathématiques (niveau gymnasial un peu plus poussé) puis de l'informatique (option introduite dans la logique de l'époque), finalement également de la physique, opportunité qui m'a permis de renouer avec mes études initiales.

Au milieu des années septante, le développement de CMS a permis d'engager du personnel plus nombreux avec des postes fixes, ce qui fait que je travaille dans un groupe d'une dizaine de personnes. Nous avons encore comme mission, d'une part de faire passer des examens d'admission pour l'entrée directe à l'EPFL et d'autre part de contribuer à l'organisation d'examens de culture générale pour certains candidats sans formation suffisante. Dans ce cadre, ô mystère de la destinée, j'ai fonctionné à plusieurs reprises comme expert en allemand, branche qui n'était pas vraiment ma tasse de thé au temps de ma propre formation.

Et à ce jour cela fait 30 années que je suis fidèle au CMS au gré de ses changements et fluctuations. Je suis passé du centre-ville au site de l'EPFL et j'ai survécu à quatre directeurs.

Cet enseignement est valorisant à plusieurs points de vue: en effet, les exigences assez élevées provoquent une grande motivation des étudiants et leurs origines diverses sont sources d'enrichissement constant ; je dirais pour résumer ma vision pédagogique : respect mutuel dans l'exigence. En outre, j'apprécie énormément de retrouver d'anciens élèves qui me parlent de leur parcours avec enthousiasme!

Avec ma femme Elisabeth, nous avons élevé quatre enfants dont deux ont passé comme étudiants dans les parages de la faculté des sciences : l'un à la HES toute proche et l'autre au cours de physique pour médecins. Nos enfants pensent à notre retraite qui se profile puisque nous avons la joie d'avoir déjà 10 petits enfants.

Mon passage à l'Uni de Fribourg, période d'assez courte durée et déjà bien éloignée dans le temps, m'assurait d'échapper à coup sûr à la dernière rubrique du «Photon» ; mais c'était sans compter sur son nouveau président qui n'est autre qu'un ancien étudiant qui a bonne mémoire et en connaît un bout sur l'institut de physique théorique d'alors...

Roger Röthlisberger